

178



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

INDICE DE VISITAS A ESTACIONES OLFATIVAS PARA EVALUAR LOS CAMBIOS ESTACIONALES EN LA POBLACION DE CACOMIXTLE *Bassariscus astutus astutus* EN EL VOLCAN MALINCHE. TLAXCALA, MEXICO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G A
P R E S E N T A :
CECILIA REYES GARCIA



DIRECTOR DE TESIS:
M. en C. GRACIELA GOMEZ ALVAREZ



MEXICO, D. F.

2002

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. EN C. ELENA OTEYZA DE OTEYZA

Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
P R E S E N T E

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo (de Tesis) escrito:

**“ÍNDICE DE VISITAS A ESTACIONES OLFATIVAS PARA EVALUAR LOS
CAMBIOS ESTACIONALES EN LA POBLACIÓN DE CACOMIXTLE
Bassariscus astutus astutus EN EL VOLCÁN MALINCHE. TLAXACALA,
MÉXICO”.**

realizado por Cecilia Reyes García
con número de cuenta 8504377-4 , pasante de la carrera de Biología
Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario

M. en C. Graciela Gómez Álvarez *Graciela Gómez Álvarez*

Propietario

M. en C. Marcelo Aranda Sánchez

Propietario

Biol. Ubaldo Guzmán Villa

Suplente

M. en C. Armando Luis Martínez

Suplente

Biol. José Luis Salinas Gutiérrez

FACULTAD DE CIENCIAS
U N A M.

Consejo Departamental de Biología



Dra. Patricia Ramos Morales DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	4
Estaciones olfativas	4
Descripción del cacomixtle <i>Bassariscus astutus</i>	15
Anatomía	16
Distribución	18
Hábitat	18
Etología	19
Reproducción	19
Densidad poblacional	21
Ecología	22
Fisiología	22
Alimentación	23
Rastros	24
Relaciones filogenéticas	25
Importancia económica	25
Estudios realizados con la especie	27
OBJETIVOS	29
ÁREA DE ESTUDIO	30
Geología	32
Fisiografía	32
Edafología	33
Hidrología	35

Clima	35
Vegetación	36
Fauna	38
Aprovechamiento humano	40
MÉTODO	43
Material y método de campo	43
Procesamiento y análisis de datos	45
RESULTADOS	48
Índice Relativo de Abundancia	48
Área de las huellas	51
Análisis al área de las huellas	56
Posibles categorías de tamaño	57
Otras especies atraídas por las estaciones olfativas	59
DISCUSIÓN	62
Índice Relativo de Abundancia por estación del año	63
Índice Relativo de Abundancia por hábitat	66
Área de las huellas	69
Área de las huellas por estación del año	70
Área de las huellas por hábitat	71
Diferenciación de clases de edades por área de las huellas ...	71
Otras especies atraídas por las estaciones olfativas	71
CONCLUSIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	76
APÉNDICE I. Registro del cacomixtle en las estaciones olfativas	86
APÉNDICE II. Datos complementarios de las estaciones olfativas	87

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que participaron de algún modo en este trabajo.

Por la aportación de su conocimiento y experiencia científicas a Graciela Gómez, Marcelo Aranda, Ubaldo Guzmán, Armando Luis y José Luis Salinas.

Al Laboratorio de Vertebrados Terrestres de esta Facultad, por haberme permitido desarrollar esta tesis como uno de sus proyectos de investigación.

Por las facilidades otorgadas para obtener el atrayente para el trabajo de campo, al personal del Zoológico de San Juan de Aragón, al M.V.Z. Guillermo Islas y los señores Manuel Collazo y Manuel Preciado.

Por su participación en el trabajo de campo, a Héctor Olguín, José León, Noé Pacheco y René Reyes.

A mis amigos, del Museo de Zoología, Emir Rodríguez, Alejandro Gordillo, Fernando Puebla, y Luis Fernando Cisneros; y del IMERNAR, Guadalupe Hernández, Alejandra Vázquez, Claudia Macias y Enrique Beltrán, por la facilitación de material bibliográfico, pero sobretudo por el interés y entusiasmo demostrado.

Por su apoyo de toda la vida, a mi madre y mi hermano.

RESUMEN

Se estableció una línea de estaciones olfativas para obtener el Índice Relativo de Abundancia del cacomixtle *B. astutus* en el volcán Malinche, Tlaxcala. Con el propósito de evaluar los cambios de la población de cacomixtle en las estaciones del año, mediante las huellas dejadas en las visitas a las estaciones olfativas, usando como atrayente orina natural de lince. El muestreo se realizó de octubre de 1995 a septiembre de 1996; atravesando cuatro hábitats: cultivo, ecotono, bosque de pino y bosque de pino-aile. Otros aspectos desarrollados fueron, la interpretación de las variaciones de la población en los cuatro hábitats, el establecer posibles categorías de edad de acuerdo al tamaño de la huella y el conocer otras especies que habitan en la zona y son atraídas por las estaciones.

El mayor valor del Índice Relativo de Abundancia se obtuvo en otoño (553.2), mientras que en las otras estaciones del año (primavera 363.6, verano 333.3 e invierno 314.3); respecto a los hábitats, se observó que cultivo (489.4), ecotono (600) y bosque de pino (58.8), fueron visitados no obteniendo registros en el bosque de pino-aile. Con el área de las huellas, se empleo el análisis de varianza, el cual indicó diferencias entre primavera y otoño, mientras que verano, otoño e invierno fueron similares; entre los hábitats visitados no se encontró diferencia significativa. La prueba de "Z" comprobó la diferencia en dos grupos de tamaño: crías y juveniles ($< 9 \text{ cm}^2$) y adultos ($\geq 9 \text{ cm}^2$). Otras especies atraídas, por las estaciones fueron: lince, perro o coyote, mapache, zorra y conejo. Las hipótesis de este trabajo, se corroboraron con la mayor presencia del cacomixtle en los hábitats de la parte baja del volcán (ecotono y cultivo) que contaban con las características físicas que junto con las biológicas, más le favorecen a la especie. Por otra parte, la presencia del mayor Índice Relativo en otoño debido a que cacomixtles jóvenes se integran a la población, y la efectividad de atracción para otros mamíferos se demostró al encontrar sus huellas en las estaciones olfativas.

INTRODUCCIÓN

México es un país de gran riqueza biológica (Rzedowski, 1983; Sarukhán y Dirzo, 1992), resultado de la confluencia de dos regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical, que aunado a su accidentada topografía, dan como resultado una diversidad de paisajes y ecosistemas que se encuentran entre los más ricos del mundo (Flores-Villela y Gérez, 1994), pero la deforestación y la desecación provocadas por el hombre originan graves pérdidas de biodiversidad (Wilson, 1988; Dirzo y Miranda, 1991). Para detener la pérdida y conservar esta riqueza se necesita del desarrollo de programas de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, por eso se requiere de información precisa acerca de ellos, así las investigaciones de fauna silvestre y sus hábitats nos permiten evaluar los recursos naturales actuales, para poder establecer planes de conservación, recuperación o aprovechamiento. El conocimiento de la diversidad, la distribución, la abundancia y el comportamiento de la fauna silvestre son aspectos básicos para el alcance de dichos objetivos (Hernández, 1989; Tavizón *et al.*, 2000).

La realización de estudios directos de fauna silvestre resulta difícil debido a que deben ser *in situ* (Tavizón *et al.*, 2000), en especial, el lograr ver a los mamíferos en vida libre es un evento esporádico además de breve, por causa de su cautela y las condiciones de luz, porque la mayoría de los mamíferos son de hábitos crepusculares y nocturnos (Sharp y Sharp, 1956; Aranda, 1994; Sargeant *et al.*, 1998), además de esquivar a nuestra especie por sentirse amenazados por ella.

Los mamíferos son un grupo de gran diversidad lo cual ha permitido desarrollar numerosas técnicas para su estudio y conocimiento, éstas se agrupan en dos categorías: directas e indirectas (Aranda, 1981). Los métodos directos pueden modificar los patrones de conducta de los animales por la constante y cercana presencia del hombre. Además, estos métodos resultan costosos y complicados pues se requiere de la captura de ejemplares, como en el caso de la telemetría, que no sólo alteran el comportamiento del animal, sino que, el número de individuos estudiados resulta muy reducido. Por esas razones los métodos indirectos han tenido mayor desarrollo y amplia aceptación. Estos se basan principalmente en la identificación, interpretación y análisis de los rastros

dejados por los mamíferos durante sus actividades, como pueden ser excrementos, huellas, madrigueras, ramoneos, rascaderos, senderos y sitios de descanso (Aranda, 1981).

En particular la técnica de estaciones olfativas aprovecha la territorialidad de los carnívoros, basada en la importante comunicación a través del olfato (Barrete y Messier, 1980), y las huellas que dejan impresas en las estaciones preparadas especialmente para ser atraídos. Además su utilización requiere un menor número de horas/hombre (Linhart y Knowlton, 1975; Linscombe *et al.*, 1983).

Por otro lado, a pesar de la amplia distribución y abundancia que algunos autores han referido de *Bassariscus astutus*, no se han realizado investigaciones recientes en ninguna parte de México, que describan la situación actual de la especie, así como las repercusiones que pudieran tener sus poblaciones, debido a las perturbaciones causadas por el hombre. En el volcán Malinche se sabe de la presencia de cacomixtle (*Bassariscus astutus astutus*), pues es una especie vista ocasionalmente, además de haber muchos indicios que revelan su presencia en esta reserva; pero no se tiene información acerca de su abundancia o su distribución dentro de esta Área Natural Protegida.

Ciertas características propias y representativas del cacomixtlé lo hacen una especie interesante que estudiar, debido a su gran adaptabilidad para aprovechar los recursos en diferentes condiciones, pues ya que igual se alimenta de pequeños vertebrados, invertebrados o frutos. Además de formar parte del eslabón que alimenta a especies de mayor tamaño. Y como, su presencia tiene diferentes repercusiones para el hombre.

A través de las visitas a las estaciones olfativas, de *B. astutus astutus* en el volcán Malinche se logrará obtener el índice relativo de abundancia que refleja la situación poblacional de la especie, además de mostrar algunos aspectos biológicos como son sus patrones conductuales y preferencias de hábitat, estos relacionados con los cambios climáticos y la existencia de recursos presentes en el volcán. Con esta investigación se desea colaborar en el conocimiento de la biología del cacomixtle *Bassariscus astutus*, y

promover el interés por su estudio en otras áreas geográficas de México, asimismo, el uso de las estaciones olfativas para programas de investigación, conservación y manejo de mamíferos.

ANTECEDENTES

ESTACIONES OLFATIVAS

Esta técnica se emplea fundamentalmente para mamíferos de mediano y gran tamaño, porque la dimensión de sus patas permite una buena impresión para diferenciar los grupos taxonómicos (Aranda, 2000), y se basa en registrar las huellas del animal de interés atrayéndolo a un punto establecido que se denomina estación olfativa. Esto se logra empleando alguna esencia, que puede ser: ácidos grasos sintetizados, orina sintética o natural de la especie estudiada u otra, o una combinación entre orinas de diferentes especies, también algunas veces se utiliza fermento de huevo, entre otros. Comúnmente el atrayente se aplica en una pastilla o tableta de yeso, (dependiendo del tamaño se puede sumergir la pastilla en la orina o utilizar la tableta como recipiente contenedor de la orina) para conseguir la constante dispersión del olor, ya que el yeso por su consistencia porosa absorbe y permite la volatilización de la esencia, aunque algunos investigadores también han usado cápsulas de plástico o bolitas de algodón para colocarla. La tableta, cápsula o algodón se pone generalmente en el centro, o a un lado dentro de la estación, para que el individuo al dirigirse hacia ella deje sus huellas.

Considerando que la mayoría de los mamíferos son nocturnos, la estación se pone en funcionamiento durante el crepúsculo y primeras horas de la noche, y para evitar que algún factor altere los registros se revisa temprano a la mañana siguiente, repitiendo la operación por los días considerados en el proyecto.

La estación consiste en preparar el área de un círculo de suelo (entre 80 y 100 cm de diámetro), limpia de vegetación, sin piedras o ramas, y tamizar el suelo para dejarlo con una consistencia suave para el óptimo registro de huellas, esto es, una capa de suelo con partículas de tamaño y una superficie homogéneas, la capa superficial debe tener un espesor suficiente para que quede impresa la huella, sin que se hunda tanto que se deforme. La humedad en el ambiente se debe considerar ya que influye en la buena calidad de la impresión, su ausencia total en el suelo hará que éste se vuele con el viento borrando así cualquier evidencia de visita, y por el contrario el exceso de esta podría

convertir el sustrato en una capa pastosa que se deformara con facilidad al paso del animal. El hacer pruebas al respecto nos puede ayudar a decidir cual es el equilibrio óptimo.

Esta técnica se ha empleado básicamente para carnívoros, aprovechando la importancia de la comunicación química (olfativa) que existe entre ellos, ya que esta se ve estimulada por la territorialidad o necesidad por el alimento. La interpretación de este método consiste en la obtención de un índice relativo de abundancia, que resulta de la siguiente ecuación, según Linhart y Knowlton (1975) y Roughton (1975).

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

Antecedentes del uso de estaciones olfativas

Esta técnica ha sido ampliamente utilizada como herramienta para el estudio de mamíferos de mediano y gran tamaño, por diversos autores, como se describe a continuación:

La técnica de estaciones olfativas fue diseñada por Cook (1949) en Sumner y Hill (1980), y modificada por Richards y Hine (1953), quienes reportaron su uso como un método de estimación relativa para una población de zorras, en Wisconsin, E.U.A. Se registraron las huellas de zorra en las estaciones olfativas, que se colocaron a lo largo de una línea que alcanzaba cerca de 30 millas de distancia (Wood, 1959).

Wood (1959), hizo un estudio poblacional de zorras, gris y roja (*Urocyon cinereoargenteus* y *Vulpes fulva*) con tres métodos de estimación poblacional relativa, simultáneamente, uno de ellos fue el uso de líneas de estaciones olfativas, los otros dos fueron: líneas de trampas y la búsqueda azarosa con conteo de huellas. Para las estaciones utilizó como atrayente una combinación de orina de lince y de zorra. El estudio lo realizó en áreas extensas de los estados de Georgia, Florida y Carolina del

Sur, en E.U.A., de junio de 1952 a febrero de 1957. Comprobaron la eficacia de las estaciones olfativas, al comparar los resultados obtenidos de éstas, con los resultados de líneas de trampeo, ambos fueron similares.

Roughton (1975), retoma este método con un estudio en 20 estados del oeste de E.U.A., realizado de 1972 a 1975, con el objetivo de obtener el índice de abundancia de coyote (*Canis latrans*), conocer los cambios de su densidad poblacional, de estado a estado y año con año. Se utilizó como atrayente fermento granular de huevo. Con el exhaustivo muestreo lograron no solamente registros de coyote, sino también de cacomixtle, comadreja, gato doméstico, gato montés, lince, lobo rojo y gris, mapache, oso negro, perro, puma, tejón, tlacuache, visón, zorras (gris, roja y veloz), zorrillo, armadillo y águila.

Linhart y Knowlton (1975), plantearon con más claridad la técnica y desarrollaron un estudio para determinar la abundancia relativa de coyote (*Canis latrans*), también refirieron visitas de cacomixtle, comadreja, gato doméstico, gato montes, lince, lobo rojo, mapache, oso negro, perro doméstico, puma, tejón, visón, zorra gris, zorra roja, zorrilla y zorrillo. El proyecto se realizó en 17 estados del oeste norteamericano durante septiembre y octubre de 1972 y nuevamente en septiembre de 1973. Se empleó como atrayente cebo de fermento granular.

Lindzey *et al.* (1977), emplearon por primera vez las estaciones olfativas para estimar la abundancia de oso negro (*Ursus americanus*), modificaron la técnica y la aplicaron en Long Island, al suroeste de Washington, de mayo a octubre de 1975. Esta ocasión, para atraer a los osos se usó huevo fermentado y vermiculita, combinados 1-1, enrollado en varias mantas de queso, este cebo se colgaba en árboles pequeños, donde alrededor de cada uno se prepararon las estaciones, obteniendo las visitas esperadas. Establecieron el uso de la marca de la mano para definir las estaciones como operativas, y también propusieron aumentar el número de estaciones.

Sumner y Hill (1980), realizaron un estudio en Alabama, E.U.A. durante 1979-1980 con estaciones olfativas como índice de abundancia para diversos mamíferos de la

región. Los investigadores usaron simultáneamente en diferentes transectos dos tipos de atrayentes: uno de tipo sonoro y otro de tipo químico, este último consistió en esencia sintética de ácidos grasos en el primer año y varias combinaciones diferentes de orinas que se fueron alternando el resto del tiempo; el otro atrayente consistió en simular el chillido de un conejo asustado. Se reconocieron visitas de: ardilla (*Sciurus* sp), armadillo (*Dasyopus* sp), conejo (*Sylvilagus floridanus*), coyote, gatos caseros, lince, mapache, pavo silvestre (*Meleagris gallopavo silvestris*), perro, tlacuache, venado (*Odocoileus virginianus*), zorra gris, zorra roja, zorrillo manchado (*Spilogale putorius*), zorrillo rayado (*Mephitis mephitis*) y ganado. Obtuvieron de cada especie respuestas diferentes para cada tipo y variante de atrayente.

Brady (1981), utilizó las estaciones olfativas para obtener un índice de tendencia poblacional de lince (*Lynx rufus*) en el estado de Florida, E.U.A., durante el otoño de 1978. Esta vez, se empaparon bolitas de algodón con orina comercial de lince y fueron puestas en el centro de cada una de las estaciones. El autor recomienda el método para la evaluación de carnívoros, y destaca que ofrece uniformidad, repetitividad y una adecuada inversión de tiempo, además de que se puede usar en áreas extensas y los datos que se obtienen pueden ser sometidos a pruebas estadísticas. Mencionó la visita de otras especies, como conejo (*Sylvilagus* sp), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), cerdo feral (*Sus scrofa*), mapache (*Procyon lotor*), nutria (*Lutra canadensis*), tlacuache (*Didelphys marsupialis*), diversas víboras, ratones y aves, de las cuales no se pudo precisar la especie.

Morrison et al. (1981), experimentaron alternando el uso de limo agrícola y suelo natural para comparar en cual se registraban más visitas; también probaron diferentes atrayentes en ambos substratos simultáneamente, estos fueron: orina natural de lince, rodio (atrayente para ratas) y ácidos grasos sintéticos; además de que valoraron la proporción de visitas en tres hábitats distintos, los cuales fueron: bosque de pino, bosque mixto y bosques talados. Este trabajo tuvo lugar en Luisiana, E.U.A., durante el otoño de 1979 y verano-otoño de 1980. Se encontraron rastros principalmente de lince, coyote y conejos (*Sylvilagus floridanus* y *S. aquaticus*). Otras especies registradas fueron: ardillas (*Sciurus niger* y *S. carolinensis*), armadillo (*Dasyopus novemcinctus*), gato casero (*Felis*

catus), mapache (*Procyon lotor*), perros domésticos (*Canis familiaris*), tlacuache (*Didelphis virginiana*), venado (*Odocoileus virginianus*), visón (*Mustela vison*), zorras (*Vulpes vulpes* y *Urocyon cinereoargenteus*), zorrillo rayado (*Mephitis mephitis*) y diversas aves que no se pudieron determinar. Consiguieron así una gran variedad de resultados.

Roughton y Sweeny (1982), intentaron hacer un refinamiento del método, aunque sólo se probó para coyote (*Canis latrans*) empleando ácidos grasos sintéticos. El estudio de campo se realizó de 1977 a 1979 en varios estados de E.U.A.

Humphrey y Zinn (1982), hicieron una investigación del uso estacional del hábitat por nutrias (*Lutra canadensis*) y visones (*Mustela vison evergladensis*) estudiaron nueve hábitats diferentes, que se localizaban en zonas inundables de Florida, E.U.A. Su propósito era medir la abundancia relativa de esas especies y modificaron el método a tablas cubiertas con polvo de gis y en el centro una perforación donde se colocaba el atrayente, emplearon alternadamente dos atrayentes, que fueron: extracto de glándulas anales de nutria, y de visón. Encontraron que los individuos mostraban preferencia hacia el atrayente de su misma especie. Esto se observó durante los tres periodos que conformaron este estudio: después de la época de lluvias, de septiembre a noviembre; al inicio de la época de secas, de diciembre a febrero; y después de la época de secas, de marzo a mayo. Concluyeron que el uso de transectos con atrayentes olfativos permite monitorear niveles y tendencias poblacionales de nutria y visón, ya sea a una escala regional o mayor, pero para ello sugirieron que se requería la aplicación de rigurosos exámenes.

