



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

EFECTO DE LA INGESTIÓN DE FRUTOS POR EL
CACOMIXTLE *Bassariscus astutus* EN EL PARQUE
NACIONAL MALINCHE, TLAXCALA SOBRE LA
GERMINACIÓN DE SEMILLAS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

REGINA MITL GONZÁLEZ GRANADOS.



DIRECTOR DE TESIS:
DRA. GRACIELA GÓMEZ ALVAREZ.

2010.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mis padres que siempre han estado conmigo, por todo su apoyo, cariño
y enseñanzas.

MUCHISIMAS GRACIAS...

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Angel y Guadalupe quienes supieron guiarme para dar este paso tan importante, gracias por su cariño, apoyo y ejemplos; ahora entiendo la razón de muchas cosas. Gracias por ser tan comprensivos, por su alegría, por presionarme y no permitirme dejar las cosas a medias, los quiero muchísimo. Angel pequeño gracias por tus consejos, por el apoyo, por acompañarme en mis desveladas con esa risa y alegría que te caracterizan. Te quiero.

Gracias Nare por siempre estar cuando te necesito, por escucharme, porque siempre sabes hacerme sentir mejor, por hacerme ver mis errores, pero sobre todo gracias por todos estos años de amistad.

Gracias Antonio, Nare, Palo, Damaris y Dalia por haber estado en ese momento que más los necesite, por ayudarme a no sentir miedo, por ese apoyo, por todos esos momentos de alegrías, pero sobre todo por su amistad y confianza. Gracias a esa personita que me puso el ejemplo y me estuvo presionando para terminar con esta tesis, quien me ha ayudado en momentos muy importantes de mi vida. Los quiero.

Gracias Dra. Graciela Gómez por la confianza brindada durante este proyecto, por el apoyo y por los consejos para terminar satisfactoriamente esta tesis.

Gracias Noé por todo tu valiosa ayuda, por los consejos para mejorar la tesis y por el conocimiento compartido; gracias por guiarme.

Gracias Eli, Damaris, Antonio, David, Rodrigo y Bere por su ayuda en las prácticas de campo, por esas caminatas y pláticas.

CONTENIDO

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	6
Antecedentes	9
I. Frugivoría por vertebrados	9
II. Frugivoría por mamíferos	11
III. Estudios realizados con <i>Bassariscus astutus</i>	16
Objetivos	19
MÉTODO	20
I. Área de estudio	20
Clima	20
Vegetación	21
Fauna	22
II. Trabajo de campo	24
III. Análisis de laboratorio	28
Dieta de <i>Bassariscus astutus</i>	28
Pruebas de germinación	31
RESULTADOS	36
Dieta de <i>Bassariscus astutus</i>	36
Pruebas de germinación	43
DISCUSIÓN	54
Dieta de <i>Bassariscus astutus</i>	54
Pruebas de germinación	59
CONCLUSIONES	64
LITERATURA CITADA	65
APENDICE I	73
Descripción de la especie estudiada	

RESUMEN

México es un país con una gran riqueza de especies, tanto de plantas como de animales, a pesar de esto existen pocos trabajos que aborden temas sobre la interacción planta-animal. Este tipo de estudios se han abordado con murciélagos y primates, mientras que ha sido poco explorado con los carnívoros en zonas templadas.

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar las especies de plantas ingeridas por el cacomixtle *Bassariscus astutus* durante las distintas estaciones del año, a partir de las semillas encontradas en sus excretas, además de evaluar la respuesta germinativa de las semillas de los principales frutos consumidos por el cacomixtle antes y después de la ingesta. Para llevar a cabo este trabajo se hizo una recolecta de excretas de cacomixtle a lo largo de la Cañada Tochatlac, las cuales posteriormente fueron secadas y separadas en el laboratorio para la identificación de las semillas consumidas. Posteriormente se realizaron pruebas de germinación en el Invernadero del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM, con las semillas obtenidas de excretas (tratadas con y sin fungicida), y las semillas control (con y sin fungicida); las pruebas de germinación tuvieron una duración de tres meses. Como parte de la dieta del cacomixtle se registraron tres especies de semillas, *Phytolacca icosandra*, *Juniperus deppeana* y *Prunus capulli*, las cuales se encuentran presentes a lo largo del año; siendo otoño la estación donde el cacomixtle encuentra las tres especies de semillas presentes en la Cañada; por otro lado *Juniperus deppeana* fue la única especie de la cual se tuvo registro de semillas consumidas en las cuatro estaciones del año.

En cuanto a las pruebas de germinación se encontró que las semillas de *Phytolacca icosandra* y *Juniperus deppeana* mostraron mayor tendencia a germinar en las semillas control con fungicida, a diferencia de *Prunus capulli* donde hubo mayor germinación en las semillas obtenidas de excretas.

Palabras clave: cacomixtle, *Bassariscus astutus*, frugívoro, Parque Nacional Malinche, ingestión de frutos por prociénidos, dieta.

INTRODUCCIÓN

México está considerado como el tercer país con la mayor biodiversidad de nuestro planeta, debido a que casi el 12 % de la biota de todo el mundo se encuentra dentro de su territorio. En lo que respecta a mamíferos, en nuestro país se distribuyen alrededor de 450 especies, lo cual representa un 10 % de la mastofauna del mundo (Velázquez y Romero 1999).

En cuanto a la riqueza vegetal, nuestro país tiene registrado un alto número de especies, comparable con el de territorios que tienen superficies mayores a las del país. Es importante señalar que esta riqueza depende de varios factores ambientales y se encuentra distribuida por el territorio nacional de forma que hay áreas señaladas como prioritarias para la conservación.

Entre dichas áreas se encuentra el Eje Neovolcánico Transversal, una de las regiones biogeográficas más importantes, debido a la biodiversidad que alberga, además de ser de los principales centros de endemismos y riqueza de especies. En esta región se pueden encontrar cerca de 50 % de mamíferos conocidos para el país, pertenecientes al 90% de los órdenes que se encuentran en México (Velázquez y Romero 1999).

Los mamíferos son un grupo de organismos que presenta diversas características en cuanto a tamaños; los podemos encontrar de talla pequeña (100 gr) a grande (190 toneladas), de igual forma pueden existir especies terrestres, acuáticas y voladoras. En cuanto a los hábitos alimenticios, la mayoría de las especies son herbívoras e insectívoras, y en menor proporción frugívoras, carnívoras, omnívoras nectarívoras y hematófagas, por lo tanto, forman parte fundamental de distintas comunidades ecológicas (Ceballos y Oliva 2005).

Algunas características distintivas de mamíferos son la presencia de pelo que mudan periódicamente, glándulas mamarias en las hembras para suministrar leche a sus crías, son homeotermos y vivíparos. Su respiración es pulmonar y presentan un encéfalo mayor al de otros vertebrados (Ceballos y Oliva 2005).

Dentro de los mamíferos, los carnívoros constituyen un orden importante ya que se relaciona con el establecimiento de algunos elementos de la vegetación, pues tienen la capacidad de dispersar las semillas, esto se ha observado en algunos países, pues en México aun son escasos este tipo de trabajos. Los carnívoros se caracterizan por presentar estructuras especializadas para alimentarse básicamente del recurso carne; además de tener los sentidos muy desarrollados, presentan gran variedad en cuanto a tamaño, hábitos, hábitat y áreas de actividad.

Como consecuencia de estas características existen carnívoros que pueden alimentarse exclusivamente del recurso carne y otros que adicionalmente consumen cantidades variables de materia vegetal (Ceballos y Oliva 2005).

Existen carnívoros que se alimentan de plantas (e. g., flores, frutos, raíces, tallos y hojas), conocidos como frugívoros, es decir, que en alguna época del año consumen mayormente frutos, los cuales juegan un papel ecológico muy importante, pues al alimentarse de diferentes tipos de frutos sin dañar las semillas, pueden actuar como dispersores potenciales de una gran variedad de plantas (Zarco 2007).

De esta manera, los altos requerimientos nutricionales de estos animales y el bajo contenido energético de los frutos, obligan a los mamíferos a consumir grandes cantidades de frutos y por lo tanto a buscarlos constantemente. Adicionalmente, su gran capacidad de movimiento favorece la dispersión de semillas hacia sitios lejanos de la planta progenitora, aumentando así la probabilidad de establecimiento y sobrevivencia de las plántulas.

Sin embargo, son escasos los estudios realizados sobre vertebrados consumidores de frutos, ya sea parcial o exclusivamente, esta interacción es conocida

como frugivoría (Zarco 2007). En cuanto a frugivoría por mamíferos en México, particularmente en lo que se refiere a la Familia Procyonidae no existen estudios realizados en el país.

Los prociónidos son una familia de mamíferos diversa con una amplia distribución, en México está representada por siete especies, dos de éstas son endémicas para el país y tienen distribuciones bastante reducidas (Ceballos y Oliva 2005). A diferencia de otros carnívoros, son organismos que toleran las perturbaciones antropogénicas, pueden variar su dieta de acuerdo a la disponibilidad de alimento debido a que son omnívoros, es decir, no tienen una dieta específica, lo cual les permite tener amplio rango para la selección de alimento. A su vez esto también les otorga una mayor probabilidad de sobrevivencia en comparación con mamíferos que presentan dietas específicas, por lo tanto, una mayor posibilidad de persistir en hábitats perturbados. De esta manera pueden consumir gran variedad de frutos de diferentes tamaños y forrajear en los diversos estratos de vegetación; adicionalmente presentan una gran capacidad para viajar grandes distancias diarias en busca de alimento.