Conner *et al.* (1983), utilizaron el método para obtener índices promedio de poblaciones de lince (*Felis rufus*), mapache (*Procyon lotor*), tlacuache (*Didelphis virginiana*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), en Florida durante dos años completos, de enero de 1980 a diciembre de 1981, y utilizaron orina de lince. Los resultados fueron comparados con otros índices de población obtenidos a través de trampeo, marcas con radioisótopos y radio telemetría. Consideraron entonces, que los índices de estaciones olfativas son capaces de detectar cambios en la abundancia en

amplias áreas, cambios en el uso de hábitat y tendencias de abundancia poblacional. Estos autores consideran que el método de estaciones olfativas reflejó exactamente las tendencias de abundancia de linco, mapache y zorra gris.

Linscombe *et al.* (1983), realizaron en Louisiana una investigación, de 1978 a 1982, para determinar la abundancia relativa de linco (*Lynx rufus*) hicieron una relación de los índices en diferentes regiones geográficas y tipos de hábitats. Colocaron como atrayente en las estaciones esencia de ácidos grasos, y consiguieron además visitas de coyote (*Canis latrans*), mapache (*Procyon lotor*), tlacuache (*Didelphys virginiana*), zorras (*Vulpes vulpes* y *Urocyon cinereoargenteus*) y zorrillo (*Mephitis mephitis*). Con los datos obtenidos concluyeron que los resultados de esos cinco años en promedio, debido a la respuesta a las estaciones olfativas, proporcionaron un valioso índice del tamaño de las poblaciones de diversas especies de mamíferos.

Robson y Humphrey (1985), adaptaron esta técnica para nutria de río *Lutra canadensis* (familia Mustelidae), para conocer su distribución y abundancia en zonas riparias de dos ríos de Florida, E.U.A. Experimentaron con dos atrayentes, huevo fermentado sintético y atrayente para nutria Cronk. El periodo en que esto se realizó fue desde julio de 1981 a mayo de 1982, sin obtener resultados favorables.

Leberg y Kennedy (1987), plantearon el uso de estaciones olfativas para estimar la abundancia de mapaches en cuatro tipos diferentes de hábitats: bosque de tierras bajas, orillas de ríos, bosque de altiplanicie y bosque de pino, en Tennessee, E.U.A. Este proyecto se desarrolló durante mayo de 1982 a noviembre de 1984, empleando como atrayente orina de linco. Por los resultados obtenidos concluyeron que el método aplicado en la investigación fue útil para un amplio monitoreo de tendencias de abundancia de mapaches. Además, los autores explicaron que una visita podía deberse a la existencia una ó más huellas de uno o varios individuos de mapache en la estación, y entonces definieron la visita sólo como presencia de huellas en una estación sin tomar en cuenta el número encontrado.

Drew *et al.* (1988), debido al alto registro de visitas de conejo a las estaciones olfativas, que eran especialmente pensadas para atraer carnívoros, emplearon esta técnica para obtener un índice de tendencia de poblacional de conejo (*Sylvilagus floridanus*) y comparar al mismo tiempo con otro método utilizado para conocer las fluctuaciones anuales de esa especie, éste se trato de un censo que consistió en deslumbrar y contar a los conejos que se veían al recorrer un camino determinado. El estudio se realizó de agosto de 1985 a julio de 1986, a través de un mosaico de vegetación, en Texas, E.U.A. Usando como atrayente para esta investigación orina sintética de coyote. Con los resultados obtenidos se compararon ambas técnicas y por medio de pruebas estadísticas, se demostró la utilidad potencial del uso de estaciones olfativas para monitorear poblaciones de conejos, ya que además proporcionó un índice más preciso. Desafortunadamente no se pudo explicar exactamente porque motivo son atraídos los conejos a las estaciones.

Nottingham *et al.* (1989), evaluaron densidad poblacional de mapaches (*Procyon lotor*) en dos localidades de Tennessee, E.U.A., de enero a mayo de 1981 y de septiembre de 1981 a junio de 1983. Compararon el índice de estaciones olfativas con los resultados de la técnica de marca y recaptura. Además, cuestionaron si las temperaturas extremas influían en las visitas. Usaron cuatro tipos de atrayentes sin encontrar preferencia alguna hacia uno de ellos, estos fueron: orina de lince, aceite de hígado de bacalao, esencia de ácidos grasos y una bolita de algodón sin esencia alguna. Encontraron que las estaciones olfativas pueden reflejar mejor la población de mapaches, si aumentaba la intensidad de muestreo para poder obtener un índice más preciso. Dichos autores hicieron énfasis en que la técnica de estaciones olfativas era útil como una técnica común de investigación y manejo de mamíferos.

Muñoz *et al.* (1990), describieron por primera ocasión en América Latina el uso de estaciones olfativas, para conocer la densidad relativa de puma (*Puma concolor*), en Loncoche, Chile; esta localidad fue descrita como un agrosistema forestal con remanentes de bosque nativo destinado a cultivos, ganadería y plantaciones de *Pinus radiata*. El propósito era detectar cambios en las tendencias estacionales y anuales de las poblaciones de puma. El periodo se extendió de noviembre de 1988 (primavera) a

septiembre de 1990 (invierno), para lo cual emplearon orina comercial de lince. Es la única ocasión en que se reportó la aplicación de esta técnica dirigida para puma y además se obtuvieron resultados exitosos.

Diefenbach *et al.* (1994), realizaron un estudio para probar si el índice de visitas a estaciones olfativas reflejaba el tamaño de la población de lince (*Felis rufus*), desarrollaron un modelo para predecir su abundancia. La investigación se hizo en una isla al este de Georgia, E.U.A., en otoño de 1988 y 1989. Introdujeron un número determinado de linces en la isla, donde no habitaba este felino anteriormente, así que podían calcular el tamaño de la población al conocer el número de adultos y sus posibles crías. El monitoreo se llevo a cabo por tres años, sep-feb de 1988, 1989 y 1990. Se uso como atrayente esencia de ácidos grasos. Con los índices obtenidos durante esos años y la estimación del tamaño de la población en la isla, a través de un modelo de regresión encontraron una relación verdadera entre ellos.

Smith *et al.* (1994), hicieron una manipulación de la población de mapaches (*Procyon lotor*) y observaron si las estaciones olfativas podían reflejar la abundancia poblacional de esa especie. El experimento se realizó de mayo de 1987 a agosto de 1988 y de septiembre de 1988 a agosto de 1989, en una isla en Tennessee, E.U.A., utilizaron como atrayente ácidos grasos y después aceite de marisco. Cuando manipularon la población de mapaches en la isla, sustrajeron algunos individuos y no obtuvieron resultados que reflejaran dicha extracción. Explican que las diferencias estacionales debidas a la respuesta individual de mapaches a las estaciones olfativas fueron independientes de la densidad, pero podría asociarse a otras razones como son: la edad, el sexo, la condición reproductiva, la abundancia total o la escasez de alimento. Debido a que no se pudo explicar con exactitud la similar proporción de visitas a estaciones olfativas de los mapaches, aún cuando la población fue menor, los autores recomendaron excluir a esta especie del uso de esta técnica.

Hein y Andelt (1995), efectuaron un estudio de la población de tejón (*Taxidea taxus*) en las montañas rocosas de Arsenal, en el condado de Adams, Colorado E.U.A. Este fue efectuado en dos etapas, de julio y agosto de 1990, y de octubre de 1990 a

enero de 1991. Compararon entre visitas a estaciones olfativas, búsquedas nocturnas con lámpara, recorridos en vehículo con las luces altas encendidas, mortandad en los caminos y capturas en trampas nocturnas. En las estaciones olfativas se probaron tres diferentes atrayentes sintéticos, cada atrayente fue colocado en una de cada tres estaciones. Finalmente, encontraron que el método que mejor reflejaba a la población fue la captura en trampas nocturnas.

Salinas (1995), trabajó la técnica de estaciones olfativas, para evaluar los cambios poblacionales de lince (*Lynx rufus*) en Tlaxcala, México. El estudio se llevó a cabo de noviembre de 1994 a agosto de 1995, se utilizó para este proyecto orina natural de lince. Inclusive se obtuvieron registros de visitas de cacomixtle, conejo, tlacuache y, varias aves y roedores. El autor señaló que las estaciones brindaron información acerca de la actividad anual del lince, mostrando los cambios estacionales en su área de acción, y del uso de su hábitat.

Hoeksema (1996), hizo un estudio acerca de patrones de uso de hábitat de lince (*Lynx rufus*) y coyote (*Canis latrans*) en diferentes hábitats de el sur de la ciudad de México. Para tal fin usó los métodos de, colecta y análisis de excretas, y líneas de estaciones olfativas; utilizando ambas técnicas como complementarias. Para ello, se preparó una combinación de huevo fermentado, sardinas y pollo, como atrayente. Por la experiencia adquirida en este trabajo el autor recomendó como adecuada esta combinación de técnicas para cubrir las deficiencias que por sí sola, cada técnica pudieran presentar.

Traviani *et al.* (1996), probaron el método de estaciones olfativas para zorra roja (*Vulpes vulpes*) en el Parque Nacional Doñana y la Reserva Biológica Doñana, España; en el periodo de estudio 1991–1995. Previamente compararon tres atrayentes distintos, que fueron: esencia de ácidos grasos, fermento sintético de huevo y feromonas de mono, sin encontrar preferencia alguna de la zorra hacia ninguno de ellos, seleccionando el fermento sintético de huevo como atrayente durante la investigación. Probaron resultados con una noche y con dos noches continuas de muestreo, y encontraron que en los periodos de dos noches continuas disminuían las visitas. Durante el estudio se tuvieron

visitas de otras especies, estas fueron: conejo europeo (*Oryctagus caniculus*), gato silvestre (*Felis silvestres*), lince euroasiático (*Lynx pardine*), jabali (*Sus scrofa*), tejón euroasiático (*Meles meles*), (*Herpestes ichneumon*), venado dama (*Dama dama*), venado rojo (*Cervus elaphus*), roedores y aves también. Se observó que la población de zorra roja fue estable, como se esperaba ocurriera en esas zonas protegidas. Los índices proporcionaron una eficaz estimación de la abundancia poblacional, los investigadores recomiendan que esta técnica puede ser usada en áreas extensas como es el caso de Norte América y en parches de ecosistemas como es el caso de Europa.

Sargeant *et al.* (1998), desarrollaron una investigación de campo en Minnessota, E.U.A., durante 1986 a 1993, enfocado a diversas especies, y reevaluaron experimentos de índices de estaciones olfativas publicados con anterioridad por otros autores. Para su estudio de campo utilizaron atrayente de ácidos grasos, y lograron visitas de coyote (*Canis latrans*), lobo (*Canis lupus*), zorra roja (*Vulpes vulpes*), zorrillos (*Mephitis mephitis* y *Spilogale putorius*), mapache (*Procyon lotor*) y lince (*Felis rufus*). Al reevaluar los anteriores trabajos concluyeron que el índice de estaciones olfativas es útil, pero tiene limitaciones y no puede ser convertido a estimaciones de abundancia. Así, las estaciones olfativas ayudan a advertir las tendencias poblacionales y son un complemento no un reemplazo de otros modos de información, pues las estaciones han probado ser y seguirán siendo una útil herramienta para la investigación y manejo de carnívoros.

White *et al.*, (2000) realizaron un estudio de zorras (*Vulpes macrotis mutica*) en el área de entrenamiento de la Guardia Nacional Armada de E.U.A., en California; se trampearon zorras (sin ser sacrificadas), se establecieron estaciones olfativas y se hicieron observaciones nocturnas con lámpara; el periodo de estudio fue de 1988 a 1997. Con los tres métodos, que encontraron las mismas tendencias, pues se observó una evidente disminución de individuos, consecuencia de un brote de rabia entre otros factores que contribuyeron al decremento percibido.

Con base en los resultados de las investigaciones descritas por Linhart y Knowlton (1975) y Salinas (1995) se asume la exitosa respuesta de cacomixtle hacia las estaciones olfativas.

Al mismo tiempo, de acuerdo a lo descrito por los autores referidos en los antecedentes de estaciones olfativas, se presume la visita de diversos mamíferos, así que se plantea conocer que otras especies que habitan en el volcán Malinche son atraídas.

DESCRIPCIÓN DEL CACOMIXTLE *Bassariscus astutus*

El género *Bassariscus* cuenta con dos especies: *B. astutus* y *B. sumichrasti*. La especie que aquí se trata en particular es *Bassariscus astutus* (Figura 1), descrita por primera vez como *Bassariscus astutus* por Lichtenstein en 1830 basado en un ejemplar proveniente de la ciudad de México, siendo Coues en 1887 quien usa por primera vez la combinación del nombre actual (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

Bassariscus astutus Lichtenstein 1830

Reino Animalia
Phylum Chordata
Clase Mammalia
Orden Carnivora
Familia Procyonidae
Subfamilia Bassariscinae
Género *Bassariscus*
Especie *Bassariscus astutus*



Figura 1. Cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*).

El nombre científico de *Bassariscus astutus* proviene de *bassar*=zorra, *isc*=pequeño, y *astut*=astuto. En México como mejor se le identifica es con el nombre de cacomixtle, nombre que tiene su origen del lenguaje náhuatl, *babisuri* es otro nombre que se emplea exclusivamente en Baja California, México; otros nombres que también recibe son: gato de cola rayada, gato de cola bandeada, gato ardilla, gato cibeta, mico de noche, sal coyote, mico rayado, rintel, pintorabo, ringtail, siete rayas, cacomixtle norteño y gato de las minas o gato minero; nombre que surge en las zonas mineras por ser excelente cazador de ratas y ratones (Leopold, 1965; Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988; Aranda, 2000).

Anatomía

El tamaño es de un gato casero mediano de cuerpo esbelto, piernas cortas, cola tan larga como el cuerpo y peluda, cara puntiaguda con orejas y ojos grandes con un antifaz que los rodea, están delineados por una fina línea de pelo negro delimitada por una más gruesa franja blanca, sus ojos tienen un iris café castaño que rodea la pupila, y presenta también manchas blanquizcas en sus labios y carrillos, (Leopold, 1965; Woloszyn y Woloszyn, 1987). Con hocico alargado y puntiagudo de color grisáceo con largas vibrisas negras mayores a los 75 mm, la almohadilla nasal es negruzca. La cola larga y espesa, y es de un diámetro constante, más plana que cilíndrica en la parte de la cruz y mide aproximadamente 70 mm de ancho (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988), esta cubierta de pelo, con siete u ocho anillos blancos intercalados con negro, y tiene una franja blanca en la parte ventral y por todo lo largo de la cola (Leopold, 1965; Woloszyn y Woloszyn, 1987). El largo del pelo de la cola mide alrededor de 10 mm en la parte dorsal media de la ésta y los pelos de guardia en el mismo punto miden 50 mm. Casi siempre coloca su cola paralela a su cuerpo.

Las patas anterior y posterior, tienen cinco dedos. El segundo, tercer, cuarto y quinto dedo, así como el cojinete están rodeados de abundante pelo y el primer dedo esta al descubierto en la parte trasera. Las almohadillas de las patas son desnudas y de color rosado (Hall, 1981). Debido a que sus patas traseras son más largas que las delanteras, tiene una peculiar inclinación hacia enfrente, hacia la cabeza (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

El color del pelaje del cuerpo va desde gris oscuro que puede presentar tintes amarillentos, a café claro u oro tostado con blanco, y los pelos del lomo pueden tener la punta negra. El color de los costados y el vientre es más claro que el de la espalda, y puede ser blanco, amarillo, crema o gris (Leopold, 1965; Woloszyn y Woloszyn, 1987). La coloración dorsal se relaciona con el hábitat (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988), y generalmente se asocia un pelaje dorsal oscuro con animales del norte o poblaciones de grandes altitudes, así que cacomixtles de más al sur o de elevaciones bajas tienden a

un color más claro (Hall, 1981). Hoffmeister (1960), descubrió melanismo en esta especie.

En promedio, un cacomixtle tiene una longitud total de 340 a 425 mm, la cola mide entre 350 a 500 mm (Leopold, 1965; Woloszyn y Woloszyn, 1987), las patas traseras de 57 a 78 mm, de la oreja, desde el tallo es de 44 a 50 mm (Hall, 1981), y pesa entre 670 a 1400 g (Leopold, 1965). Estas medidas se describen para ambos sexos, aunque las hembras suelen ser las de talla más pequeña (Woloszyn y Woloszyn, 1987). Los individuos de *B. astutus* son de tamaño medio en el Norte del Pacífico, Nuevo México, Texas y los del norte de la altiplanicie de México; y son más pequeños en el centro oeste, sur oeste de México y Baja California; los ejemplares más grandes se encuentran al sur del país (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

El cráneo es alargado y con ligeros arcos zigomáticos, la caja cerebral es un poco aplanada y expandida lateralmente (Figura 2). Los procesos post-orbitales están bien desarrollados. Las medidas promedio (en mm) son para los adultos de ambos sexos: largo del basilar de 68 a 75, envergadura zigomática de 48 a 52, extensión del mastoideo de 33 a 35. Los machos tienen más grande y más definido el cráneo que las hembras de la misma edad. La fórmula dentaria es: $i\ 3/3$, $c\ 1/1$, $p\ 3/4$, $m\ 3/2$, total 40 (Hall, 1981), y la fórmula vertebral es: 7 C, 13 T, 7 L, 3 S, y ± 25 Ca (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

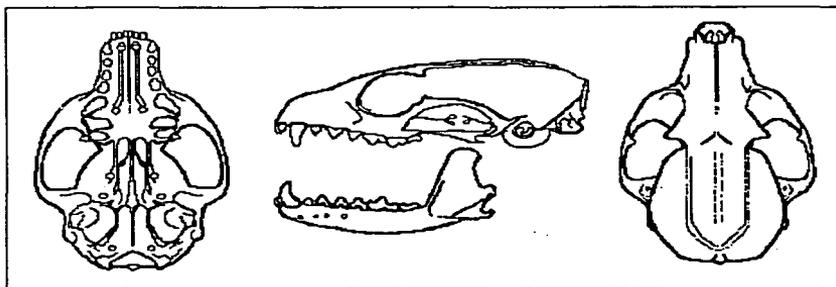


Figura 2. Diferentes vistas del cráneo de cacomixtle *Bassariscus astutus* (fuente: Hall, 1981).

Distribución

Se distribuye desde el sur de Estados Unidos hasta el sur de nuestro país (Leopold, 1965; UICN, 1995; Aranda, 2000). En México habita en gran parte del territorio (Figura 3), se encuentra en todo el norte hasta el centro y sur; desde Baja California, las islas de San José, Espíritu Santo y Tiburón en el mar de Cortés, hasta Oaxaca y Veracruz, y muy probablemente Chiapas en el sureste (Leopold, 1965). En los estados de Guerrero, Oaxaca y Veracruz *B. astutus* se vuelve una especie simpátrica con *B. sumichrasti*, pues sobreponen territorios y compiten por refugios rocosos (Leopold, 1965; Hall, 1981), a pesar de esto y de que ambas especies tienen características morfológicas similares no se han reportado cruces entre ellas (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988). Se distribuye en altitudes, desde el nivel del mar hasta los 2,900 msnm (Jameson y Peeters, 1986), y en algunas ocasiones alcanza hasta los 3,200 msnm (Aranda, 2000).

La subespecie que en este trabajo se estudia es *B. astutus astutus*.



Figura 3. Distribución en México de *Bassariscus astutus*. (fuente: Aranda, 2000)

Hábitat

Se le encuentra en diversos hábitats como, desiertos, zonas arbustivas áridas con matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, en trópicos semi-áridos con bosque mesófilo de montaña, bosque mixto de pino-encino y bosque de abetos (Woloszyn y Woloszyn, 1987; Aranda, 2000) bosques de roble (*Quercus*), bosque de

pino (*Pinus edulis*) o juniperus (*Juniperus*); casi en cualquier hábitat que presente zonas rocosas donde exista o este cercano un abastecimiento de agua (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

Por lo anterior mencionado, se espera que *B. astutus* muestre mayor presencia en los hábitats que cuenten con las características físicas descritas.

Etología

Es un mamífero de hábitos nocturnos, durante el día duerme en algún refugio y comienza la búsqueda de alimento al oscurecer (Leopold, 1965), aunque algunas veces puede continuar su actividad al amanecer con la primera luz del sol (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988), también suele calentarse con el sol de la mañana (Tyler y Webb, 1992).

Puede desplazarse de dos modos diferentes, de forma agachada, para el acecho y/o cacería; o con el cuerpo levantado y las piernas erguidas. Al cruzar espacios abiertos arqueada la cola sobre su espalda dirigiéndola hacia la cabeza, aparentando un tamaño más grande, sin embargo, la cola funciona como un señuelo para los depredadores. Cuando trepa a los árboles baja de manera vertical; primero dirige la cabeza hasta que logra girar sus patas traseras 180°, y usa las garras para mantenerse agarrado. También puede trepar cactáceas aparente sin hacerse daño (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

El cacomixtle se resguarda en cavidades rocosas, montones de piedras, troncos huecos y raíces grandes, también ocasionalmente puede habitar construcciones rurales abandonadas, también llega a ocupar madrigueras abandonadas por otras especies, no acostumbra modificarlas o construir las madrigueras, aunque puede improvisar refugios con pilas de hierba seca (Davis y Russell, 1953; Leopold, 1965). Esta especie cambia frecuentemente de guarida, un individuo rara vez permanece más de tres días consecutivos en el mismo cubil, excepto cuando hay mal tiempo. Las hembras con crías comienzan a cambiar a los pequeños de madriguera en madriguera a los diez días de nacidos, mudándolos diariamente después de los 20 días de nacidos (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

Los adultos son generalmente de hábitos solitarios, sólo durante la época reproductiva pueden permanecer en pareja, aunque algunas de ellas pueden ser permanentes, así que algunas veces los machos ayudan en la crianza. Después del apareamiento las parejas pueden permanecer juntas, pero unos 3 ó 4 días antes del parto la hembra saca de la madriguera al macho. La hembra puede permitir al macho reunirse con ella unas 3 semanas después. Estudios de telemetría muestran la tendencia a la monogamia y se advierte una estructura social basada en la territorialidad (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

El aprovisionamiento de las crías la pueden hacer ambos padres, e inicia alrededor de la tercera semana posterior al nacimiento. Aunque generalmente sólo la hembra se encarga de la crianza. Los jóvenes comienzan a forrajear con la madre entre los 60 y 100 días de edad (Woloszyn y Woloszyn, 1987).

El cacomixtle puede hacer concentraciones locales de individuos amadrigados separadamente. A diferencia de su comportamiento habitual en vida silvestre. En cautiverio los adultos, sin importar época o sexo, pueden dormir juntos en un mismo sitio (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

Las vocalizaciones son muy importantes para su comunicación, como gruñidos, gemidos, chirridos, una manera de ladridos y ululaciones. Otro factor principal para comunicarse es el olfato, por lo que la orina esparcida en el suelo y sobre objetos elevados sirve para marcar y delimitar territorio. La dispersión de orina y heces se incrementa previamente y durante el periodo de apareamiento (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

Reproducción

El periodo reproductivo, inicia con los apareamientos que pueden ocurrir de febrero a mayo, la gestación dura de 51 a 54 días, la cual es la más corta entre los procyonidos. Los nacimientos más tempranos empiezan en marzo y abril, siendo más frecuentes de

mayo a julio (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988). Las hembras tienen cuatro mamas, lo cual sugiere que las camadas son de una a cuatro crías por parto, aunque se han reportado casos de cinco crías (Leopold, 1965).

Las crías nacen cubiertas con un pelo muy fino, como pelusa, en su espalda. El peso de cada pequeño varía entre los 14 y 40 g (en promedio 22 g). Con los ojos y los canales de la oreja cerrados, llegando a abrir los ojos entre los 21 y 34 días, y los canales de la oreja entre los 18 y 30 días de nacidos. Los dientes de "leche" comienzan a salir a la tercera o cuarta semana, y la dentición permanente se completa entre la 17ª y 20ª semana. Empiezan a ingerir alimentos sólidos a partir de los 30 o 40 días, aunque Leopold (1965), señala que los pequeños comienzan a comer carne aproximadamente a las tres semanas de edad. A las 6 semanas de vida ya están completamente cubiertos de pelo, ya pueden caminar bien y comienzan a trepar, a las ocho semanas ya trepan bien, y cerca de la décima semana son destetados. Alcanzan el tamaño adulto aproximadamente a las 30 semanas, y la madurez sexual, por igual hembras y machos, casi al finalizar su segundo año de vida, sin embargo, se reportó un caso de apareamiento en cautiverio, de cacomixtles de un año de edad (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

Por lo anteriormente descrito con respecto del periodo reproductivo, se espera poder diferenciar categorías de edades entre la población de cacomixtle del volcán Malinche, mediante las áreas de sus huellas.

Densidad poblacional y área de hogar

En el norte del Valle Central de California se refirió una densidad de 10.5 a 20.5 ind/km², evaluada mediante la técnica de marcaje y recaptura. A través de radiotelemetría fue de 7 a 20 ind/km² en Valle Central, zona caracterizada por encontrarse a lo largo de cuerpos de agua. Con radio monitoreo en la altiplanicie Edwards en Texas, la densidad estimada fue de 2.2 a 4.2 ind/km², hábitat caracterizado por bosque de roble y *juniperus*. También, por radio monitoreo se encontró una densidad de 1.5 a 2.9 ind/km² en el Parque Nacional Zion, que tiene una composición de pino, *juniperus*, malezas y vegetación riparia. Con

radioteleetría se calculó una densidad de 0.08 a 2.3 ind/km² en la zona de chaparral de el sistema de saneamiento Pacífico de la Sierra Nevada en California, E.U.A. (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

El área de hogar cambia durante los meses, también varían dependiendo del hábitat, el sexo e incluso por el tipo de técnicas de estimación. En una zona riparia se calculó un área de 5.0 a 13.8 hectáreas, durante ocho meses del año. En un bosque de roble se evaluó en promedio 43.4 hectáreas para los machos y 20.3 hectáreas para las hembras. En un cañón del Parque Nacional Zion, se obtuvo un promedio de 136 hectáreas, entre hembras y machos, debido a que regularmente las áreas de acción de ambos se enciman (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

Ecología

Los principales depredadores silvestres son el coyote (*Canis latrans*), mapache (*Procyon lotor*), lince (*Lynx rufus*), y búho cornudo (*Bubo virginianus*) (Tyler y Webb, 1992). Las principales enfermedades que actúan como control de las poblaciones, son la rabia y parásitos internos y/o externos.

Algunas especies con las que puede competir por alimento son: el mapache (*Procyon lotor*), tlacuache (*Didelphys virginianus*), zorra (*Urocyon cinereoargenteus*) y zorrillo (*Mephitis mephitis*) (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

Fisiología

La muda de pelo ocurre de finales de verano a finales de otoño. Cuando los jóvenes cambian del pelaje juvenil al de adulto, inicia por debajo del cuello, bajo los brazos y alrededor de las mamas; continuando en dirección anterior a posterior en la parte ventral. Casi al termino de ese cambio se inicia la muda en la parte dorsal, por encima de los ojos y las orejas siguiendo en dirección posterior (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

La temperatura corporal normal en *B. astutus* es de 37.6 °C. Además, tiene un par de glándulas laterales al ano, de ellas expulsa una olorosa y fuerte secreción color crema (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

Los cacomixtles dependen mucho de cuerpos de agua, aunque pueden obtener el agua de sus presas o de frutos suculentos (Aranda, 2000), debido a su riñón que está altamente especializado para la conservación de esta, pueden mantener un equilibrio hídrico y así que puede producir una de las más altas concentraciones de orina, cuando no esta el agua disponible (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

La longevidad de la especie en cautiverio es de 12 a 14 años, como máximo 16.5 años de vida (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

Alimentación

El cacomixtle es omnívoro, su dieta varía de acuerdo a la disponibilidad y localización de alimento. Esta formada por artrópodos, frutos y pequeños mamíferos, como: ardillas, conejos, liebres, ratas, ratones, huevos de aves, diversos pájaros y palomas, lagartijas, ranas, pequeñas serpientes, mariposas, mantis, chapulines, escarabajos, cucarachas, arañas, alacranes. Acude a los graneros y construcciones rurales en busca de arañas y roedores, por ser una vasta fuente estos (Leopold, 1965; Woloszyn y Woloszyn, 1987). Algunas veces llega a alimentarse de carroña. Tiene preferencia por frutas como: la tuna, la pitaya y el mango (Woloszyn y Woloszyn, 1987), incluso por aguamiel, néctar de *Agave havardiana* (Kuban y Schwartz, 1985). También come plantas como: *Juniperus*, *Celtis*, *Diospyros*, *Quercus*, *Ficus*, *Phoradendron*, *Arbutus*, *Arctostaphylos*, *Opuntia*, *Cereus giganteus* y *Pinus cembroides* (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988). Por lo cual, la práctica de rose y tala de los bosques perjudica al cacomixtle. En cautiverio puede comer naranja, leche, plátano, zanahoria y otras legumbres cocidas; le gustan los alimentos dulces como el chocolate y la leche condensada (Edwards, 1955; Woloszyn y Woloszyn, 1987).

Rastros

Las huellas de la mano muestran cinco dedos, un cojinete y un pequeño lóbulo debajo de este. La marca de la pata es similar, sólo que sin el lóbulo. Las garras son retráctiles y no quedan impresas (Figura 4). Las medidas promedio de las huellas son:

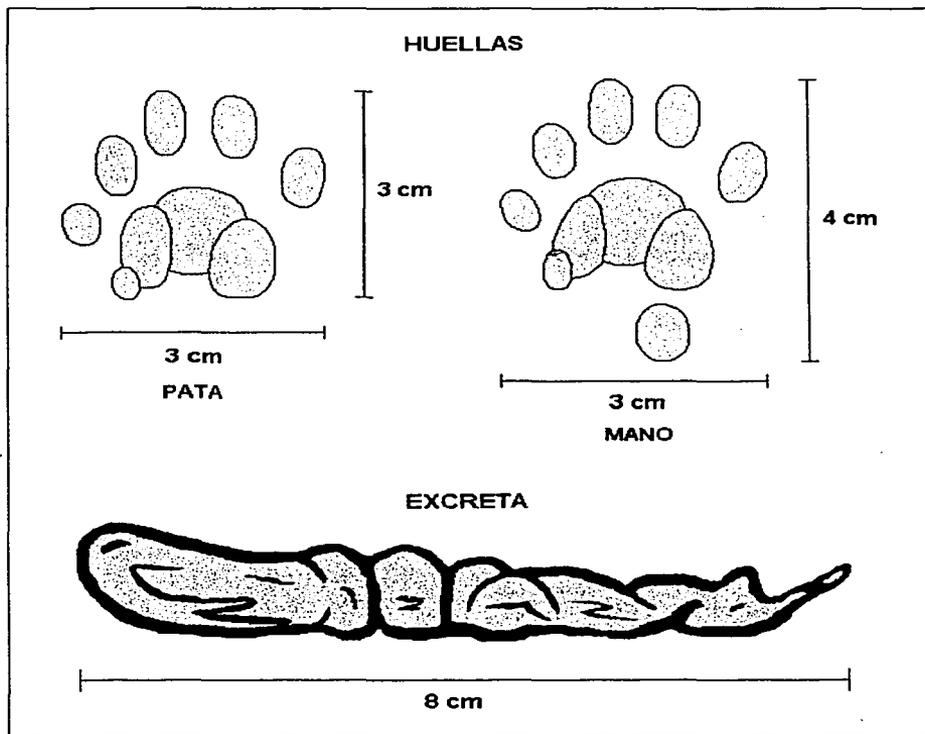


Figura 4. Rastros de cacomixtle *Bassariscus astutus*, huellas y excreta (fuente: Aranda, 1981).

Las huellas de las patas se enciman a las de las manos, repetidamente, debido al trote, que es el patrón de caminata más usual del cacomixtle (Aranda, 2000).

Las excretas del cacomixtle (Figura 4) tienen generalmente de 1 a 4 segmentos, el largo total puede variar de 70 mm a 80 mm, con un diámetro promedio de 9.6 mm (Aranda, 1980 y 1981). Estos desechos fecales se pueden encontrar acumulados en letrinas sobre rocas grandes, incluso se les pueden hallar dispersos (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988)).

Relaciones filogenéticas

El género está representado por diversas especies a partir del Mioceno de Nebraska, Nevada y California, sus características aunque primitivas en comparación con especímenes recientes, están consistentemente desarrolladas y sugieren un origen genético de otra línea de procyonidos, antes del Oligoceno. La especie *B. casei* conocida como "blancan" fue probablemente el ancestro directo del actual cacomixtle. *B. sonorensis* del Pleistoceno tardío del sur de Arizona y México podría ser intermedio entre *B. astutus* y *B. sumichrasti*. La morfología de los hombros de *B. astutus* difiere del patrón generalizado, presenta características de los osos, y es más primitiva que *Nasua* y *Procyon*. En el punto de partida del patrón arterial *Bassariscus* y *Bassaricyon* están intermedios entre *Procyon* y *Potos*. *Bassariscus* es el único que presenta condiciones primitivas de origen basicraneal de la gran arteria occipital, y el tipo de conducto de las arterias del antebrazo esta más relacionado con la familia Ursidae .

Importancia económica

Esta especie presenta dos facetas diferentes de apreciación, una porque se le ha hecho mala reputación por el robo de pollos caseros, debido por ser un hábil y ágil trepador pudiendo alcanzar las aves aún sobre sus perchas. Otro diferente es el beneficio directo que se obtiene con la venta de su piel, aunque no es muy alto por ser de baja calidad. Aunque la piel que en el individuo vivo es sedosa y bella, se opaca, y pierde su "vida" y color en los animales muertos (Leopold, 1965). Su curiosidad lo lleva con frecuencia caer en trampas preparadas para otros animales (Leopold, 1965; y Tyler y Webb, 1992). También se aprovecha su carne como alimento en algunas comunidades rurales (UICN,

1996). Sin duda el mayor beneficio que proporciona esta especie, es el control de plagas, como roedores, e insectos en los cultivos (Leopold, 1965; y Woloszyn y Woloszyn, 1987).

ESTUDIOS REALIZADOS CON LA ESPECIE

Los estudios que se han referido a *B. astutus*, incluyen diferentes temas como,

Hábitos alimentarios. Taylor (1954), desarrolló estudios de hábitos alimentarios y notas historia de vida en Texas, E.U.A. Chávez y Slack (1993), refirieron el consumo de frutos y la dispersión de sus semillas por carnívoros, en la altiplanicie Edwards, Texas (en los carnívoros considerados se incluía a *B. astutus*). Nava-Vargas *et al.* (1999), investigaron sobre los hábitos alimentarios del cacomixtle en una zona de matorral xerófilo en Hidalgo, México. Rodríguez *et al.* (2000) hicieron un estudio de la dieta en primavera de la especie endémica de cacomixtle, *B. astutus insulicola*, en la población de una isla del golfo de California, México.

Depredación. Buecher y Zinder (1999), reportaron al cacomixtle como predador del murciélago (*Myotis velifer*). Snyder *et al.* (1994), realizaron la misma aseveración respecto al loro (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*).

Etología. Trapp (1978), hizo un estudio comparativo de conducta del cacomixtle y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), en Utah, E.U.A. Poglayen-Neuwall (1980), descubrieron el suministro de saliva a jóvenes cacomixtles, como una posible adaptación de sobrevivencia. Anon (1992), dio a conocer notas de crianza y mantenimiento de los cacomixtles: *B. astutus* y *B. sumichrasti* y publicó también una lista de especies de la familia Procyonidae, refiriéndolos. Poglayen-Neuwall (1993), describió el comportamiento, reproducción, y desarrollo postnatal de *B. astutus* en cautiverio.

Distribución. González (1982), realizó un estudio preliminar referente al cacomixtle (*B. astutus flavus*) en el municipio de Agualeguas, Nuevo León, México. Bauer (1990), presentó una descripción y distribución detallada del cacomixtle en E.U.A. y México. Anderson y Holzem (1992), realizaron los primeros registros de cacomixtle en el Refugio County, Texas en Oklahoma, E.U.A. Tyler y Webb (1992), hicieron una descripción de los hábitos y distribución de cacomixtle en San Patricio County, Texas, E.U.A. Hanson *et al.* (1998), refirieron a *B. astutus* en un estudio de presencia y área de distribución de

mamíferos en Taylor County, Texas. Jiménez *et al.* (1999), realizaron una ficha biológica en una publicación de los mamíferos de Nuevo León, México.

Abundancia. Majors *et al.* (1996), desarrollaron aspectos de investigación a cerca de la abundancia de algunos mamíferos, incluyendo al cacomixtle, en Arkansas, E.U.A.

Anatomía y Fisiología. Baryshnikov y Averianov (1992), estudiaron la anatomía de los dientes, de la familia Procyonidae (familia a la que pertenece *B. astutus*). Zhang *et al.* (1997), investigaron el efecto de la melatonina en la piel de *B. astutus*, durante su muda otoñal y maduración del pelaje.

Paleontología. Baker (1993), halló un registro del Pleistoceno tardío del *B. astutus* al sur-central de Texas, E.U.A.

OBJETIVOS

El objetivo general es:

- ❖ Evaluar la utilidad del Índice de estaciones olfativas para conocer la tendencia poblacional de Cacomixtle (*Bassariscus astutus astutus*) mediante el uso de hábitat, en el volcán Malinche, Tlaxcala.

Con los objetivos particulares:

- ❖ Estimar mediante el Índice de estaciones olfativas, la preferencia de hábitat de *Bassariscus astutus astutus* durante el año en un transecto altitudinal.
- ❖ Analizar por medio del "área" de las huellas registradas en las estaciones olfativas, las posibles categorías de edad de la población *B. astutus astutus*.
- ❖ Determinar la efectividad de las estaciones olfativas para atraer otras especies de mamíferos, para su posterior estudio.

ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional "Malinche" es un volcán inactivo, con una superficie de 45,711 has, de las cuales 33,032 se encuentran en Tlaxcala y 12,679 has en Puebla (Melo, 1977), sus límites se encuentran en los 19°06'30" y 19°20' de latitud norte y a los 97°55'30" y 98°10' longitud oeste. Los municipios que le integran son, en Puebla: Acajete, Amozoc, Puebla y Tepatlaxco de Hidalgo; en Tlaxcala son: Acuamanala de Miguel Hidalgo, Contla de Juan Cumatzi, Chiautempan, Huamantla, Ixtenco, Mazatecochco de José María Morelos, San Pablo del Monte, Teolochoico, Tlaxcala, Tzompantepec y Zittaltepec de Trinidad Sánchez Santos (SEGOB, 1998).

Área Natural Protegida decretada el 21 de septiembre de 1938, que oficialmente pasó a ser propiedad de la Nación el 6 de octubre de 1938 al ser publicado en el Diario Oficial de la Federación (Sánchez, 1969; Vargas, 1984). De la superficie que originalmente tenía en bosques (razón principal por la cual fue decretada), en 1995 sólo quedaban 18 mil has (Adame, 1995, en Ramírez, 1995), por el desmonte para establecer campos de cultivo y los asentamientos humanos que han ido ganando terreno.

Su altitud va desde 2,400 a 4,461 msnm, sus laderas y su piedemonte se extienden considerablemente, en forma circular, con radios de unos 15 km (Moya, 1987). Otros nombres del volcán Malinche son Malitzin o Matlalcueyatl, esta última, palabra nahuatl que significa "falda azul" o "faldas de malla" (Sánchez, 1969), o "la de las diez inmensas faldas" (Moya, 1987).

En éste lugar se practican el entrenamiento de alta montaña, campismo, excursionismo y escalada en roca, caminatas y observación de numerosas aves. Se encuentra rodeado por varios caminos rurales pero la ruta más recomendable desde Tlaxcala es por la carretera 136, rumbo a Huamantla, 13.5 km adelante de Apizaco está la desviación pavimentada a la estación de microondas y albergue IMSS (SEDUE, 1989).

La línea de estaciones olfativas establecida para esta investigación se ubicó del lado de Tlaxcala (Figura 5), y sus coordenadas exactas se refieren en el Apéndice II.