En hábitats en constante deterioro, y por lo tanto, con una pérdida gradual de recursos alimenticios, es necesaria la acción de especies frugívoras, con el propósito de garantizar un flujo de semillas entre los parches de vegetación, siendo los prociónidos una buena opción (Alves-Costa y Eterovick 2007).

Considerando lo anterior es importante realizar estudios acerca de las interacciones entre plantas y mamíferos, poniendo especial atención en el grupo de los carnívoros, particularmente en los prociónidos; dadas sus características se sabe que pueden afectar positivamente la demografía de las plantas, y por lo tanto, el mantenimiento de la diversidad de las comunidades biológicas que habitan (Howe y Smallwood 1982, Alves-Costa y Eterovick 2007).

Antecedentes

I. Frugivoría por vertebrados

La dispersión es el proceso por el cual las semillas son transportadas a sitios ubicados lejos de la planta progenitora (Begon *et al.* 1996).

El viento, el agua, la dehiscencia y los animales, son los principales mecanismos de dispersión, los cuales están frecuentemente correlacionados con la parte de la planta que sea transportada.

Se ha propuesto que hay sitios seguros para germinar cerca de la planta madre, en este caso las semillas suelen enfrentarse a diversas condiciones ambientales y por ello no viajan a grandes distancias. Pero si los sitios seguros para la germinación se encuentran lejos de la planta madre, entonces las semillas suelen ser tolerantes a diversas condiciones ambientales y presentan longevidades ecológicas superiores, por lo que son transportadas distancias mayores (García 1991).

Howe y Smallwood (1982), han propuesto tres tipos de ventajas para la planta como resultado de la dispersión:

- 1) Escape de las semillas y plántulas de la muerte en las cercanías del individuo progenitor. La dispersión puede reducir el número de individuos de una sola especie por unidad de área y disminuir la competencia.
- 2) Colonización continua de hábitat inestable. La dispersión puede ser tan extensa y ocurrir durante un periodo tan largo, que algunas semillas pueden encontrar un sitio favorable una vez que se realiza. También, durante la diseminación, algunas pueden incorporarse al banco de semillas en espera de que una perturbación permita el establecimiento de las plántulas.
- 3) Localización del micro hábitat favorable para el establecimiento.

Estos beneficios pueden alcanzarse con la dispersión por animales, la cual es por tres mecanismos (Kozlowski 1972, Van der Pijl 1972):

- a) Los animales ingieren las semillas o los frutos y luego expulsan las semillas a través de la defecación o la regurgitación, a este mecanismo se le conoce como *endozoocoria*.
- b) La *epizoocoria* se da cuando las semillas son transportadas adheridas a la piel, pelo o plumas, debido a espumas, ganchos, sustancias pegajosas, o cuando caen al lodo y este se pega en las patas de los animales.
- c) Las semillas son colectadas y transportadas a un lugar donde se les almacena y consume, mecanismo conocido como *sinzoocoria*.

En los últimos años se ha acumulado gran cantidad de información acerca de la dispersión de semillas por parte de los vertebrados en hábitats templados y tropicales, en particular sobre aves y poco hay sobre mamíferos (Herrera 1984, Quintana 1985, Izhaki y Safriel 1990, Barnea *et al.* 1991, Medellín 1994 Andresen 1999, Quadros y Monteiro-Filho 2000, Cossíos 2003, Puebla-Olivares y Winker 2004, Rozo-Mora y Parrado-Rosselli 2004, Amico y Aizen 2005).

En estudios realizados con aves se observa la interacción planta–animal, donde las plantas requieren de la intervención de un ave para ser dispersadas lejos de la planta parental, y en consecuencia alcanzar una tasa de sobrevivencia mayor, además de poder colonizar otros ambientes; siendo las plantas con frutos carnosos y de colores llamativos las únicas beneficiadas por estos animales (Puebla y Winker 2004, Rozo-Mora y Parrado-Rosselli 2004, Amico y Aizen 2005).

En la mayoría de los estudios que se han realizado sobre vertebrados como dispersores de semillas, se menciona que el traslado de la semillas mediante algún animal va a conferir ciertas ventajas a la misma, como son el incremento de la probabilidad de sobrevivencia, escape de la mortalidad cerca de la planta progenitora, colonización de nuevos hábitats y la llegada a micrositios con características especiales, que favorecen la regeneración de una especie de planta (Quintana 1985,

Barnea *et al.* 1991, Medellín 1994, Andresen 1999, Cypher y Cypher 1999, Quadros y Monteiro-Filho 2000, Cossíos 2003, Puebla-Olivares y Winker 2004, Rozo-Mora y Parrado-Rosselli 2004, Andresen 2005, Amico y Aizen 2005).