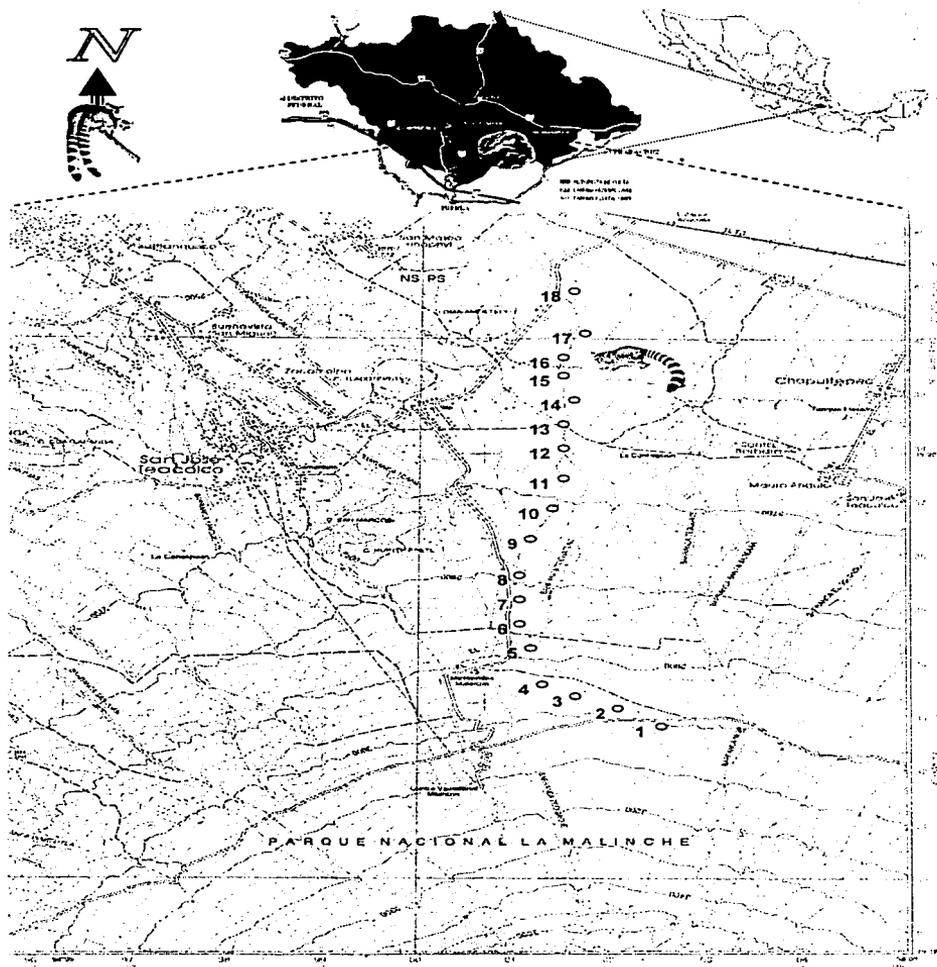


Figura 5. Mapa del área de estudio con la ubicación de las estaciones olfativas en el volcán Malinche, Tlaxcala.

GEOLOGÍA

Un alineamiento tectónico con dirección E-W, formado por la falla denominada Tetlahuca, pasa directamente por el centro del volcán, fue muy probablemente, lo que dio origen a este volcán (Hilger, 1972 en Moya y Zamorano, 1983). Este acontecimiento ocurrió durante el plioceno y continuó hasta el holoceno. En el plioceno se llevó acabo efusiones andesíticas, y en el pleistoceno tuvo emisiones piroclásticas, que cubrieron casi toda la región de Puebla-Tlaxcala, también de composición andesítica. En el holoceno el volcán Malinche continuó emitiendo materiales volcánicos, constituidos principalmente por piroclastos finos, aunque también se definen dos emisiones distintas en tiempos relativamente recientes (una hace 28,000 y la otra entre los 12,000 y 8,000 años; Moya y Zamorano, 1983).

La forma actual de la cima fue consecuencia de una explosión extraordinaria que borró su cima original y posteriormente fue perfilada por la erosión glacial (Moya y Zamorano, 1983). En el volcán Malinche ocurrieron abundantes formas glaciares y periglaciares, que se presentaron a partir de los 2,900 msnm, pues se tienen evidencias tanto erosivas como acumulativas (Moya, 1987). Aunque los procesos glaciares no fueron los únicos que contribuyeron a la erosión de la cima y a la depositación y crecimiento del piedemonte. También los procesos fluviales y fluvio glaciares tuvieron gran importancia en el desarrollo del piedemonte, pues los aportes fluviales originados por el deshielo, favorecieron una intensa acumulación, ya que el agua tuvo un escurrimiento continuo removiendo gran cantidad de materiales hacia las partes bajas (Moya y Zamorano, 1983).

FISIOGRAFÍA

Es el volcán más antiguo de la cordillera Neovolcánica, y aislado más importante de México (Meade, 1986 en Fernández, 1987). Su edificio es cónico con suaves descensos excepto por el lado norte que tiene profundos cortes verticales, y en la región sur donde hay muchas barrancas (Figura 6), siendo la parte occidental la más accesible, a pesar de

presentar muchos accidentes topográficos que dan origen a la formación de cañadas y cárcavas, originando numerosas barrancas.

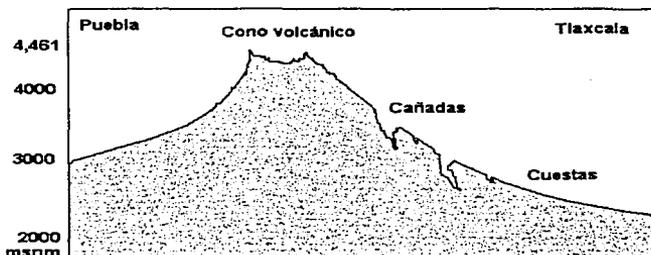


Figura. 6. Perfil del cono volcánico del volcán Malinche, Tlaxcala.

Pertenece a la subprovincia fisiográfica de los lagos y volcanes del Anáhuac del sistema volcánico transversal, y es una importante zona de transición zoogeográfica.

La diversidad de formaciones tanto físicas como biológicas comienzan a partir de los 2,200–2,500 msnm, en donde la pendiente disminuye y se hace mínima provocando problemas importantes por la intensidad de las aguas broncas que bajan a gran velocidad. El arrastre eleva el nivel de los cauces y los hace desbordarse. De los 2,800 a los 4,000 msnm está la cubierta vegetal, de coníferas principalmente (Sánchez, 1969).

EDAFOLOGÍA

El volcán Malinche emitió grandes volúmenes de arenas y cenizas volcánicas, así como erupciones de tipo basáltico que formaron grandes depósitos, y en su cono predominan las tobas volcánicas y las brechas andesíticas, por lo cual los materiales de los cuales esta constituido son: andesita de hornblenda, que se forma por mica biotita y abundantes tobas volcánicas. La lava volcánica presenta un color negro o verde oscuro y es de gran dureza, aún cuando tiene fisuras de contracción (diaclasas) que la hacen bastanté

permeables, lo que permite la rápida infiltración del agua de lluvia, encontrándose también basalto poroso de poco peso formado por burbujas de gases.

Las planicies presentan materiales piroclásticos ya litificados como es la brecha volcánica. También se encuentran en gran escala sedimentos arcillosos denominados comúnmente "tepetates" con variación de color dependiendo de la cantidad de impurezas minerales que tengan en su composición. Son comunes también los depósitos de material erosionado con una composición semejante a la de la roca madre, la transportación se debe generalmente por las aguas de escurrimiento y por el viento. Los sedimentos varían de diámetro en las torrenteras, siendo de mayor tamaño en las partes altas y progresivamente menores en las partes bajas. En los taludes de las cuencas formadas, se localizan afloramientos de conglomerados, cuyos depósitos debieron haberse formado en los cauces más profundos, es decir, cuando se iniciaba con menor intensidad el periodo diástrófico, ya que posteriormente sobre estos mismos depósitos se inicio una segunda fase erosiva (Sánchez, 1969). En general, predominan los suelos de origen volcánico al norte y en la porción central de la zona, y hacia las planicies los suelos son de origen lacustre y fluvial (Moya, 1987).

Ya que los suelos cuentan con arenas y cenizas volcánicas en pequeñas brechas a lo largo de todo el perfil, se presenta un primer horizonte de 10 a 20 cm de espesor, que es de color oscuro en las zonas boscosas por la abundancia de material orgánico, y en el resto es de color amarillento polvoso y suelto (tepetate). En las partes bajas del volcán hay suelos profundos ligeros terregosos que tienen hasta dos m de espesor, su textura en los subhorizontes es más ligera que pesada, excepto en la cercanía de los valles. Su modo de formación es aluvial y de edad reciente, no intemperizados; su topografía es de valle con pendientes hasta de 5%; sus drenajes superficiales e internos buenos, excepto en las depresiones más profundas, por ello son buenos suelos agrícolas (Sánchez, 1969). Aunque pueden llegar a volverse suelos poco fértiles como consecuencia de los vientos y del poder erosivo del agua. Aunado a eso son suelos ricos en calcio y magnesio, pero pobres en los demás nutrientes (Millán, 1975).

HIDROLOGÍA

Debido a que el volcán Malinche; es uno de los centros de emisión más importantes de pómez (tobas ácidas principalmente) con amplios espesores de hasta más de 50 m, es muy importante en el abastecimiento de agua para la región, ya que permite la infiltración de considerables volúmenes de agua a las corrientes subterráneas, gracias a lo cual subsisten las actividades agropecuarias, pero también es donde ocurren los importantes procesos de erosión hídrica en las vertientes (Moya, 1987), aún cuando la existencia de tobas volcánicas y aluvión actúan como esponja hídrica (Sánchez, 1969).

CLIMA

Por la altitud que alcanza su estructura, el clima varía de frío a templado. El clima frío se localiza hacia la parte alta, por encima de la cota de 3,500 msnm; y el resto de la región presenta un clima templado con muchas variaciones. De acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1981) se presentan los siguientes climas dependiendo de la altitud.

C(w1)(w)big. Templado con precipitación invernal menor al 5% de la lluvia anual alcanzando la máxima pluviosidad en los meses de junio y julio con 155 mm. Presenta un verano fresco y largo con una temperatura media del mes más cálido de 18.4°C. La precipitación media anual es de 806.7 mm y la temperatura media anual de 16.4°C. Este clima se presenta en las laderas noroeste de la montaña, entre 2,500 y 2,650 msnm.

C(w)(b)ig. El más húmedo de los templados semihúmedos con un porcentaje de lluvia invernal menor al 5% de la anual, alcanzando el máximo de lluvias en verano, el mes más lluvioso es junio con 172.0 mm. Presenta un verano fresco y largo con una temperatura del mes más cálido de 17.6°C la cual se presenta en abril. La oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es menor a 5°C. La precipitación media anual es de 927.0 mm y la temperatura media anual de 15.3°C. Este clima se presenta en las laderas noroeste, este, sur y sureste a partir de 2,500 a 3,000 msnm, en la ladera

norte de 2,500 a 2,800 msnm, y en las laderas noroeste y oeste a partir de 2,700 a 2,900 msnm.

C(E)(w2'')(w)(b')(i'). Templado semifrío con precipitación invernal menor al 5% de la anual, el mes más lluvioso es junio con 146.4 mm, el más seco diciembre con 7.2 mm. Presenta un verano fresco y largo con temperatura media del mes más cálido de 13.4°C y el mes más frío de 8.2°C. La oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es de hasta 5.2°C. La precipitación media anual es de 715.8 mm y la temperatura media anual de 11.1°C. Este clima se presenta en la ladera norte a partir de 2,850 a 3,300 msnm, en la ladera noroeste de 2,900 a 3,200 y en la ladera oeste de los 2,950 a 3,800 msnm.

E(T)Hwig. Clima frío con precipitación invernal menor al 5% de la anual, el mes más lluvioso se presenta en julio con 270 mm, el mes más seco en diciembre con 5.8 mm. La precipitación media anual es de 1,243.7 mm y la temperatura media anual es de 4.2°C. Este clima se presenta a partir de los 3,850 msnm hasta la cima.

Aunque los meses más lluviosos son junio y julio la temporada de lluvias se extiende hasta agosto y septiembre (Millán, 1975). Los vientos predominantes van de norte a noroeste en los tres primeros meses del año, perjudicando los cultivos por ser fríos; los vientos del sur y sureste transportan la humedad en el verano (Sánchez, 1969).

VEGETACIÓN

Según lo descrito por Arciniega *et al.* 2000, los tipos de vegetación más predominantes que se encuentran en el volcán Malinche son:

Zacatonal subalpino. Comprende áreas ubicadas arriba de 4,000 a 4,461 msnm, sus componentes de vegetación característica son zacatonales de *Festuca tolucensis* y *Calamagrostis tolucensis*, y a partir de los 4,300 msnm son sustituidas por *Festuca livida* y *Arenaria bryoides* que llegan hasta los 4,461 msnm.

Bosque de alta montaña. Se encuentra aproximadamente entre 3,200–4,000 msnm y esta constituido por *Pinus hartwegii* mezclándose en las partes bajas con *Pinus montezumae* y *Abies religiosa* especialmente en las barrancas. En otras áreas bajas con *Cupressus lindleyi*. La vegetación herbácea de este bosque la constituyen diversas especies de plantas fanerógamas y de gramíneas amacolladas como *Festuca tolucensis*.

Bosque de Oyamel. Compuesto principalmente por *Abies religiosa* que se desarrolla prácticamente en todas las áreas de la montaña, principalmente en cañadas protegidas de la insolación y los fuertes vientos, entre los 3,100–3,800 msnm. Puede estar acompañado de un estrato arbóreo inferior formado por dicotiledóneas, de especies de encino (*Quercus*), aile (*Alnus*), madroño (*Arbutus*), sauce (*Salix*), capulín (*Prunus*), tepozán (*Buddleja*) y otros. El estrato arbustivo y el herbáceo contienen sobre todo representantes de la familia Compositae, en particular de los géneros *Senecio*, *Eupatorium*, *Stevia* y *Archibaccharis* (Rzedowski, 1988). Otras especies del estrato herbáceo son: *Penstemon roseus*, *Salvia fulgens*, *Symphoricarpus microphyllus*, *Cirsium ehrenbergii*, *Potentilla candicans*, *Acacea elongata* y *Alchemilla procumbens*.

Bosque de Pino-Encino. Se encuentra entre los 2,400–2,900 msnm, alcanzando alturas de hasta 25 m, formado por *Quercus microphylla*, *Q. crassipes*, *Pinus leiophylla*, *P. teocote*, *P. cembroides*, *P. montezumae* y *P. macrocarpa* asociados en algunas áreas con *Agave atrovirens* y *Opuntia* sp. Otros géneros arbóreos frecuentes lo constituyen aile (*Alnus*), cedro (*Cupressus*), tepozán (*Buddleja*) y madroño (*Arbutus*). El estrato arbustivo se encuentra bien desarrollado y cubre bastante espacio, las especies más representativas son: *Baccharis conferta*, *Buddleja perfoliata*, *Helianthemum glomeratum*, *Dalea foliosa* y *Lupinus aff. elegans*. En el estrato herbáceo se encuentran especies como *Bidens triplinervia*, *Trifolium amabile*, *Senecio callosus*, *Eupatorium isolepis*, *Salvia elegans*, *Verbena carolina*, *Cirsium ehrenbergii* y *Tagetes lunulata* (Arciniega, 2000).

Los hábitats muestreados en este estudio se ilustran en la Figura 7, a través de un perfil del volcán Malinche.

Fernández (1987) reportó especies que se desarrollan en condiciones de disturbio, estas son: *Synphoricarpos microphyllus*, *Alchemilla procombens*, *Arbutus glandulosa*, *Penstemon gentianoides*, *Acaena elongata*, *Senecio* sp., *Muhlebergia* sp., éstas afectan el desarrollo del Oyamel; y como plantas parásitas, sólo encontró muérdago (*Arecuthobium abietis-religiosae* Heil) en muy pocos ejemplares de Oyamel.

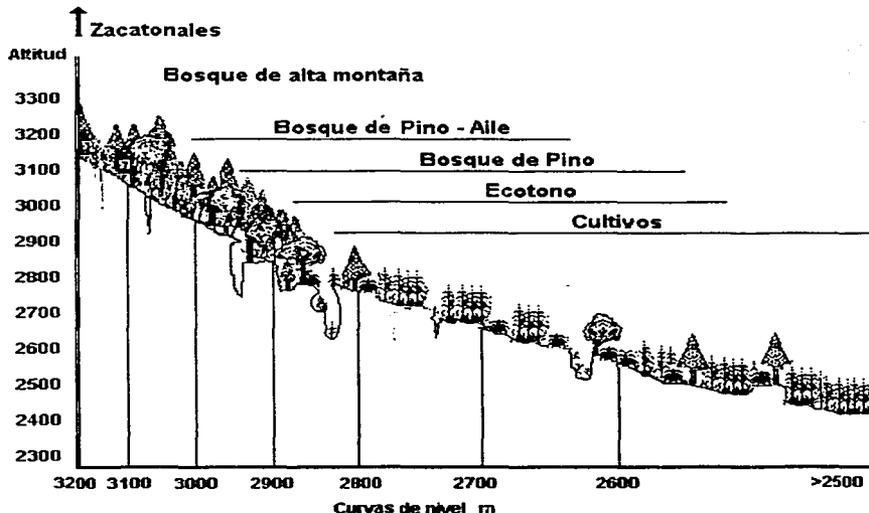


Figura 7. Perfil que muestra los hábitats estudiados, en el volcán Malinche, Tlaxcala.

FAUNA

Anfibios. Ajolote (*Ambystoma mexicano*) y falsa salamandra (*Pseudoericea leprosa*), familia Ambystomatidae, orden Caudata; rana (*Hyla eximia*), familia Hylidae, y sapito excavador (*Spea multiplicatus*), familia Pelobatidae, ambos del orden Anura (Gómez y Reyes, com. personal).

Reptiles. Culebra (*Tagmophis scalaris*), familia Colubridae; crotalidos (*Sistrurus rabus* y *Crotalus molossus*), familia Crotalidae ó Viperidae; falso escorpión (*Barissia inbrincata*), familia Anguidae; encinco (*Eumeces brevirostris*), familia Sincidae; lagartija de las piedras (*Sceloporus* sp) y falso camaleón (*Phrynosoma* sp), familia Phrynosomatidae, todos del orden Squamata (Gómez y Reyes, com. personal).

Aves. Colibríes, (*Amazilia beryllina*, *Colibri thalassinus*, *Lampornis clemenciae*, *Eugenes fulgens*, *Selasphorus platycercus* y *S. rufus*), familia Trochilidae, orden Apodiforme; tapacaminos, (*Caprimulgus vociferus*), familia Caprimulgidae, orden Caprimulgiforme; palomas y tórtolas, (*Colúmba livia*, *Columbina inca*, y *Zenaida macroura*), familia Columbidae, orden Columbiforme; correcaminos, (*Geococcyx californianus*), familia Cuculidae, orden Cuculiforme, halcones y gavilanes, (*Buteo jamaicensis*, *Circus cyaneus* y *Falco sparverius*), familia Accipitridae y Falconidae, orden Falconiforme; codorniz, (*Cyrtonyx montezumae*), familia Phasianidae, orden Galliforme, pájaros, (*Certhia americana*, *Dendroica cronata*, *Ergaticus ruber*, *Junco phaenotus*, *Oriturus superciliosus*, *Spizella passerina*, *Regulus calendula*, *Aphelocoma coerulescens*, *Toxostoma curvirostre*, *Sitta carolinensis*, *Mioborus miniatus*, *Sturnella magna*, *Carpodacus mexicanus*, *Carduelis pinus*, *Troglodytes aedon*, *Catharus aurantiirostris*, *C. guttatus*, *C. occidentalis*, *Pyrocephalus rubinus*, *Tyrannus vociferans* y otras especies), familias Certhiidae, Parulidae, Emberizinae, Sylviidae, Corvidae, Mimidae, Sittidae, Parulinae, Icteridae, Fringillidae, Troglodytidae, Turdidae, Tyrannidae, entre otras familias, orden Paseriforme; carpinteros, (*Colaptes auratus*, *Picoides scalaris*, *P. stricklandi*, *P. villosus* y *Sphyrapicus ruber*), familia Picidae, orden Piciforme, y búhos y lechuzas, (*Aegolius acadicus*, *Otus flammeolus*, *O. trichopsis* y *Tito alba*), familia Strigidae y Titonidae, orden Strigiforme. (Howell y Webb, 1995; Reyes, 2001, com. personal).

Mamíferos. Ardillas (*Sciurus aureogaster*, *S. oculatus oculatus* y *Spermophilus variegatus variegatus*), familia Sciuridae, conejos (*Sylvilagus floridanus orizabae* y *S. cunicularis*), familia Leporidae, orden Rodentia; musaraña (*Sorex vagrans*), familia Soricidae, orden Insectivora; murciélagos (*Anoura geoffroyi lassipyga*), familia Phyllostomidae, (*Myotis vamanensis tutosus*, *M. velifer velifer*, *Corynorhinus mexicanus*),

familia Vespertilionidae, orden Chiroptera; ratones (*Dipodomys phillipsii perotensis*, *Peromyscus boylilevipes*, *P. difficilis amplus*, *P. leucopus mesomelas*, *P. maniculatus flavus*, *P. melonotis*, *Rerthodontomys megalotis saturatus*), ratón espinoso (*Liomys irroratus alleni*), ratón meterorito (*Microtus mexicanus mexicanus*), tuzas (*Pappogeomys merriami* y *Thomomys umbrinus*), familia Geomyidae, orden Rodentia; linco (*Lynx rufus escuinape*), familia Felidae, cacomixtle (*Bassariscus astutus astutus*), mapache (*Procyon lotor*), familia Procyonidae, comadreja (*Mustela frenata perotae*), zorrillo rayado (*Mephitis macroura*) y zorrillo cadeno o de espalda blanca (*Conepatus mesoleucus*), familia Mustelidae, orden Carnívora (Fernández, 1987). Del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) familia Cervidae, orden Artiodactyla, y del coyote (*Canis latrans*), familia Canidae, orden carnívora (Sánchez, 1969), al parecer ya han desaparecido sus poblaciones.

APROVECHAMIENTO HUMANO

Debido a que la agricultura depende de los factores climáticos y del suelo, se enfrenta a algunos problemas que repercuten también en la actividad pecuaria, haciendo a ambas deficientes. La precipitación pluvial es irregular y escasa la mayor parte del año, y torrencial en 3 ó 4 meses. Las heladas son otro fenómeno desfavorable y más aún cuando se presentan "tempraneras" o "tardías". Respecto a los suelos, éstos son pobres y delgados en algunas partes, y gran cantidad son afectados por la erosión. Por las cuevas que presenta este volcán, la erosión es un problema generalizado, aunque se presenta mayormente en la región sur-oriente. La erosión es causa de la inmoderada explotación de los bosques, la apertura de nuevas áreas de cultivo, la práctica agrícola en pendientes pronunciadas, el pastoreo en las zonas arboladas; pues desaparece la cubierta vegetal y las fuertes corrientes de agua y los vientos arrastran consigo el suelo (López, 1975).

Las prácticas irregulares en los bosques como talas excesivas, incendios accidentales y provocados, sobre pastoreo, "ocoteo" de los pinos y carboneo de encinos; provocan su rápida y gran disminución, además de la aceleración del fenómeno erosivo. Este, no es sólo cuestión de pérdida de terrenos para la explotación agrícola, ganadera y

forestal. Pues los materiales arrastrados causan grandes perjuicios en las obras hidráulicas (azolve de los ríos y vasos de almacenamiento o interrupción del drenaje agrícola). La práctica del monocultivo empobrece aún más los suelos y así como la erosión, llega a provocar en ocasiones el abandono, por improductivas, grandes extensiones de tierra que hacen aún más crítica la economía tlaxcalteca.

Con el objetivo de lograr la conservación de suelos, se creó *La Comisión de La Malinche* que operó en el periodo 1965–1974, realizando diferentes obras, como terracedos y revegetación, construcción de cisternas, vados, diques, marginales, albarradas; siembras de pastos comunales; terrazas de banco y sanjeos a contorno; espigones de rama y piedras; brechas de penetración; terrazas de formación sucesiva, comprendiendo zanjas a nivel y empastado de bordos; presas de retención a base de piedra acomodada y presas de control y azolves, etcétera. Obras que beneficiaron a 75 poblaciones y rehabilito cerca de 10,000 hectáreas (Millán, 1975). *La Comisión de La Malinche* aplicó planes para el control y utilización del agua, mejora de suelos y restauración, en general se pueden definir las acciones de esta comisión como “Prácticas de conservación para evitar la erosión” (Sánchez, 1969).

La planta de maguey (*Agave atrovirens* y *A. salmiana*) se aprovecha en la agricultura para obtener aguamiel, retener la humedad del suelo y al suelo mismo, además de ser común su uso para delimitar propiedades (Sánchez, 1969). En éstas, se siembra maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), haba (*Phaseolus lunatus*), frijol (*P. vulgaris*), alfalfa (*Medicago sativa*) y trigo (*Triticum aestivum*) (INEGI, 1993 y 2001; Sánchez, 1969); cubriendo cada vez un área mayor en lo que anteriormente era bosque. Pocos árboles de capulín (*Prunus serotina*) se encuentran dispersos a las orillas de las zona cultivadas. El bosque de oyamel (*Abies religiosa*) es explotado ilegal e irracionalmente.

En las faldas y laderas del volcán Malinche se crían animales domésticos para trabajo y transporte, así como, rebaños mixtos de ovinos y caprinos, también de bovinos para producción de carne y/o leche (Sánchez, 1969; INEGI, 1993). También se practica la avicultura (INEGI, 1993).

La tenencia de la tierra se encuentra repartida en propiedad comunal, propiedad ejidal, pequeña propiedad y propiedad ganadera. El primer lugar en importancia es el ejido, la propiedad comunal ocupa áreas relativamente pequeñas, la pequeña propiedad varía de 00-25-00 hectáreas a 4-00-00 hectáreas, y el área de inafectibilidad ganadera y alguna que otra propiedad se encuentran dentro de los límites máximos que señala el código agrario (Sánchez, 1969).

Los materiales que usan para construir sus casas pueden ser del lugar, como la madera, el adobe, el tepetate o piedra, para paredes y pisos; y techos de tejamanil o tejas (Sánchez, 1969). Otro tipo de materiales utilizados son láminas de asbesto, metálicas o de cartón, cemento, tabique o ladrillo y varilla (Sánchez, 1969; INEGI, 1993).

MÉTODO

MATERIAL Y MÉTODO DE CAMPO

Para este estudio se estableció un transecto en la ladera noroeste del volcán Malinche, la línea de estaciones presentaba un gradiente altitudinal, que iniciaba a los 3,055 msnm y terminaba a los 2,595 msnm, ésta se colocó paralela a una vereda, que en su mayor parte estaba al lado de cañadas, y estaba formada por 18 estaciones olfativas, separadas cada una entre sí, 500 m aproximadamente, recorriendo una distancia total de 8.5 km. Por su extensión atravesó por cuatro hábitats, que son: bosque de pino-aile, bosque de pino, ecotono y cultivo; específicamente fueron ecotono y cultivo donde esta línea era adyacente a las cañadas. Se realizaron diez muestreos a lo largo de un año, esto fue de octubre de 1995 a septiembre de 1996, mismos que se distribuyeron aleatoriamente cubriendo las cuatro estaciones del año, por esa razón se realizaron tres salidas en otoño, dos en invierno, dos en primavera y tres en verano.

Al método de estaciones olfativas basado en el descrito por Linhart y Knowlton (1975), se hicieron algunas modificaciones, adaptándolo para las características del sitio y la especie en estudio, aunque el procedimiento para obtener el índice relativo de abundancia que deriva de las estaciones olfativas se mantuvo intacto. Por ese motivo, cada estación olfativa se colocó metros adentro de la vegetación que circundaba la vereda, y su preparación consistió en: seleccionar el área de un círculo con un metro de diámetro, este se desyerbó, se aflojó y tamizó el suelo para dejar una superficie homogénea que permitiera la buena impresión de las pisadas de los animales que la visitaran; tal superficie consistió en una capa superficial de 2 cm aproximadamente, de grosor de suelo suave y sin piedras, pero con una consistencia adecuada que se determinó antes haciendo unas pruebas con mallas de tamiz de diferentes aperturas para conocer la consistencia debido al tamaño de los gránulos que pasaban a través de estos, en este caso los mejores resultados se obtuvieron con un tamiz de malla metálica de apertura de 0.5 cm, el cual se decidió utilizar para este trabajo. Se homogenizó la consistencia del suelo en todas las estaciones, y posteriormente en el centro de cada una se colocaba una tableta de yeso de 10 cm de diámetro aproximadamente, que tenía una

superficie cóncava donde se ponía la orina de lince (este atrayente lo indicó Salinas 1995, como efectivo para *B. astutus*). Después la tableta era cubierta ligeramente con la misma tierra, para disimularla y dejar una superficie uniforme; finalmente, de acuerdo a Lindzey *et al.* (1977), se dejaba una marca en la orilla de la estación, en este caso fue de la impresión de una mano, que nos permitió saber si había pérdida de información, como se explicará más adelante. Para evitar dejar nuestro olor y no alterar así la visita, se usaron guantes de plástico desechables al alisar la superficie del suelo, colocar la tableta de yeso y poner la marca, para remover el suelo se requirió de una pala, y se decidió elaborar las tabletas con yeso por ser este un material poroso que permite la constante liberación de la esencia atrayente.

Respecto a la orina de lince que se empleó como atrayente fue de origen natural y se obtenía del Zoológico San Juan de Aragón, Distrito Federal, México; como medida de prevención se hervía en "baño maría" para esterizarla, en caso de que los animales en cautiverio presentaran alguna enfermedad, destruir al agente patógeno y evitar diseminar alguna infección en el campo que afectara a las poblaciones silvestres; y por último, se conservaba refrigerada hasta el momento de su uso para evitar su descomposición.

La marca que se dejaba en la orilla de cada estación servía para que posteriormente al revisarla, se determinara como **estación operativa** si se encontraba intacta dicha marca, o **inoperativa** si se hallaba borrada o modificada, debido a que la causa de tal alteración también debió actuar en cualquier otra huella que se hubiera impreso. Cuando las estaciones se dejaban listas para atraer y registrar las visitas se les llamaba **activadas**. Se preparaban las estaciones y se activaban al atardecer; éstas permanecían activas sólo por una noche en cada fecha de muestreo, de acuerdo con Brady (1981), y Roughton y Sweeny (1982).

Cada estación era revisada al día siguiente al amanecer y se anotaba todo lo que se encontraba específicamente en cada una de ellas. Primero se determinaba si era operativa o inoperativa. Si estaba **operativa** pero **sin visita**, o si era **operativa con visita** se identificaba la o las especies que habían dejado su rastro, esto se hacía *in situ* con ayuda del manual de campo "Rastros de los mamíferos silvestres de México", de Aranda

(1981). En el caso específico del cacomixtle se contaron, y se midieron todas las impresiones que estuvieran bien definidas, el largo y ancho de cada una; para diferenciar tentativamente las crías y los juveniles de los adultos. En el último caso de que estuviera la estación **inoperativa**, se registró la causa de esto, como la lluvia, el viento, el paso de animales de crianza, haber sido rascadas por perros, o destruidas por los campesinos. Las mediciones se realizaron con un vernier metálico, y de las huellas que tenían una buena impresión se sacaron algunos moldes de yeso.

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Se anotaron todas las medidas de las huellas del cacomixtle, pero finalmente se trabajó sólo con las medidas de las patas traseras, por su patrón de caminata; en la mayoría de las veces *B. astutus* encima las pisadas, quedando sobre la marca de las patas delanteras las marcas hechas por sus patas traseras. Para no sobreestimar en lo posible los resultados, del total de las huellas de patas traseras, se buscó que medias iguales, encontradas en una misma estación olfativa y una misma fecha, al mismo tiempo, no se repitieran.

La tarea de determinar el tamaño de las huellas no era cosa fácil, así que se propuso un tamaño "relativo" o área, que se obtuvo al multiplicar el largo por ancho de cada una de ellas.

Para su análisis los datos obtenidos se agruparon por: 1) estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno), y 2) hábitats (bosque de pino-aile, bosque de pino, ecotono y zona de cultivo), para cada situación se obtuvo el Índice Relativo de Abundancia, además para no sobreestimar la población mediante el método de estaciones olfativas Leberg y Kennedy (1987) definieron como una visita, la presencia de una ó más huellas de la misma especie en la estación olfativa, así que se cumplió con ese concepto.

El Índice Relativo de Abundancia (IRA) se calculó con base a las estaciones olfativas y de acuerdo a lo establecido por Linhart y Knowlton (1975), y Roughton (1975) con la siguiente ecuación:

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

Por otro lado, a estos grupos de datos se les realizaron pruebas de estadística paramétrica que consistieron en, análisis de varianza (ANOVA) para detectar si existían diferencias estadísticamente significativas entre ellos, y la prueba de comparación múltiple de Tukey para detectar donde se daban esas diferencias. Para aplicar el ANOVA se empleó el área de las huellas registradas en cada estación olfativa, para obtenerlas se multiplicó largo por ancho de cada una, esta conversión facilitó el manejo de una sola variable; el programa utilizado para la aplicación de pruebas estadísticas fue el SPSS versión 10.

Con las áreas de las huellas dejadas por los cacomixtles, se establecieron dos categorías: una de jóvenes y crías con áreas $< 9 \text{ cm}^2$ y la otra, de adultos con áreas $\geq 9 \text{ cm}^2$. Para validar esta idea se realizó una prueba de "Z" entre ambos grupos, para comprobar si existía o no diferencia entre las categorías de edades propuestas. Se decidió tomar como referencia la medida de 9 cm^2 , porque es el área que resulta de las medidas de la pata trasera, indicadas en el manual de Aranda (1981), respaldados en que esta guía de campo se basa en un promedio de medidas de rastros de mamíferos de México, recordando que por el patrón de caminata de *B. astutus*, la impresión que mejor se conserva es la de sus patas traseras.

También, se realizaron gráficas o polígonos de frecuencia que permitieron apreciar con facilidad la presencia y distribución de diferentes tamaños de las huellas atribuibles a diferentes edades de cacomixtle, a lo largo de las estaciones anuales y en los distintos hábitats muestreados.

Los rastros dejados por otras especies en las estaciones olfativas permitieron determinar de cuales se trataba, esto se hizo en el momento de ser encontradas y por medio del manual de campo para identificar rastros de los mamíferos silvestres de México de Aranda (1981); el registro de los rastros incluyó los números de las estaciones olfativas que fueron visitadas por cada especie, también a que hábitat pertenecían y las fechas en que se encontraron las huellas.

RESULTADOS

Con las diez noches muestreadas que cubrieron el periodo de un año, combinadas con las 18 estaciones olfativas del transecto, se tuvieron 180 estaciones activadas y cada una significó una posibilidad de registrar las huellas de los individuos presentes en la zona de estudio. De estas 180 ocasiones, 154 estaciones olfativas permanecieron operativas, de las cuales 62 fueron visitadas por individuos de la población de *Bassariscus astutus astutus* (Apéndice I). Debido a que para cada noche de muestreo y en cada estación pudieron acudir uno o varios individuos de cualquier especie, se obtuvo un registro total de 645 huellas de diferentes grupos de vertebrados; por la nitidez de la impresión sólo 570 de ellas pudieron ser identificadas. Encontrando que 474 fueron de cacomixtle, de éstas, al revisar que medidas iguales que procedieran de la misma estación olfativa y misma fecha simultáneamente no se repitieran, resultaron 264; los demás rastros pertenecían a otras especies que se darán a conocer más adelante.

ÍNDICE RELATIVO DE ABUNDANCIA

Con los datos de las visitas de cacomixtles a las estaciones olfativas, agrupados por estaciones del año, se obtuvo el Índice Relativo de Abundancia para cada una, y se observó el mayor valor en otoño con 553.2, contrariamente a esto el menor índice resultó en invierno con 314.3 (Cuadro 1, Figura 8).

ESTACIÓN DEL AÑO	ÍNDICE RELATIVO DE ABUNDANCIA
Primavera	363.6
Verano	333.3
Otoño	553.2
Invierno	314.3

Cuadro 1. Índice Relativo de Abundancia del cacomixtle, correspondiente a cada estación del año, en el volcán Malinche, Tlaxcala.

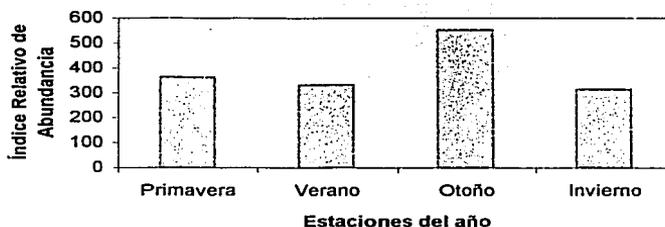


Figura 8. Índice Relativo de Abundancia de *B. astutus* para cada estación del año, encontrado en el volcán Malinche, Tlaxcala.

Los valores del Índice Relativo de Abundancia de *B. astutus* obtenidos en las estaciones anuales se mantuvieron separados por etapas de muestreo, y reflejaron que el mayor índice se presentó en noviembre con 625, después diciembre con 571.4, octubre al igual que fines de marzo tuvieron una estimación de 470.5, mientras que el más bajo índice fue en mayo con 250 (Cuadro 2, Figura 9). Estos valores independientes a las agrupaciones hechas anteriormente, confirman las estimaciones que en conjunto se describieron para las estaciones del año.

PERIODOS	ÍNDICE RELATIVO DE ABUNDANCIA
Primavera	
marzo (fines)	470.5
mayo	250
Verano	
junio	294.1
agosto	357.1
septiembre	375
Otoño	
octubre	470
noviembre	625
diciembre	571.4
Invierno	
enero	353.3
marzo (inicio)	277.7

Cuadro 2. Índice Relativo de Abundancia de cacomixtle, de los periodos de muestreo que constituyeron las estaciones anuales, en el volcán Malinche, Tlaxcala.

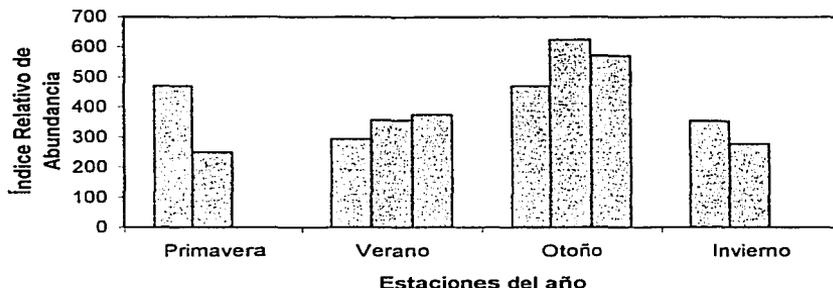


Figura 9. Índice Relativo de *B. astutus* de cada periodo de colecta de datos que conformaron a las estaciones del año, en el volcán Malinche, Tlaxcala.

Los hábitats se analizaron tomando en cuenta la totalidad de visitas en ellos registrados, si bien no se muestran gráficamente bosque de pino-aile y bosque de pino, sí se incluyeron sus resultados para la obtención del Índice Relativo de Abundancia, eso debido a una baja o nula respuesta de visitas en ellos. Por lo tanto, los datos mostraron que la mayor estimación se presentó en ecotono con 600, a continuación cultivo que tuvo 489.4, en bosque de pino hubo un valor muy bajo que fue 58.8, y en bosque de pino-aile no se presentó ninguna visita. (Cuadro 3, Figura 10).

HÁBITAT	ÍNDICE RELATIVO DE ABUNDANCIA
Pino-Aile	0
Pino	58.8
Ecotono	600
Cultivo	489.4

Cuadro 3. Índice Relativo de Abundancia del cacomixtle en cada hábitat estudiado del volcán Malinche, Tlaxcala.