II. Frugivoría por mamíferos

La mayoría de los estudios de mamíferos se han centrado en primates (Andresen 1999, 2005; Estrada y Coates 1991), aunque existen pocos de ellos enfocados hacia murciélagos (Gaona 1997). Este tipo de procesos dan como resultado una diversidad de paisajes y ecosistemas, lo que hace que México sea considerado un país de gran riqueza biológica, ocupando uno de los primeros lugares a nivel mundial en cuanto a diversidad (Sarukhán y Dirzo 1992, Rzedowsky 2006). Esta diversidad se ha ido perdiendo por las actividades desmedidas del hombre; de manera que es necesario conocer cuáles son las posibilidades que se tienen para la recuperación esta.

Se ha sugerido que la importancia de las distintas especies de animales frugívoros para una especie de planta en particular es relativa y depende de la efectividad con la que realizan la dispersión de sus semillas. Lo anterior es discutido en el trabajo realizado por Cossíos (2003), quien evalúa la legitimidad, la eficiencia y la efectividad del dispersor. De esta manera, la efectividad de la dispersión de un animal puede estimarse como el producto de los componentes de cantidad y calidad. La cantidad se refiere al número de semillas dispersadas en cada periodo de alimentación (Jordano y Schupp 2000), mientras que la calidad incluye la germinación de las semillas después de pasar por el tubo digestivo, y el destino de las semillas en el lugar donde fueron depositadas (Schupp 1993).

Existen estudios que abordan la dispersión de semillas, con base en los efectos que tiene el consumo de frutos por mamíferos, sobre la viabilidad y germinación de las semillas, por ejemplo el de Campos y Ojeda (1997) quienes estudian la germinación de *Prosopis flexuosa* en diferentes mamíferos; encontrando que el ganado y los roedores aumentan el porcentaje de germinación pero disminuyen la

viabilidad; el caballo y el zorro mantienen la viabilidad de las semillas pero no facilitan la pronta germinación y por ultimo mencionan que el jabalí daña todas las semillas consumidas.

También existen recopilaciones de trabajos sobre la dispersión de semillas por mamíferos, como el realizado por Zarco (2007), quien hace una revisión sobre estudios en una zona árida, observando los diferentes aspectos que se consideran sobre la dispersión de semillas. Dentro de esta revisión algunos autores evalúan la germinación de la semilla pre y post ingestión como Estrada y Coates (1991), quienes trabajando con primates, consideran que tales especies tienen potencial para dispersar semillas de frutos carnosos a grandes distancias, además el número de semillas excretadas puede llegar a ser de 1 900 por excreta. Los autores mencionan que la ingestión de semillas incrementa la velocidad y el porcentaje de germinación, o bien no afecta la viabilidad en comparación con las semillas no ingeridas, finalmente encontraron que el consumo de la pulpa de las semillas por los primates disminuye el riesgo de depredación por roedores.

Otros autores evalúan el efecto del paso por el tracto digestivo como Motta-Junior y Martins (2002), quienes realizaron un estudio sobre la dieta del lobo de crin *Chrysocyon brachyurus*, encontrando que es un dispersor legítimo de semillas de su hábitat. Las semillas consumidas por el lobo de crin resultan ilesas después del paso por el tubo digestivo, siendo que algunas veces este tratamiento inhibe la germinación pero en la mayoría de los casos la favorece. Los autores también encontraron una relación entre el daño físico después del paso por el tubo digestivo y el tamaño de la semilla, de manera que entre más larga y grande sea ésta, mayor será la posibilidad de daño.

Es raro encontrar relaciones especializadas entre planta y dispersor en particular en las regiones templadas (Howe y Smallwood 1982), donde a diferencia de las regiones tropicales solo hay frutos durante una parte del año (Wilson 1993, Naranjo *et al.* 2006), de tal manera los beneficios que obtiene la semilla al ser trasladada por algún animal van a estar en relación con otros factores, como son el

tiempo que pasa la semilla en el tubo digestivo, lo cual puede hacer que la tasa de germinación de la planta aumente o disminuya significativamente, esto va de acuerdo al tipo de semillas y al agente dispersor.

Según lo descrito por Samuels y Levey 2005, existen tres efectos del paso por el tubo digestivo.

- I. Alteración mecánica del endocarpo de la semilla: Las semillas ingeridas pueden ser dañadas por el consumo de elementos duros que pueden causar el rompimiento de las mismas o la destrucción, la alteración de la cubierta de las semillas puede facilitar la germinación en los sitios de deposición.
- II. Alteración química del endocarpo de la semilla: Las enzimas digestivas y los ácidos estomacales pueden destruir el endocarpo de la semilla, de esta manera afectan los patrones de germinación.
- III. Inhibición química: Los altos contenidos de azúcar de la pulpa y las altas presiones osmóticas reducen las posibilidades de germinación de la semilla, de igual forma la pulpa contiene una gran variedad de inhibidores de la germinación como pueden ser lípidos, glucoalcaloides, ácido abscísico, amoníaco y algunos pigmentos que bloquean la luz. Todos estos componentes pueden inhibir la germinación hasta que la pulpa sea removida, lo cual ocurre durante el paso por el tubo digestivo.