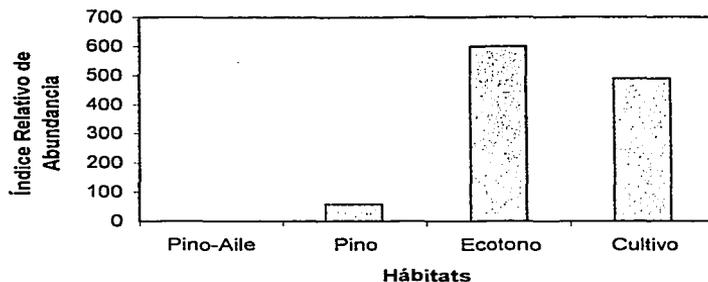


Figura 10. Índice Relativo de Abundancia de *B. astutus* obtenido de los hábitats estudiados en el volcán Malinche, Tlaxcala.

ÁREA DE LAS HUELLAS

Los datos de la investigación mostraron áreas de las huellas de cacomixtle, con dimensiones de 3.04 a 14.44 cm², para visualizarlos fácilmente se formaron intervalos de clases (Cuadro 4, Figura 11). Notablemente la mayoría de las áreas se encontraban entre 8.7–10.2 cm². No obstante, este último, junto con sus inmediatos intervalos anterior y posterior (7.61–8.74 y 9.89–11.02 cm²) fueron los que mayor número de registros tuvieron, disminuyendo la proporción de huellas pequeñas, y marcadamente los dos últimos intervalos (12.17–13.30 y 13.31–14.44 cm²) de mayor área de huella se registraron muy pocas ocasiones.

INTERVALOS DE CLASE	FRECUENCIA
3.04-4.18	11
4.19-5.32	15
5.33-6.46	10
6.47-7.60	11
7.61-8.74	42
8.75-9.88	91
9.89-11.02	52
11.03-12.16	11
12.17-13.3	1
13.31-14.44	3

Cuadro 4. Áreas de las huellas de cacomixtle, agrupadas por intervalos de clase y número de eventos correspondientes a cada uno de ellos, provenientes del volcán Malinche, Tlaxcala.

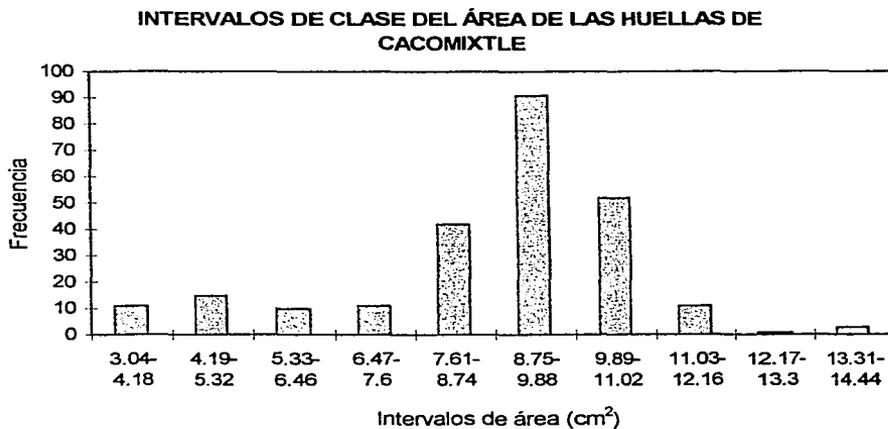


Figura 11. Intervalos de clases de áreas de las huellas de cacomixtle registradas en el volcán Malinche, Tlaxcala.

Comenzamos por analizar los intervalos de tamaño en las estaciones del año, donde encontramos que de los rangos intermedios (7.61–8.74, 8.75–9.88 y 9.89–11.02) siempre hubo rastros, y aumentaron ligeramente su incidencia durante otoño; en primavera y otoño se encontraron las áreas más pequeñas, y las huellas de tamaños más grandes fueron halladas muy pocas veces y no se pudieron relacionar con alguna tendencia durante las estaciones anuales (Cuadro 5, Figura 12).

Intervalos de clase (cm ²)	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
3.04–4.18	6		5	
4.19–5.32	9		6	
5.33–6.46	6	2	1	1
6.47–7.60		2	7	2
7.61–8.74	2	6	32	2
8.75–9.88	11	20	40	20
9.89–11.02	19	3	21	9
11.03–12.16	3	5	1	2
12.17–13.30			1	
13.31–14.44	1	1		1

Cuadro 5. Número de visitas de los intervalos de áreas de huellas de *B. astutus*, en las estaciones del año, en el volcán Malinche, Tlaxcala.

**INTERVALOS DE CLASE DEL ÁREA DE LAS HUELLAS DE CACOMIXTLE
EN LAS ESTACIONES DEL AÑO**

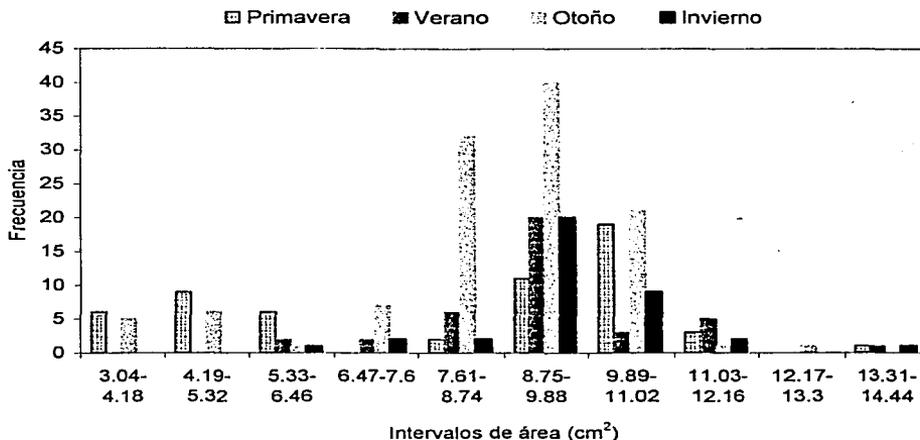


Figura 12. Frecuencia de los intervalos de tamaño de las huellas de cacomixtle, durante las estaciones del año, en el volcán Malinche, Tlaxcala.

Al evaluar la repetición de los intervalos de tamaño de huellas en los hábitats, notamos que en zona de cultivo hubo todos los rangos de tamaño registrados, con una alta proporción de los intermedios, medianamente de los pequeños, y aunque solamente ahí se encontraron de las áreas más grandes, estos fueron muy pocos. En ecotono disminuyó la incidencia de los intervalos intermedios, además presentó muy pocos de tamaño pequeño, y no hubo de huellas grandes. En bosque de pino se obtuvo un número muy reducido de visitas, de hecho sólo hubo evidencia correspondiente a un intervalo de tamaño pequeño y otro mediano (Cuadro 6, Figura 13).

Intervalos de clase (cm ²)	Cultivo	Ecotono	B. de Pino
3.04-4.18	8	3	
4.19-5.32	14	1	
5.33-6.46	8		2
6.47-7.60	7	4	
7.61-8.74	35	7	
8.75-9.88	69	20	2
9.89-11.02	37	15	
11.03-12.16	10	1	
12.17-13.30	1		
13.31-14.44	3		

Cuadro 6. Número de visitas para cada intervalo de clase de las huellas de cacomixtle, en hábitats del volcán Malinche, Tlaxcala.

INTERVALOS DE CLASE DEL ÁREA DE LAS HUELLAS DE CACOMIXTLE EN LOS HABITATS

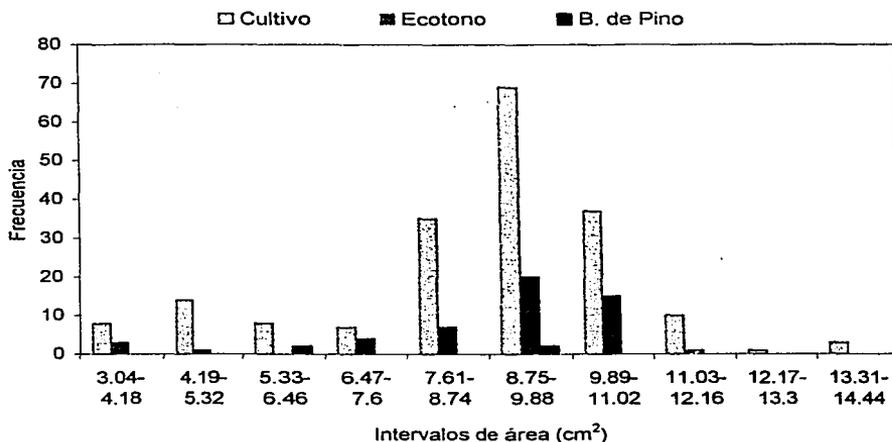


Figura 13. Frecuencia de los intervalos de tamaño de las huellas de *B. astutus*, en diferentes hábitats del volcán Malinche, Tlaxcala.

Análisis al área de las huellas

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) a los 264 datos de las áreas de las huellas agrupados por estación del año, el cual indicó diferencias significativas, y a través de la prueba de Tukey se localizaron éstas, encontrando diferencias entre las asociaciones primavera-verano y primavera-invierno, mientras que primavera-otoño y verano-otoño-invierno resultaron similares, esto significó que las áreas entre ellas no variaron mucho o no significativamente (Cuadro 7).

Al efectuar el ANOVA a los mismos 264 datos agrupados por hábitat, esta vez no se detectaron diferencias significativas al comparar entre bosque de pino-ecotono-cultivo. Para éste análisis no se incluyó bosque de pino-aile por no haberse encontrado rastros de visitas en él, pues al parecer no hubo incursión de la especie de estudio, y de antemano se consideró diferente (Cuadro 7).

	Medias	F	P
Estación del año		5.880	<0.05
Primavera	7.93 a		
Verano	9.37 b		
Otoño	8.65 a b		
Invierno	9.35 b		
Hábitat		1.048	<0.05
Cultivo	8.73 a		
Ecotono	8.92 a		
Pino	7.46 a		

Cuadro 7. Resultados del análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey HSD) entre estaciones del año, y entre hábitats; a través de las áreas de las huellas de cacomixtle *B. astutus* en el volcán Malinche, Tlaxcala.

Posibles categorías de tamaño

Resultado del interés por conocer que ocurría con las huellas pequeñas, que supusimos pertenecían a ejemplares jóvenes o crías, con base, en el promedio mencionado del tamaño de las huellas de un animal adulto (9 cm^2), nos llevó a plantear dos categorías: 1) áreas menores a 9 cm^2 , y 2) áreas iguales y mayores a esa dimensión.

Con la prueba de "z" se compararon los dos grupos de tamaño de huellas (crías/juveniles $< 9 \text{ cm}^2$, y adultos $\geq 9 \text{ cm}^2$) del cacomixtle, y se encontró diferencia significativa entre estos, ($z=17.00$, g.l.=164.02, valor crítico=1.9749, $p<0.05$). Por otra parte, se hizo una sencilla presentación de la información (Cuadro 8), que demostró que las visitas con huellas de tamaño menor a 9 cm^2 fueron más frecuentes en otoño; mientras que los muestreos de marzo y de septiembre sólo registraron una visita en cada uno.

Algo que hay que hacer notar, es que en ninguna ocasión se encontraron huellas pequeñas exclusivamente, siempre estuvieron acompañadas por otras grandes. La ubicación y periodo en que se observaron impresiones pequeñas, es el siguiente:

REGISTRO DE VISITAS CON HUELLAS MENORES DE 9 cm² DE CACOMIXTLE

HABITAT	Estación olfativa	OTOÑO			INVIERNO		PRIMAVERA		VERANO		
		oct	nov	dic	ene	mzi	mzf	may	jun	ago	sep
Pino-Aile	1										
	2										
Pino	3										X
	4										
Ecotono	5	X	X			X					
	6		X								
	7	X	X	X				X			
Cultivo	8	X	X							X	
	9		X	X							
	10			X							X
	11		X		X						
	12			X							
	13							X			
	14		X								
	15	X	X					X			
	16	X	X	X							X
	17	X		X	X		X	X	X		
	18	X	X								
Número de visitas		7	10	6	2	1	1	4	2	2	1

Cuadro 8. Detalle de hábitat y periodo en que se encontraron huellas pequeñas de cacomixtle, durante el estudio en el volcán Malinche, Tlaxcala.

OTRAS ESPECIES ATRAIDAS POR LAS ESTACIONES OLFATIVAS

De las huellas que se encontraron en las estaciones olfativas y no pertenecían a cacomixtle, se pudo determinar que fueron dejadas por: lince (*Lynx rufus*), mapache (*Procyon lotor*), zorra (*Urocyon cinereoargenteus*), perro (*Canis familiaris*) o coyote (*C. latrans*), conejo (*Sylvilagus* sp), tlacuache (*Didelphis virginiana*), comadreja (*Mustela frenata*), ardilla (*Sciurus aurogaster* o *Spermophilus variegatus*), diversas aves, ratones y cabras domésticas. El número de visitas logradas se muestra en el Cuadro 9, Figura 14.

ESPECIE	NÚMERO DE VISITAS
lince	16
perro o coyote	18
mapache	2
zorra	2
conejo	9
tlacuache	2
ardilla	2
comadreja	1
aves	7
ratón	2
cabras	2

Cuadro 9. Número de visitas de diferentes animales en las estaciones olfativas, identificados por sus rastros, en el volcán Malinche, Tlaxcala.

De estos, podemos suponer por su biología los animales que realmente resultaron atraídos por la orina de lince colocada en las estaciones, fueron: lince, mapache, zorra, perro o coyote, y conejo; los rastros de los otros animales se debieron a un hecho imprevisto.

VISITAS DE DIFERENTES VERTEBRADOS A LAS ESTACIONES OLFATIVAS

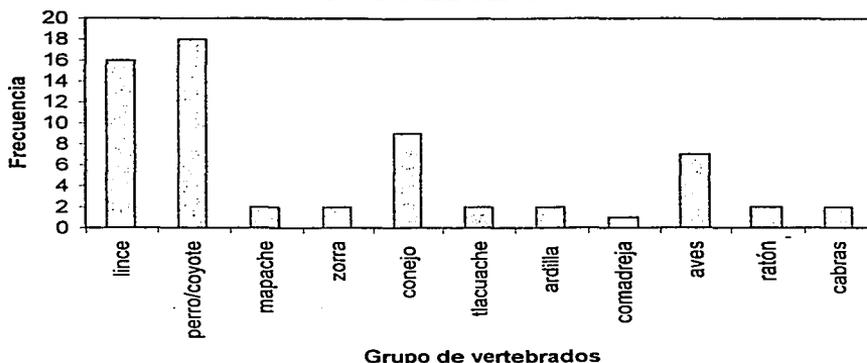


Figura 14. Registro de otros vertebrados, identificados a través sus huellas en las estaciones olfativas, durante el periodo en que se desarrollaron los muestreos en el volcán Malinche, Tlaxcala.

Los otros grupos de los cuales se encontraron rastros, además del cacomixtle, acudieron en repetidas ocasiones a las estaciones olfativas, excepto la comadreja. Los que demostraron mayor éxito de atracción, por sus visitas registradas, fueron: lince en 16 ocasiones; conejo que registró 9 visitas, ambos en todo el transcurso de la investigación; perro o coyote realizó 18 visitas pero en invierno no se hallaron rastros suyos, a diferencia de los de comadreja que sólo se encontraron en una ocasión, durante verano. Los detalles de estas visitas se muestran en el Cuadro 10.

RESPUESTA DE VISITA DE OTROS MAMÍFEROS A LAS ESTACIONES OLFATIVAS

	Lince	Perro o Coyote	Mapache	Zorra	Conejo	Tiacuache	Ardilla	Comadreja
Estación del año								
Primavera	2	2	—	—	4	1	1	—
Verano	3	9	—	—	2	1	—	1
Otoño	5	7	1	1	1	—	—	—
Invierno	6	—	1	1	2	—	1	—
Hábitat								
Pino-Aile	3	—	—	—	1	—	—	—
Pino	3	1	—	—	—	—	—	—
Ecotono	4	6	—	1	4	—	2	1
Cultivo	6	11	2	1	4	2	—	—

Cuadro 10. Número de visitas efectuadas por otras especies de mamíferos, además del cacomixtle, a las estaciones olfativas, en las estaciones del año y en los hábitats, en el volcán Malinche, Tlaxcala.

DISCUSIÓN

El haber dispuesto de orina natural de lince como atrayente del cacomixtle se basó en lo citado por Salinas (1995) donde demostró la efectividad de esta esencia para la especie bajo estudio. Quizá, hubiese sido más adecuado el uso de orina de *B. astutus*, ya que de acuerdo con Humphrey y Zinn (1982) el orín de la misma especie da una mejor respuesta de atracción, idea bastante lógica, pero que no pudo realizarse por la gran dificultad de conseguirla.

La atracción de *B. astutus* hacia las estaciones olfativas, se debió a la alta sensibilidad y comunicación química de este mamífero, cuya facultad olfativa permite el envío y recepción de mensajes a través del aire (Eisenberg y Kleiman, 1972). Mediante el uso de agentes hormonales contenidos en sus orines, secreciones glandulares, heces fecales, y otros rastros depositados de manera directa o indirecta. Dichas señales pueden ser percibidas por individuos de la misma o diferente especie (Gorman y Trowbridge, 1989). Instinto que lleva al cacomixtle el reconocer olores nuevos o familiares, sobre todo aquellos que estén dentro de su territorio. Con las estaciones olfativas se provocó dicho reconocimiento, incluso en algunas ocasiones intentó borrar el olor con el suyo mismo, sobreponiendo orina y/o excremento en ellas, debido a la delimitación territorial o por la época de celo.

En lo que respecta a la permanencia de las estaciones olfativas por cada periodo de muestreo, el éxito de visitas logrado confirma lo señalado por Morrison *et al.* (1981), Roughton y Sweeny (1982), Conner *et al.* (1983), Leberg y Kennedy (1987), Traviani *et al.* (1996), y Sargeant *et al.* (1998), esto es la colocación del atrayente sólo por una noche y no por un periodo mayor, contrario a lo planteado por Linhart y Knowlton (1975); Diefenbach (1994), y Hein y Andelt (1995). Los inconvenientes de dejar más noches el atrayente, de acuerdo con Traviani *et al.* (1996), son que los individuos se acostumbran al olor y evitan la visita, o que un mismo individuo puede visitar la estación todas las noches consecutivas, y estas conductas pueden alterar el índice de visitas.

ÍNDICE RELATIVO DE ABUNDANCIA POR ESTACIÓN DEL AÑO

En primavera, el valor del Índice Relativo estuvo un poco por debajo del promedio anual. Suponemos que la actividad registrada estuvo determinada por la época de apareamiento que ocurre en los primeros meses de dicha estación, como lo indican Leopold (1965) y Aranda (2000). Debido a que en marzo se encontraron estaciones olfativas con orina y excretas dentro de éstas, cubriendo el lugar donde se depositó la orina de lince. Hecho que probablemente indica la territorialidad entre machos adultos en respuesta a la competencia por el acceso a las hembras, como lo describe Fritzell (1978a) en mapaches. Ya que de acuerdo con Barrete y Meiser (1980), el marcaje con olor en mamíferos constituye una importante característica conductual de individuos dominantes. Lo que suponemos refleja un equilibrio en la actividad entre individuos.

Al mismo tiempo, como lo señala Morrison (1981), la disponibilidad de alimento puede determinar la distribución de los animales. En ese periodo, en el área de estudio comenzaban a surgir los recursos alimentarios, pues aunque algunos terrenos se hallaban en barbecho, otros comenzaban a ser sembrados, otros ya tenían plántulas, y algunos árboles comenzaban a tener frutos. Además esta disponible el aguamiel, que se produce durante todo el año. Medios necesarios para la supervivencia de las próximas camadas.

Verano, tuvo una estimación un poco más por debajo del promedio anual obtenido, esto probablemente por el periodo de nacimientos (que inicio en primavera) el cual se ajusta al que refieren Leopold (1965) y Aranda (2000). Porque como lo describe en mapaches Fritzell (1978), las hembras con jóvenes anidados no puede viajar lejos del sitio donde se encuentran los pequeños, durante los primeros días después del parto. También, el decremento de visitas de cacomixtle de mayo-junio, coincide casi exactamente con el observado por Conner *et al.* (1983), en zorra gris, de abril-junio, periodo en el cual las visitas fueron menos, debido a la estación de retiro y crianza de jóvenes, resultando mínimo el total de recorridos diarios.

Otro aspecto que influye en mapaches se presenta cuando han empezado los nacimientos, los machos hacen recorridos más grandes, situación que describe Fritzell (1978b), y que posiblemente debió ocurrir en cacomixtle, provocando estas excursiones un menor registro de visitas.

Como ya se mencionó la importancia de la disponibilidad de alimento, suponemos que debido a su incremento, por las lluvias, las plántulas del cultivo ya se encontraban más desarrolladas, y podían alojar y atraer presas para los cacomixtles, además de proporcionarles una cobertura que les permitía desplazarse sin ser vistos tan fácilmente por sus depredadores. Sin descartar que algunas de esas plántulas pueden servir de alimento a *B. astutus*. Al mismo tiempo, la vegetación natural comenzaba proliferar más en la época de verano.

Tyler y Webb (1992), a través de un análisis de excretas de cacomixtle, encontraron que en verano y otoño había de una amplia variedad de insectos, principalmente grillos y langostas, muchas semillas de bayas y bellotas de encino, además sapos y lagartijas de collar. Si bien, en otoño, bayas y langostas tuvieron mayor frecuencia de ingestión. Con este antecedente, se demostró que la dieta básica de *B. astutus* no está compuesta permanentemente de pequeños vertebrados. Al igual que para otros mamíferos carnívoros, coyote y zorra, las semillas y bayas tienen gran importancia en la dieta de verano, mientras que en otoño se reducen gradualmente debido a su disponibilidad que decrece más en invierno, como lo mencionan Major y Sheburne (1987).

Otoño, presentó la estimación más alta del Índice Relativo. Este valor máximo probablemente fue ocasionado, al igual que en poblaciones de zorra, por el incremento de movimientos (recorridos) y la adición de jóvenes zorras, como lo explicó Wood (1959). En este periodo, específicamente en noviembre, Conner *et al.* (1983), registraron el mayor índice de visitas de zorra gris, igual que el cacomixtle en este estudio, dichos autores consideran las mismas causas citadas anteriormente, pero incluyen la dispersión de zorras jóvenes. Por su parte Muñoz (1990), asume que el incremento en las visitas en una población de puma, fueron las visitas de juveniles y adultos juntos.

Considerando también que los jóvenes ya debían hacer recorridos por la zona, sin ningún problema por parte de individuos adultos, porque de acuerdo con Barach (1974), existe un reconocimiento de vecinos, debido a la estructura social de las especies solitarias.

Windberg *et al.* (1997), explican que la precipitación es un factor que afecta las dinámicas poblacionales, por el efecto en la producción de vegetación, semillas, insectos y presas que se alimenten de estos. Elementos que significan abasto de alimento para *B. astutus* y que eran abundantes, por la época de lluvias, porque los frutos y plantas silvestres, así como los cultivos, ya se habían desarrollado y podían ser aprovechados por el cacomixtle.

En invierno, cuando el Índice Relativo de Abundancia adquirió el valor más bajo de las estaciones del año, *B. astutus* pudo haber incursionado al poblado que se encuentra próximo, en busca de alimento, ya que de acuerdo con lo mencionado por Cevallos y Galindo (1984) y Poglajen-Neuwall y Towell (1988), el cacomixtle acostumbra esos viajes por tener una fuente segura de comida en esos lugares. Como lo describe Gerell (1970), en una población de comadreas, la intensidad de uso del área de hogar se puede deber a la disponibilidad de alimento.

Aunado a lo anterior, otro factor que pudo haber influido, fue el inicio de la época de apareamientos, casi al final de esta estación del año, en febrero, cuando comienza el periodo reproductivo el cual corresponde al referido por Leopold (1965) y Aranda (2000). Al igual que en primavera, como se discutió anteriormente, los recorridos y consecuentemente las visitas de los machos se restringen, por lo cual, disminuyen sus registros. Las señales químicas que indican la condición reproductiva, se encontraron en algunas estaciones olfativas donde las visitas mostraron constantes paseos dentro de éstas, actitudes que reflejan la territorialidad exaltada de los machos.

ÍNDICE RELATIVO DE ABUNDANCIA POR HÁBITAT

En bosque de pino-aile no se obtuvieron visitas de cacomixtle. A pesar presentar varios factores este tipo de hábitat. Como el desarrollo de gramíneas amacolladas que sirven de refugio a pequeños mamíferos (Delany, 1981), que junto con la demás vegetación de estos bosques ofrecen mayor protección de sus depredadores a las poblaciones de roedores, a diferencia de las zonas que han sido transformados a sistemas agrícolas, por la modificación del paisaje para crear zonas abiertas (Marti, 1986). Por eso las ratas y ratones son muy abundantes en esos lugares. Además, que a mayor altitud la densidad de población de esas especies aumenta, debido a que el tamaño de las camadas son más numerosas (Ramírez, 1995).

Contrario a lo que mencionado por Leopold (1957), y Woloszyn y Woloszyn (1987), quienes lo describen como muy apreciado exterminador de roedores, el cacomixtle no es atraído por la enorme disponibilidad de éstos que se encuentran en este hábitat, demostrando su predilección por otros tipos de alimento.

Al parecer tampoco acostumbra los refugios en los troncos de los árboles que en ese hábitat puede encontrar, como lo refirieron Poglayen-Neuwall y Toweill (1988). Otra razón que tal vez influya para que no se adentrarse en bosque de pino, es lo que reportó Ramírez (1995), frecuentes incendios provocados por el hombre para inducir al renuevo que sirve de alimento al ganado, situación que puede ahuyentar al cacomixtle.

En bosque de pino, también hay grandes cantidades de ratones que pudieran servir de alimento, además de troncos y raíces grandes que son potencialmente aprovechables como refugios, sin embargo, como se observó en el hábitat de pino-aile, tampoco parece ser muy atractivo para *B. astutus*. Las esporádicas visitas dentro de bosque de pino, pudieron deberse a que tiene la característica de colindar con el ecotono, ubicación que quizá lo indujo a visitar este bosque en alguna ocasión.

El ecotono, es un hábitat que es aprovechado por el cacomixtle. Posiblemente porque en este lugar cercano a los cultivos se encuentran árboles frutales de capulín y

aguamiel que acostumbra consumir. También, otras fuentes de alimento como invertebrados, lagartijas y ratones. Pues por tratarse de una zona de contacto y transición entre dos comunidades vegetales, posee una biodiversidad mayor que cada una de dichas comunidades por separado (Jiménez, *et al.* 1999).

Al mismo tiempo, los refugios que en este hábitat puede encontrar son huecos en troncos o grandes raíces de árboles. Inclusive, suponemos que este hábitat es más frecuentado por individuos pequeños, que por su tamaño pueden ser presa de la especie de lechuza (*Tito alba*) que habita en la zona. De acuerdo a lo comentado por Martí (1986), el arbolado les brinda protección de las aves rapaces nocturnas.

El número de visitas en cultivo, dejó ver que este es uno de los hábitats preferidos por *B. astutus*, como lo es ecotono, pero al parecer por diferentes causas. El hábitat de cultivo se encuentra bordeado por una cañada con paredes rocosas, donde como lo refiere Aranda (2000), pueden establecer sus madrigueras, debido a que este tipo de refugios les proporcionan temperaturas más estables y cálidas (Rabinowitz y Pelton, 1986); y mejor protección que ningún otro tipo de refugio (Endres y Smith, 1993), por el difícil acceso para otras especies.

Por otro lado, la cercanía con el poblado facilita la obtención de comida, como grano almacenado, alimento para ganado, basura, desperdicios, aves de corral, ratas, ratones, arañas (Fritzell, 1978b), más aún cuando sus fuentes naturales de alimento pudieran ser escasas. Asimismo, la menor altitud ofrece temperaturas más templadas, En conjunto estas condiciones benefician a *B. astutus*, ya que de acuerdo con lo expresado por Rollings (1945) en McCord (1974), la existencia de condiciones favorables para una especie, son importantes en su selección de hábitat.

Las causas probables de que el cacomixtle prefiera aprovechar el hábitat de cultivo son, como lo refiere González *et al.* (1992), el consumo de frutos requiere un área y un esfuerzo menor que la captura de otro tipo de alimento. También la dificultad de recolectar e ingerir ciertos alimentos, en este caso roedores, requiere de invertir un alto consumo de energía y tiempo (Nava-Vargas *et al.*, 1999).

De acuerdo con lo descrito por Nava-Vargas *et al.* (1999), el cacomixtle ingiere gran variedad de elementos vegetales, estos incluyen hojas jóvenes, flores, frutos de leguminosas, al parecer también polen y néctar, que contienen altas concentraciones de proteínas. Y frutos de cactáceas, que contienen altas concentraciones de azúcares, agua, algunos minerales y vitaminas. Necesidades nutrimentales que probablemente sean más fáciles de satisfacer, al poder encontrar una variedad parecida de plantas en el área de cultivo.

Además, de tener el riñón especializado para conservar el agua y mantener un equilibrio hídrico (Poglayen-Neuwall y Toweill 1988), el cacomixtle, tiene la capacidad de valerse de fuentes indirectas para obtener agua, como es la ingesta de frutos suculentos, como lo señalan, Nava-Vargas *et al.* (1999), y Aranda (2000). Razón por la cual, probablemente en el cacomixtle provoque un menor consumo de pequeños mamíferos, que son más abundantes en otros hábitats.

Las pocas estaciones que se colocaron dentro de la cañada, junto a los cultivos, presentaron muy bajo registro de visitas, aunque en ésta se encontraban letrinas de cacomixtle sobre rocas grandes, que al parecer le permitían un amplio panorama de la cañada, que les facilitaba esconderse rápidamente en caso de presentarse algún depredador, como el lince que alguna ocasión se encontraron rastros de su visita en esas estaciones. Otra probable causa del mínimo registro obtenido en ellas, fue que probablemente el olor de las letrinas predominara sobre el olor de la orina de lince. Otra causa, fue quizá el tipo de sustrato que había dentro de la cañada, el cual era más arenoso, de color y consistencia distintos, esto posiblemente no permitió tampoco la buena impresión de las huellas ya que alguna vez se compactó de tal manera que se endureció este sustrato, resultando diferente al suelo del cultivo.

La presencia de cacomixtle, principalmente en ecotono y cultivo indica la calidad de los hábitats, esto se refleja en términos de supervivencia y características de producción, como la densidad de la población (Van Horne, 1983), que en este caso no se midió, pero suponemos debe ser estable por los recursos que puede encontrar.

La mayor presencia del cacomixtle registrada en cultivo, donde el clima es menos severo y existen zonas abruptas, coincide con lo observado por Aranda (1980), quien señala la preferencia de estos lugares. En estas áreas existe mayor posibilidad de encuentros con el hombre, motivo que no ahuyenta a *B. astutus* pues ha desarrollado aceptación y tolerancia a su cercanía, como lo menciona Edwards (1955).

Estos resultados confirman uno de los supuestos planteados en este trabajo, al encontrar mayor presencia del cacomixtle en las zonas que brindan los óptimos recursos físicos para esta especie.

Otra situación interesante, es la que se refiere a la actividad durante las noches con iluminación de luna llena, debido a que Kavanau y Ramos (1975), señalan al cacomixtle con una tasa de actividad de un 98% nocturna. En contradicción con estos autores, advertimos por los resultados obtenidos, que esta especie mantiene su actividad normal durante noches iluminadas por la luna. Así también, en algunos recorridos se le observó en las primeras horas de la mañana, con los primeros rayo del sol, fuera de sus refugios.

Comparamos la actividad del cacomixtle con la descrita por Emmons *et al.* (1989), para el caso particular del ocelote y su presa la rata espinosa, donde estas especies no suspenden o disminuyen su actividad, sólo la modifican buscando elementos que disminuyan la iluminación. En este caso, suponemos que los árboles, los magueyes y/o las plantas de los cultivos les ofrecen "sombra" de la luna, atenuando la luz que los haría evidentes para sus presas y posibles presas de otros depredadores, desplazándose probablemente cerca de estos.

ÁREA DE LAS HUELLAS

La mayor proporción de huellas de cacomixtle encontradas pertenece al intervalo 8.75–9.88 cm², que incorpora el tamaño promedio señalado por Aranda (1981), que es de 9 cm².

Las huellas que sobre pasan en mucho al promedio referido se pueden adjudicar a algunos cacomixtles machos. Ya que no son muy abundantes éstas, lo cual puede ser consecuencia de lo observado en comadreja por Gerell (1970), en mapache por Fritzell (1978b) y en cacomixtle por Poglayen-Neuwall y Toweill (1988), y es que las hembras pueden incursionar en diferentes territorios de machos, o inclusive varias hembras pueden traslapar sus áreas de hogar, y también, una o varias estar dentro del área de un sólo macho, ya que los machos intentan captar la mayor cantidad de hembras posible para el apareamiento.

Como menciona Sandell (1989), el patrón de distribución en una población de carnívoros solitarios, se determina en las hembras, por la abundancia y dispersión de alimento; en los machos se debe, por lo menos en la época de apareamiento a la distribución de las hembras, sobretodo las que se encuentran receptivas.

Área de las huellas por estación del año

El análisis estadístico de las áreas registradas no indicó diferencias de tamaño entre las huellas encontradas en primavera y otoño, debido a que en ambos periodos se observaron huellas muy pequeñas, consecuencia del largo ciclo reproductivo. De acuerdo con lo descrito por Poglayen-Neuwall y Toweill (1988), las primeras crías comienzan a nacer en primavera, continuando este periodo hasta abril-mayo, al mismo tiempo, las hembras acostumbran mudar a sus crías de guarida a partir de los diez días de haber nacido, cambios que pueden ser interrumpidos por el mal tiempo. Así que quizá, las frecuentes lluvias que ocurren en verano, lo que significa condiciones climáticas adversas, influyeron en las hembras para que no realizaran los constantes cambios de las camadas de madriguera en madriguera, no pudiendo detectar huellas muy pequeñas en verano. Por otro lado, verano, otoño e invierno resultaron similares; respecto a las áreas de huellas, debido a las huellas de los adultos que permanecen constantes.

Área de las huellas por hábitat

La comparación de las áreas entre los hábitats visitados no mostró diferencia significativa, esto tal vez se deba a que las visitas a estos hábitats, las hacen tanto adultos como jóvenes o crías. Ya que conforme con Woloszyn y Woloszyn (1987) y Poglajen-Neuwall y Toweill (1988), además de que las crías comienzan a ser mudadas por la madre, a los diez días de nacidos, los jóvenes comienzan a forrajear junto con la madre a partir de los 60 días de edad, y podemos suponer que sus huellas reflejan el pequeño tamaño de las crías.

Diferenciación de clases de edades por el área de las huellas

Por lo anteriormente descrito se intentó establecer una diferencia entre categorías de edades, respaldadas por un análisis estadístico, el cual fue la prueba de "Z". Con esta prueba se aceptó la diferencia en dos grupos de tamaño, que probablemente correspondan a crías y juveniles, con un área $< 9 \text{ cm}^2$, y adultos $> 9 \text{ cm}^2$. Esto se planteó a partir del promedio referido por Aranda (1981), el cual consideramos pertenecía a individuos adultos de *B. astutus*.

Con estos resultados, aceptamos el supuesto establecido de que relacionando las edades de los individuos, conociendo el periodo reproductivo, con el tamaño de las huellas, se podía diferenciar entre categorías de edades.

OTRAS ESPECIES ATRAIDAS POR LAS ESTACIONES OLFATIVAS

Con el propósito de conocer que otras especies resultan atraídas por las estaciones olfativas, usando orina de lince, se identificaron las huellas encontradas, esperando que pertenecieran a diferentes especies silvestres. Debido a que éstas pueden coexistir cuando los recursos son divididos (Koehler y Hornocker, 1991), por esa razón pueden estar en el mismo hábitat, ocupando áreas de hogar traslapados simultáneamente, y disponer del mismo tipo de alimento sin presentarse interferencia entre éstas (Major y Sherburne, 1987). Los animales domésticos no involucran ningún interés en el estudio de

las especies silvestres, excepto porque pueden afectar, interfiriendo en su conducta (Schnell *et al.*, 1985) y consecuentemente en las visitas a las estaciones olfativas, incluso llegan a destruirlas y borrar información.

Los aspectos mencionados pueden explicar la presencia de otras especies, que también mantienen comunicación química, que les vincula con su entorno.

Lince (*Lynx rufus*). En primavera se obtuvo el menor número de visitas, aumentado estas a través de las estaciones del año. Debido a la larga época reproductiva que tiene lugar en los primeros seis meses del año, (Aranda, 2000). Llegando a encontrarse la mayor cantidad de visitas en invierno, suponemos que dicho comportamiento se ve influenciado además, porque en la época invernal disminuyen las poblaciones que le sirven de alimento, teniendo que recorrer áreas mayores en busca de éste.

Durante este estudio el lince incursionó en todos los hábitats, al parecer en busca de presas, llegando en sus recorridos a lugares con menor altitud, cerca del poblado. Los hábitats bosque de pino-aile, bosque de pino, ecotono registraron un número parecido de visitas, promedio que aumentó en cultivo, quizá porque las siembras y sus remanentes atraigan más a sus presas. La mayor presencia en este último hábitat coincide con lo descrito por Jiménez *et al.* (1999) quienes señalan que el lince va en busca de alimento a las áreas de cultivo.

En lo que respecta a su actividad en días con mucha luminosidad por la luna llena, las visitas no reflejaron disminución alguna en su actividad.

Perro (*Canis familiaris*) y coyote (*C. latrans*). En la zona hay perros que son utilizados por los campesinos para sus recorridos por el campo o para arrear sus rebaños; canes que por las noches suelen vagar solos o en jaurías por el volcán, en busca de alimento.

Se daba por hecho que el coyote había sido erradicado de esta zona, por la cacería en su contra, y porque no se habían tenido reportes recientes de su presencia, por la gente del lugar. Sin embargo, Leopold (1965) y Jiménez *et al* (1999), mencionan

que éste canido se adapta fácilmente a las actividades del hombre, y tiene una amplia distribución. Por lo anterior, junto con el hallazgo de una mandíbula de éste, en uno los recorridos, nos lleva a suponer que aún habita en esos lugares.

Al parecer ambas especies coexisten en el volcán. No obstante, hay una dificultad para diferenciar sus rastros. A pesar, de lo descrito por Aranda (1980), en su manual de campo para identificar rastros de mamíferos silvestres, porque las huellas de coyote son de una forma ligeramente más pequeña y refinada, sin embargo, hay perros con una anatomía parecida al coyote, que pueden dejar rastros similares, resultando en ocasiones imposible la distinción.

Mapache (*Procyon lotor*). Las huellas encontradas coinciden con lo descrito por Jiménez *et al.* (1999), respecto a que el mapache se alimenta en milpas durante verano, en este estudio se encontraron rastros en el hábitat cultivo, lo cual puede tener relación con la alimentación descrita por dichos autores, sin embargo, las huellas fueron halladas en otoño e invierno, lo cual se desfasa con el periodo mencionado por los autores citados. Aunque considerando a Coates-Estrada y Estrada (1986) que señalan que el mapache puede habitar en cultivos, resulta lógico que se puedan encontrar huellas en cualquier época del año.

Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Se alimenta de pequeños vertebrados, invertebrados y frutos (Leopold, 1965; Aranda, 2000) lo que explica su presencia en ecotono y cultivo, hábitats donde puede encontrar mayor variedad de alimentos. Las visitas en otoño e invierno, quizá se deban, como lo describe Wood (1959), en esta especie, a un incremento en la población consecuencia del reclutamiento de jóvenes zorras. Las situaciones, resultan similares a las que presenta el cacomixtle.

Conejo (*Sylvilagus sp*). De acuerdo con Mykytowycz (1968), quien trabajo con la especie *Oryctolagus cunicularis*, señala que el conejo presenta una conducta territorial (pues acostumbra marcar los límites territoriales con montículos de heces) y la capacidad de responder a los estímulos químicos. Cualidad que explica la cantidad de visitas a las estaciones olfativas. A pesar de no ser un carnívoro; realizo más visitas que otros que si

lo son, como el mapache y la zorra, esto quizás a que su área de actividad sea más reducida. Morrison *et al.* (1981), también registraron y analizaron las visitas de conejo *Sylvilagus floridanus* y *S. aquaticus*, este autor relaciona la abundancia de conejo con la abundancia de sus depredadores, cuando se registra un aumento del coyote como depredador se observa una disminución en la abundancia de conejo. Mientras que Drew (1988), trabajó con la especie *Sylvilagus floridanus*, registró rastros de visitas sin poder determinar la causa.