Recientemente se han realizado algunos estudios sobre carnívoros, siendo los zorros el principal objeto de estudio. En estos se ha evaluado el efecto del paso por el tubo digestivo sobre la germinación de las semillas (Bustamante *et al.* 1992, Cossíos 2003, Silva *et al.* 2005, Varela y Bucher 2006), destacando que el efecto del paso por el tubo digestivo varía considerablemente, dependiendo del tiempo que pase la semilla dentro del tubo digestivo. Otros autores, sin embargo, han concluido que el tiempo de germinación puede no cambiar, disminuir o aumentar (Murray *et al.* 1994, Traveset

1998). Cuando se observa un aumento en la tasa de germinación, generalmente se debe a la escarificación química o mecánica de la cubierta de las semillas, lo cual permite un flujo de agua y gases (Traveset 1998, Traveset *et al.* 2001).

A pesar de que los frutos sean consumidos por algún carnívoro y las semillas puedan verse beneficiadas en cuanto a la velocidad de germinación y el paso por el tubo digestivo, la sobrevivencia de dichas semillas siempre va a depender del tipo de micrositio donde sea depositada, el tipo de dispersor y el tiempo que permanece la semilla en el tubo digestivo (Herrera 1998, Jordano y Schupp 2000). Cypher y Cypher (1999) trabajaron con coyote (*Canis latrans*) y mapache (*Procyon lotor*), analizando el efecto de cuatro especies de semillas al paso por el tubo digestivo, encontrando una posible coevolución entre *Diospyros virginiana* (caqui de Virginia o caqui americano) y el mapache, pues solo este mamífero aumenta la tasa de germinación de la semilla, a diferencia del coyote que provoca una disminución. Estas variaciones en la tasa de germinación se deben a que un corto tiempo de retención de las semillas dentro del tubo digestivo reduce la exposición a enzimas gastrointestinales, lo que resulta en una alta tasa de germinación, mientras que un largo tiempo de retención reduce la germinación de las semillas.

Otros ejemplos de esto son los trabajos realizados en Sudamérica por Campos y Ojeda (1997), Motta-Junior y Martins (2002), Silva *et al.* (2005), Alves-Costa y Eterovick (2007); en Norteamérica por Herrera (1989); y finalmente en México por Medellín (1994) y Zarco (2007). En general, estos trabajos estudian distintas especies de carnívoros con la finalidad de conocer la función que desempeñan dentro de su hábitat, ya sea como frugívoros o como dispersores de semillas. En la mayoría de los casos se llega a la conclusión de que el consumo de frutos por carnívoros es benéfico, tanto para el mamífero como para la comunidad vegetal.

Los frutos comestibles, en general presentan características atractivas para los agentes dispersores, por ejemplo, morfología, tamaño, protección externa que evita sean ingeridos cuando todavía no están maduros. Estos atributos son considerados

como adaptaciones de las plantas para incrementar las posibilidades de ser ingeridas por dispersores de semillas, por lo tanto, la energía destinada a producir pulpa representa a la planta un costo que probablemente no tiene otro propósito que atraer dispersores y proteger las semillas (Naranjo *et al.* 2006).

Posiblemente el efecto positivo del paso por el tubo digestivo incluye escarificación de la cubierta de la semilla, ya sea térmica, química o mecánica, y por lo tanto se facilita la germinación (Clergeau 1992). Por otro lado los efectos negativos pueden incluir destrucción o daño a las semillas por masticación, abrasión mecánica o por la acción de las enzimas digestivas, lo que reduce la germinación (Van der Pijl 1972, Murray *et al.* 1994).

Alves-Costa y Eterovick (2007), hacen un estudio sobre el papel del coatí (*Nasua nasua*) como dispersor de semillas, evalúan diferentes factores como características de las semillas consumidas, factores de deposición y efectos de la ingestión en la velocidad y tasa de germinación. Encontraron que para un bosque que constantemente está siendo fragmentado y presenta una disminución en la fauna, un dispersor efectivo no solo va a definirse por la cantidad y calidad de la dispersión, sino que también va a depender de su habilidad como frugívoro, para persistir en este hábitat y garantizar un flujo de semillas entre los parches de vegetación.

Posiblemente los coaties sean clave para este proceso de dispersión, pues son tolerantes a las perturbaciones antropogénicas, son capaces de ingerir gran variedad de semillas de tamaños diferentes, forrajean en grupos y en diferentes estratos arbóreos, además de viajar grandes distancias diarias lo cual beneficia a las semillas, pues son alejadas de la planta progenitora.