Para lograr atraer a las especies fue importante mantener la calidad de la orina natural de lince, debido a que las propiedades de olor deben mantenerse constantes, de acuerdo con Martín y Fagre (1988), principalmente para que *B. astutus* percibiera siempre el mismo estímulo que le originaba acudir a las estaciones olfativas.

CONCLUSIONES

A través de las huellas se pudo distinguir la preferencia del hábitat del cacomixtle, la cual esta determinada por la variedad de alimento que se encuentra en cultivo y ecotono, porque habiendo otros hábitats, bosque de pino y bosque de pino-aile, que tienen un abundante pero homogéneo tipo de alimento, pequeños roedores, no habitúa aprovecharlos. Lo que significa que prefiere hábitats con mayor biodiversidad. Incluyendo también los factores físicos, tales como las temperaturas menos severas y las zonas rocosas que le proporcionan refugio, que estos hábitats presentan.

Debido a que los nacimientos de *B. astutus* ocurren en primavera-verano, cuando los recursos alimentarios son abundantes, no es si no hasta otoño, en que continúan presentes dichos recursos para el desarrollo de los jóvenes, cuando se ve reflejado el incremento en su población, debido a la incorporación de nuevos individuos nacidos en la respectiva temporada de reproducción.

A través del tamaño de las huellas se puede conocer la estructura de edades de la población. Sin embargo para huellas pequeñas se requiere de un minucioso análisis para su correcta identificación, debido a que las características principales pueden no marcarse en el sustrato.

Otros mamíferos que son atraídos por las estaciones olfativas, principalmente el lince, el coyote, el conejo, la zorra y el mapache, pueden ser estudiados a través de esta técnica.

Para mamíferos con poblaciones muy reducidas se recomienda intensificar los muestreos, estableciendo varias líneas de estaciones olfativas, para lograr captar sus movimientos y abundancia.

BIBLIOGRAFÍA

- Ables, E.D. 1969. **Home-range studies of red foxes (*Vulpes vulpes*)**. Journal of mammalogy 50(1):108-120.
- Arciniega, G., I. Domínguez. y G. Binnquist. 2000. **Evaluación de la cobertura vegetal y del suelo, en zona con quema del volcán La Malinche, Tlaxcala**. Memorias del 30° Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Veracruz, México.
- Aranda, M. 1981. **Rastros de los mamíferos silvestres de México. Manual de campo**. INIREB. Xalapa, Veracruz. 198 pp.
- Aranda, M. 1994. **Diferenciación entre las huellas de jaguar y puma: un análisis de criterios**. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 63:75-78.
- Aranda, 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, México. 212 pp.
- Aranda, M., C. Martínez, L. C. Colmenero y V. M. Magallón. 1980. **Los mamíferos de la Sierra del Ajusco**. Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agropecuario del Distrito Federal. Págs:112-115.
- Barash, D.P. 1974. **Neighbor recognition in two "solitary" carnivores: The raccoon (*Procyon lotor*) and the red fox (*Vulpes fulva*)**. Science 185:794-796.
- Barrete, C. y F. Messier. 1980. **Scent-marking in free-ranging coyotes, *Canis latrans***. Animal Behavior 28(3):814-819.
- Brady, J. R. 1981. **Preliminary results of bobcats scent station transects in Florida**. Preliminary results of bobcats research conference proceeding: current research

on biology and management of *Lynx rufus*. Natl. Wildl. Fed. Sci. and Tech. Ser.6:101-103.

Ceballos, G. G. y C. Galindo. 1984. **Mamíferos silvestres de la cuenca de México**. Ed. Limusa. México. Págs 231-233.

Conner, M.C., R.F. Labiski y D.R. Progulske Jr. 1983. **Scent-station indices as measures of population abundance for bobcats, raccoons, gray foxes and opossums**. Wildlife Society Bulletin 11(2):146-152.

Davis, W.B. y R.J. Russell. 1953. **Aves y mamíferos del estado de Morelos**. Revista Mexicana de la Sociedad Mexicana de Historia Natural XIV (1-4):130.

Delany, J. 1981. **Ecología de los micromamíferos**. Ed. Omega. Barcelona, España.

Diefenbach, D.R., M.J. Conroy, R.J. Warren, W.E. James, L.A. Baker y T. Hon. 1994. **A test of the scent-station survey technique for bobcats**. Journal of Wildlife Management 58(1):10-17.

Drew, G.S., D.B. Fagre y D.J. Martin. 1988. **Scent-station survey for cottontail rabbit populations**. Wildlife Sociability Bulletin 16(4):396-398.

Edwards, R. L. 1955. **Observations on the ring-tailed cat**. Journal of mammalogy 36(2): 292-293.

Ehrlich, P.R. 1988. **The loss of diversity. Causes and consequences**. En Biodiversity (Cap. 2). Editor E. O. Wilson. National Academy Press. Washington, D.C. Págs: 21-27.

Eisenberg, J.F. y D.G. Kleiman. 1972. **Olfactory communication in mammals**. Annual Review of Ecology and Systematics 3:1-32.

- Emmons, L.M., P. Sherman, D. Bolster, A. Goldizen y J. Terborgh. 1989. **Ocelot behavior in moonlight**. *Advances in Neotropical Mammalogy*:233-242.
- Endres, K.M. y W.P. Smith. 1993. **Influence of age, sex, season and availability on den selection by raccoons within the Central Basin of Tennessee**. *The American Midland Naturalist* 129(1):116-131.
- Fernández, G.T.E. 1987. **Estudio ecológico del bosque de *Abies religiosa*, en el Parque Nacional "La Malintzin" en el estado de Tlaxcala, México**. Tesis Licenciatura en Biología. ENEP Iztacala, UNAM. 74 pp.
- Flores-Villela, O. y P. Gérez. 1994. **Biodiversidad y conservación de México: vertebrados, vegetación y uso de suelo**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, y Universidad Nacional Autónoma de México. 439 pp.
- Fritzell, E.K. 1978a. **Aspectos of raccoon (*Procyon lotor*) social organization**. *Canadian Journal of Zoology* 56:260-271.
- Fritzell, E.K. 1978b. **Habitat use by prairie raccoons during the waterfowl breeding season**. *Journal of Wildlife Management* 42(1):118-127.
- Gerell, R. 1970. **Home ranges and movements of the mink *Mustela vison* Schreber in southern Sweden**. *Oikos* 21(2):160-173.
- González, P.G., V. Sánchez, L. Iñiguez, y E. Santana. 1992. **Patrones de actividad del coyote (*Canis latrans*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el tlacuache (*Didelphys virginiana*) en la Sierra de Manantlán, Jalisco**. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zool.* 63(2):293-299.
- Gorman, M.L. y B.J. Trowbridge. 1989. **The role of odor in the social lives of carnivores**. En *Carnivore behavior, ecology, and evolution* (Cap. 2). John L. Gittleman editor. Cornell University Press. Ithaca, New York.

- Hall, E.R. 1981. **The mammals of North America**. 2a. edición. John Wiley e hijos, New York, 2:601-1181+90.
- Hein, E.W. y W.F. Andelt. 1995. **Evaluation of indices of abundance for an unexploited badger population**. The Southwestern Naturalist 40(3):288-292.
- Hernández, H.A. 1989. **Importancia de la reserva "El cielo" para los mamíferos de Tamaulipas**. Biotam 1(2):13-20.
- Hoeksema, T. 1996. **Bobcat (*Lynx rufus*) and coyote (*Canis latrans*) as management target species south of México city: A study about their habitat utilization pattern**. Lab. de Biogeografía y Sinecología. Facultad de Ciencias, UNAM. 60 pp.
- Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. **A guide to the birds of Mexico and Northern Central America**. Oxford University Press. EUA. 851 pp.
- Humphrey, S.R. y T.L. Zinn. 1982. **Seasonal habitat use by river otters and everglades mink in Florida**. Journal of Wildlife Management 46(2):375-381.
- INEGI. 1993. **Chiautempan. Estado de Tlaxcala. Cuaderno estadístico municipal**. H. Ayuntamiento Constitucional de Chiautempan, Gobierno del Estado de Tlaxcala, e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 101 pp.
- INEGI. 2001. **Anuario estadístico. Tlaxcala**. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, y Gobierno del Estado de Tlaxcala. 495 pp.
- IUCN. 1995. **Raccoons and their relatives**. 33 pp.
- Jameson Jr., E.W., y H.J. Peeters. 1986. **California mammals**. California Natural History Guide: 52. University of California Press. Págs:148-149.

- Jiménez, G.A., M.A. Zuñiga y J.A. Niño. 1999. **Mamíferos de Nuevo León, México.** Universidad Autónoma de Nuevo León. 178 pp.
- Kavanau, J.L. y J. Ramos. 1975. **Influences of light on activity and phasing of carnivores.** The American Naturalist 109(968):391-418.
- Koehler, G.M. y M.G. Hornocker. 1991. **Seasonal resource use among mountain lions, bobcats, and coyotes.** Journal of mammalogy 72(2):391-396.
- Kuban, J.F. y G.G. Schwartz. 1985. **Nectar as a diet item of the ringtailed cat.** The Southwestern Naturalist 30(2):311-312.
- Leberg, P.L. y M.L. Kennedy. 1987. **Use of scent-station methodology to assess raccoon abundance.** Proc. Annu. Conf. Southeast. Assoc. Fish and Wildl. Agencies 41:394-403.
- Leopold, A.S. 1965. **Fauna silvestre de México. Aves y mamíferos de caza.** Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. Págs:481-486.
- Lindzey, F.G., S.K. Thompson y J.I. Hodges. 1977. **Scent station index of black bear abundance.** Journal of Wildlife Management 41(1):151-153.
- Linhart, S.B. y F.F. Knowlton. 1975. **Determining the relative abundance of coyotes by scent station lines.** Wildlife Society Bulletin 3(3):119-124.
- Linscombe, G., N. Kinler y V. Wright. 1983. **An analysis of scent station response in Louisiana.** Proc. Annu. Conf. of Southeast. Assoc. Fish and Wildl. Agencies 37:190-200.
- López, P.J. 1975. **Estado de Tlaxcala.** IEPES. Informática. PRI. 93 pp.
- Major, J.T. y J.A. Sherburne. 1987. **Interspecific relations of coyotes, bobcats, and red foxes in Western Maine.** Journal of Wildlife Management 51(3):606-616.

- Marti, C. 1986. **Barn owl (*Tyto alba*) diet includes mammal species new to the island fauna of the Great Salt Lake (UTAH).** Great Bas. Natur. 46:307-309.
- Martín, D.J. y D.B. Fagre. (1988). **Field evaluation of a synthetic coyote attractant.** Wildlife Society Bulletin 16(4):390-396.
- McCord, C.M. 1974. **Selection of winter habitat by bobcats (*Lynx rufus*) on the Quabbin reservation, Massachusetts.** Journal of mammalogy 55(2):428-437.
- McKenna, M.C. y S.K. Bell. 1997. **Classification of mammals: above the species level.** Columbia University Press. New York. 631 pp.
- Millán, L.E. 1975. **La economía del estado de Tlaxcala.** Colección de Estudios Económicos Regionales. Investigación (II) del Sistema Bancos Comercio, México. 61 pp.
- Morrison, D.W., R.M. Edmunds, G.L. Linscombe y J.W. Goertz. 1981. **Evaluation of specific scent station variables in Northcentral Louisiana.** Proc. Ann. Conf. Southeast. Assoc. Fish and Wildl. Agencies 35:281-291.
- Moya, S.J.C. 1987. **Análisis geomorfológico de la cuenca de Oriental, Estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz.** Tesis de maestría en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. 188 pp.
- Moya, S.J.C. y J.J. Zamorano O. 1983. **Estudio geomorfológico del Volcán La Malinche y sus zonas adyacentes.** Tesis de licenciatura en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. 96 pp.
- Mykytowycz, R. 1968. **Territorial marking by rabbits.** Scientific American 218:116-126.
- Nava-Vargas, V., J.D Tejero-Díez. y C.B. Chávez-Tapia. 1999. **Hábitos alimentarios del cacomixtle *Bassariscus astutus* (Carnívora-Procyonidae) en un matorral**

- xerófilo de Hidalgo, México.** Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zool. 70(1):51-63.
- Nottingham, B.G., K.G. Jonhson y M.R. Pelton. 1989. **Evaluation of scent-station surveys to monitor raccoon density.** Wildlife Society Bulletin 17(1):29-35.
- Ough, W.D. 1982. **Scent marking by captive raccoons.** Journal of mammalogy 63(2):318-319.
- Poglayen-Neuwall, I. y D.E. Towell. 1988. ***Bassariscus astutus*.** Mammalian species, no. 327.
- Rabinowitz, A.R. y M.R. Pelton. 1986. **Day-bed use by raccoons.** Journal of mammalogy 67(4): 766-769.
- Ramírez, O.C. 1995. **Densidad de población de los roedores Cricétidos del volcán Malinche, Tlaxcala.** Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. 77 pp.
- Robson, M.S. y S. R. Humphrey. 1985. **Inefficacy of scent-station for monitoring river otter populations.** Wildlife Society Bulletin 13(4):558-561.
- Roughton, R.D. 1975. **Indices of predator abundance in the Western United States.** U.S. Department of the Interior. Fish and Wildlife Service. Denver Wildlife Research Center. 118 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(1):217-229.
- Rzedowski, J. 1983. **Vegetación de México.** 3era edición. Edit. Limusa. 432 pp.

- Salinas, H.I.S. 1995. **Evaluación de los cambios estacionales en la población de lince *Lynx rufus escuinapae*, en el volcán Malinche, Tlaxcala.** Tesis de licenciatura en Biología, FES Iztacala, UNAM. 73 pp.
- Sandell, M. 1989. **The mating tactics and spacing patterns of solitary carnivores.** En *Carnivore behavior, ecology, and evolution* (Cap 6) John L. Gittleman editor. Cornell University press. Ithaca, New York.
- Sargeant, G.A., D.H. Johnson y W.E. Berg. 1998. **Interpreting carnivore scent-station surveys.** *Journal of Wildlife Management* 62(4):1235-1245.
- Sarrazin, J-P.R. y J.R. Bider. 1973. **Activity, a neglected parameter in population estimates—The development of a new technique.** *Journal of mammalogy* 54(2):369-382.
- Sarukhán, J. y R. Dirzo. 1992. **México ante los retos de la Biodiversidad.** Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 343 pp.
- Schnell, G.D., J.A. Grzybowski, D.J. Hough y T.M. McKenna. 1985. **Evaluation of spatial patterning in Oklahoma furbearer populations.** *The Southwestern Naturalist* 30(2):225-238.
- SEDUE. 1989. **Información básica sobre las Áreas Naturales Protegidas de México.** Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales, Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Subsecretaría de Ecología. SEDUE.
- SEGOB. 1998. **Base de datos de los 2,419 municipios de México.** Centro Nacional de Desarrollo Municipal de la Secretaría de Gobernación, México.
- Sharp, W.M. y L.H. Sharp. 1956. **Nocturnal movements and behavior of wild raccoons at a winter feeding station.** *Journal of mammalogy* 37(2):170-177.

- 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(3):637-647.
- Sumner, P.W. y E.P. Hill. 1980. **Scent-stations as indices of abundance in some furbearers of Alabama.** Proc. Ann. Conf. Southeast. Assoc. Fish & Wildl. Agencies 34:572-583.
- Tavizón, G.J.P., R. Flores, M.C. Mondragón y M. Mercado. 2000. **Análisis ecológico de la fauna silvestre de la Sierra Fria por medio de técnicas indirectas.** Internet.
- Traviani, A., R. Laffitte y M. Delibes. 1996. **Determining the relative abundance of european red foxes by scent-station methodology.** Wildlife Society Bulletin 24(3):500-504.
- Tyler, J.D. y W.D. Webb. 1992. **Occurrence of ringtail (*Bassariscus astutus*) in Oklahoma.** The Southwestern Naturalist 37(2):202-205.
- Van Horne, B.1983. **Density as a misleading indicator of habitat quality.** Journal of Wildlife Management 47(4):893-901.
- Vargas, M.F. 1984. **Parques nacionales de México y reservas equivalentes.** Pasado, presente y futuro. Colección: Los grandes problemas nacionales. Serie: Los bosques de México. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. 266 pp.
- Vargas, M.F. 1997. **Parques nacionales de México.** Volumen 1: Zonas centro, occidente y oriente. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAP. Págs:272-285.
- White, P.J., W.H. Berry, J.J. Eliason y M.T. Hanson. 2000. **Catastrophic decrease in an isolated population of kit foxes.** The Southwestern Naturalist 45(2):204-211.

Windberg, L.A., S.M. Ebbert y B.T. Kelly. 1997. **Population characteristics of coyotes (*Canis latrans*) in the northern chihuahuan desert of New México.** American Midland Naturalist 138(1):197-207.

Woloszyn, D. y B.W. Woloszyn. 1987. **Los mamíferos de la Sierra de la Laguna, Baja California Sur.** CONACYT. Págs: 136-137.

Wood, J. E. 1959. **Relative estimates of fox population levels.** Journal of Wildlife Management 23(1):53-63.

APÉNDICE I

Registro del cacomixtle en las estaciones olfativas, con alguna de sus tres posibles condiciones, **V**=operativa con huellas de visita, **O**=operativa sin visita, e **I**=inoperativa (por encontrarse destruida).

Hábitat	Estación olfativa	OTOÑO			INVIERNO		PRIMAVERA		VERANO		
		oct	nov	dic	ene	mzi*	mzf*	may	jun	ago	sep
Pino-Aile	1	O	O	O	O	O	O	O	O	I	O
	2	O	O	O	O	O	O	O	O	I	O
Pino	3	O	O	I	O	O	O	O	O	I	V
	4	O	O	I	O	O	O	O	O	O	O
Ecotono	5	V	V	I	V	V	V	O	O	O	I
	6	I	V	V	I	V	O	O	O	O	I
	7	V	V	V	V	O	V	V	O	O	V
Cultivo	8	V	V	I	V	O	V	O	V	V	I
	9	O	V	V	O	O	V	O	I	I	I
	10	O	I	V	O	O	O	O	V	V	I
	11	O	V	O	V	O	O	O	O	O	I
	12	O	O	V	O	O	O	O	O	O	I
	13	O	O	O	O	O	O	V	O	O	I
	14	V	V	O	O	O	I	O	O	O	O
	15	V	V	O	O	O	V	V	V	V	O
	16	V	V	V	O	V	V	I	V	V	V
	17	V	I	V	V	V	V	V	V	V	I
	18	V	V	V	V	V	V	I	O	O	I

* mzi=inicio de marzo y mzf=finales de marzo

APÉNDICE II

Datos complementarios de las estaciones olfativas, en el volcán Malinche, Tlaxcala.

ESTACIÓN OLFATIVA	ALTITUD (msnm)	COORDENADAS	HÁBITAT
1	3,055	19° 17' 14.6" y 98° 01' 27.2"	B. de pino-aile
2	3,045	19° 17' 24.6" y 98° 01' 41.7"	B. de pino-aile
3	3,035	19° 17' 33.8" y 98° 01' 57"	B. de pino
4	3,015	19° 17' 39.4" y 98° 02' 12"	B. de pino
5	2,940	19° 18' 0.7" y 98° 02' 12.3"	Ecotono
6	2,910	19° 18' 14.3" y 98° 02' 15"	Ecotono
7	2,880	19° 18' 24.5" y 98° 02' 21"	Ecotono
8	2,845	19° 18' 45.6" y 98° 02' 19.2"	Cultivo
9	2,820	19° 19' 12.3" y 98° 02' 13.4"	Cultivo
10	2,795	19° 19' 28.1" y 98° 02' 5.2"	Cultivo
11	2,745	19° 19' 43.6" y 98° 02' 1.7"	Cultivo
12	2,690	19° 20' 1" y 98° 02' 1.7"	Cultivo
13	2,680	19° 20' 15.1" y 98° 02' 2.3"	Cultivo
14	2,660	19° 20' 29.9" y 98° 02' 1.6"	Cultivo
15	2,640	19° 20' 43.9" y 98° 02' 4"	Cultivo
16	2,610	19° 20' 57.7" y 98° 02' 02.9"	Cultivo
17	2,605	19° 21' 9.8" y 98° 01' 59.7"	Cultivo
18	2,595	19° 21' 41.4" y 98° 01' 59.9"	Cultivo