III. Estudios realizados con *Bassariscus astutus*

Existen trabajos donde el cacomixtle *Bassariscus astutus* es el objeto de estudio, tal es el caso de Nava-Vargas *et al.* (1999), quienes analizan los hábitos alimenticios del cacomixtle en una zona árida, concluyendo que la dieta se basa principalmente en insectos, roedores y en menor cantidad aves; aunque también existe un consumo importante de elementos vegetales, estos incluyen hojas jóvenes, flores, frutos de leguminosas, al parecer también polen y néctar, siendo los frutos de cactáceas los más consumidos, quizás por sus altas concentraciones de agua, azúcares, algunos minerales y vitaminas. Adicionalmente los autores mencionan que dependiendo de la temporada es el tipo de alimento que consumen, por ejemplo en temporada de sequía consume principalmente frutos suculentos y en temporadas de prelluvia y lluvia, la búsqueda de alimento es principalmente proteína animal sin dejar de consumir materia vegetal.

Reyes (2002) evalúa el cambio en la población de cacomixtle *Bassariscus astutus* en el volcán Malinche, Tlaxcala de acuerdo a las estaciones del año, utilizando el método de estaciones olfativas. Los resultados arrojaron un mayor Índice Relativo de Abundancia en otoño, seguido de primavera, siendo las zonas de cultivo y ecotono las más visitadas, posiblemente porque en estos hábitats se encuentran los árboles frutales que acostumbra consumir; en el caso de ecotono, por ser una zona de transición, existe una mayor biodiversidad de comunidades vegetales, además de que existen más sitios de refugio seguros.

En el trabajo se documenta que la dieta del cacomixtle está formada por artrópodos, frutos y pequeños mamíferos, como: ardillas, conejos, liebres, ratas, ratones, huevos de aves, diversas especies de aves, lagartijas, mariposas, mantis, chapulines, escarabajos, cucarachas, arañas; algunas veces llega a alimentarse de carroña. Tiene preferencia por frutas como: la tuna, la pitaya y el mango, incluso aguamiel y néctar de *Agave havardiana*. También come plantas como: *Juniperus*,

Celtis, *Diospyros*, *Quercus* (encino), *Ficus* (higuera), *Phoradendron*, *Arbutus*, *Arctostaphylos*, *Opuntia*, *Cereus giganteus* (saguaro) y *Pinus cembroides* (pino).

Recientemente, Castellanos (2006) estudio el ámbito hogareño del cacomixtle en la Reserva del Pedregal de San Ángel, usando el método de radio-telemetría para determinar el área de actividad de la especie, encontrando que es de 7.8 ± 1.9 ha para adultos y 2.9 ha juvenil. En lo que se refiere a uso de hábitat, gran parte es en zonas perturbadas y en el pedregal, en menor proporción es en zona urbana e instalaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México. Además el autor realizó un estudio de hábitos alimentarios, analizando las excretas colectadas, reportando un consumo de elementos de origen vegetal y animal en igual proporción, así como elementos de origen antrópico; la conclusión es que el cacomixtle usa los recursos alimenticios de la Reserva, consumiendo especies de plantas y animales nativos.

Castillo (2008) realizó un estudio de los hábitos alimentarios del cacomixtle en un bosque templado en Tepetzotlán, Estado de México y en matorral xerófilo de Tepejí del Rio de Ocampo, Hidalgo, encontrando que el número de elementos constituyentes de la dieta es mayor en el bosque templado, siendo los más importantes frutos o semillas de *Mammillaria magninamma* (biznaguita de chilito), *Opuntia streptacantha* (tuna colorada) y *O. megacantha* (nopal de tuna fina), *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), *Geranium* sp. (geranio), *Phytolacca icosandra* (jaboncillo), *Prunus capulli* (capulín), *Smilax* sp., *Solanum* sp., *Quercus* (encino) y pastos.

Castillo encontró en el matorral xerófilo frutos de *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), *Mammillaria magninamma* (biznaguita de chilito), *Opuntia streptacantha* (tuna colorada) y *O. megacantha* (nopal de tuna fina), *Phytolacca icosandra* (jaboncillo), *Prunus capulli* (capulín), *Simsia amplexicaulis* (acahual), *Passiflora* sp. (pasiflora), *Solanum* sp., *Ipomoea* sp. (manto de la virgen) y pastos. Como parte complementaria de la dieta, el cacomixtle en ambas zonas consume algunos artrópodos (ciempiés, chapulín, abeja, avispa, hormiga), mamíferos (ratón

ardilla gris, ardillón) y en menor proporción se alimenta de aves, reptiles y desechos antropogénicos, las cantidades varían de acuerdo a la temporada del año y a la disponibilidad de alimento.

Considerando los resultados de los estudios mencionados es probable que *Bassariscus astutus*, tenga una dieta omnívora, buscando su alimento entre diferentes tipos de hábitats, tanto perturbados como no perturbados. Es posible que como parte complementaria de su alimentación consuma frutos carnosos, dependiendo de la estación del año, los cuales de acuerdo al tipo de vegetación existente en el Parque Nacional Malinche, pueden ser *Arctostaphylos pungens* (manzanita), *Pernettya prostrata* (capulincillo), *Galium aschenbornii* (cuajeleche), *Fuchsia thymifolia* (adelaida), *Phytolacca icosandra* (jaboncillo), *Prunus capulli* (capulín) y *Crataegus pubescens* (tejocote), y por lo tanto, podría ser considerado un dispersor potencial de estas especies. Probablemente el paso de las semillas por el tubo digestivo del animal tenga un efecto positivo sobre su germinación, provocando escarificación química o mecánica.

De esta forma, la especie animal podría coadyuvar al mantenimiento de las comunidades vegetales presentes en el Parque Nacional Malinche, así como a la regeneración de las mismas.

Objetivos

Objetivo general:

- Evaluar la ingestión de frutos por el cacomixtle *Bassariscus astutus* en el Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, y su efecto sobre la germinación de semillas.

Objetivos particulares

- Determinar las especies de plantas ingeridas por el cacomixtle *Bassariscus astutus* durante las distintas estaciones del año, a partir de las semillas encontradas en heces.
- Evaluar la respuesta germinativa de las semillas de los principales frutos consumidos por el cacomixtle antes y después de la ingesta.

MÉTODO

I. Área de estudio

El presente trabajo se realizó en el volcán La Malinche (Matlalcueyatl), localizado entre los estados de Puebla y Tlaxcala, ubicado entre los 19°06'04'' y los 19°20'06'' de latitud N, y los 97°55'41'' y 98°10'52'' de longitud W. (Villers *et al* 2006).

El volcán La Malinche forma parte de los principales cuerpos volcánicos de la Cordillera Volcánica Transmexicana, con una altitud de 4 461 m.s.n.m., siendo la quinta elevación en importancia en la República Mexicana. Fue declarado Área Natural Protegida (ANP) por el presidente Lázaro Cárdenas el 21 de septiembre de 1938, con el carácter de Parque Nacional y tiene una superficie de 45,852 ha de las cuales 31,419 corresponden al estado de Tlaxcala y 14,433 al estado de Puebla (Villers *et al.* 2006).

Es el volcán aislado más importante de México, y el más antiguo de la cordillera Neovolcánica. En la Malinche se han incrementado los asentamientos humanos en los últimos 10 años, al grado que se redujo la tercera parte del bosque. La tala de los árboles ha contribuido en gran medida a la deforestación, encontrándose grandes manchones de vegetación; aunado a esto las actividades de ganadería y pastoreo causan una importante perturbación en los hábitats (Gómez 2002).

Clima.

En el volcán el clima varía de frío a templado. El clima frío se localiza hacia la parte alta, por encima de la cota de 3,500 m.s.n.m.; el resto de la región presenta un clima templado con muchas variaciones.

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1964) se presentan los siguientes climas dependiendo de la altitud.

- 🐾 Por debajo de los 2 800 m.s.n.m., C (W₂) (W) (h´) ig, donde C es templado húmedo, temperatura media del mes más frío entre -3°C y 18°C, y el más caliente mayor que 6.5°C; (W₂) es el más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano; (W) con lluvia invernal menor de 5% de la anual; (h´) muy cálido, con temperatura media anual mayor de 22°C, la del mes más frío mayor de 18°C; i tiene una oscilación isotermal menor a 5°C, y g con el mes más caliente del año antes de junio.
- 🐾 Por arriba de los 2 800 m.s.n.m., E (T) HW, donde E representa el mes más caliente menor a 6.5°C; (T) la temperatura media anual de -2°C y 5°C y entre 0 y 6.5°C el mes más caliente; H grandes altitudes, y W con lluvias en verano.

Vegetación.

Según lo descrito por Villers *et al.* (2006), los tipos de vegetación predominantes que se encuentran en el Parque Nacional Malinche son:

- 🐾 Zacatonal de alta montaña: es una comunidad vegetal que se desarrolla a partir de los 3 900 m.s.n.m. El único elemento arbóreo que se puede encontrar es *Juniperus monticola* (enebro). Se encuentran especies como *Gnaphalium lavandulaceum*; *Senecio roseus* y *Festuca tolucensis* (zacatón).
- 🐾 Bosque de *Pinus hartwegii*: esta comunidad se distribuye por encima de los 3 400 m.s.n.m. y hasta el límite superior arbóreo, a los 4 000 m.s.n.m.; se desarrolla sobre sustratos más o menos ricos en humus y se considera un bosque monoespecífico. Dentro de las especies herbáceas se encuentran *Eryngium proteaeflorum*, *Cirsium nivale* (Cardo santo), *Robinsonecio gerberifolius*, *Lupinus aschenbornii*, *Geranium potentillaefolium* (Pata de león), *Trisetum altijugum* y *Penstemon gentianoides* (Mocuepanixóchitl).
- 🐾 Bosque de *Abies*: se presenta en altitudes entre 2 700 y 3 800 m.s.n.m., es una comunidad perennifolia. Se encuentran especies como *Abies religiosa*

(Oyamel); *Ageratina glabrata*, *Senecio cinerarioides* (Rosa de San Juan), *Fuchsia thymifolia* (Aretillo), y *Erigeron galeottii*, *Senecio callosus* (Hoja de flecha), *Cerastium nutans*, *Vicia pulchella* (Veza), *Salvia elegans*, *Festuca amplissima* (Zacate de volcán), y *Castilleja arvensis* (Cresta de gallo).

- 🐾 Bosque de *Alnus*: es una comunidad caducifolia que se observa entre los 3 150 y los 3 500 m.s.n.m. La especie dominante es *Alnus jorullensis* (Ilite verde), además se puede encontrar *Roldana angulifolia*, y *Phoradendron velutinum* (Barbas), como especies arbustivas y parásitas respectivamente.
- 🐾 Bosque de *Pinus*: es una comunidad vegetal siempre verde, muy característica de las zonas montañosas de México; es un bosque moderadamente alto (hasta 30m) donde predominan los pinos. Son las comunidades de mayor extensión, se desarrollan desde los 2 800 hasta los 3 600 m.s.n.m. En su mayoría predominan especies arbóreas de *Pinus montezumae* (Pino real); en el estrato arbustivo encontramos *Buddleia cordata* (Tezopán blanco); dentro de las especies herbáceas están *Asclepias notha*, *Asplenium monanthes*, *Bidens serrulata* (Aceitilla amarilla), *Cirsium sibiliforme* (Cardo), *Roldana platanifolia* (Hierba del zopilote, mano de león), *Senecio sinuatus* (Hediondilla), *Lobelia irasuensis* (Lobelia), *Lupinus montanus* (Garbancillo), *Stipa ichu* (Barba de chivo), *Galium aschenbornii* (Cuajaleche, pegarropa) y *Penstemon campanulatus* (Jarritos), entre otras.

Fauna.

Las especies de vertebrados terrestres registradas en el Parque Nacional Malinche son:

- 🐾 **Anfibios:** ajolote (*Ambystoma mexicano*), falsa salamandra (*Pseudoericea leprosa*), rana arborícola (*Hyla eximia*), y el sapo excavador (*Spea multiplicatus*) (Reyes 2002).
- 🐾 **Reptiles:** culebra (*Thamnophis scalaris*), crotálicos (*Sistrurus rabus* y *Crotalus molossus*), falso escorpión (*Barissia inbricata*), encinco (*Eumeces*

brevirrostris), lagartija de las piedras (*Sceloporus sp.*) y falso escorpión (*Phrynosoma sp.*) (Reyes 2002).

🐾 **Mamíferos:** tlacuache (*Didelphis virginiana*), armadillo (*Dasybus novemcinctus*), conejos (*Sylvilagus cunicularius* y *S. floridanus*), ardilla (*Sciurus aureogaster*), ardillón (*Spermophilus variegatus*), nueve especies de ratones (*Peromyscus difficilis*, *P. gratus*, *P. leucopus*, *P. maniculatus*, *P. melanotis*, *Reithrodontomys fulvescens*, *Neotomodon alstoni*, *Microtus mexicanus*, *Liomys irroratus*), tuza (*Thomomys umbrinus*), lince (*Lynx rufus*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), coyote (*Canis latrans*), comadreja (*Mustela frenata*), dos especies de zorrillo (*Spilogale gracilis* y *Conepatus leuconotus*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), mapache (*Procyon lotor*), musaraña (*Sorex oreopolus*) y dos especies de murciélagos (*Lasiurus cinereus* y *Myotis velifer*) (Ruiz-Soberanes 2009).

Antecedentes de estudios sobre mamíferos en la zona de estudio

Particularmente en el Parque Nacional Malinche son escasos los estudios realizados sobre mamíferos. Uno de estos estudia los cambios poblacionales del cacomixtle, mediante el cálculo del Índice Relativo de Abundancia (Reyes 2002) y de lince *Lynx rufus* (Salinas 1995) por medio de estaciones olfativas, en el primero se reporta la presencia del cacomixtle en todas las estaciones del año y sobre todo en el bosque de coníferas y en la zona de cultivo.

Otros estudios han abordado la densidad poblacional de roedores (Ramírez 1995), y la relación de éstos con algunos aspectos ambientales (Talavera 2006). Ramírez (1995) llevó a cabo un estudio de la densidad poblacional de los roedores cricétidos. Ruiz-Soberanes (2009) realizó un estudio mastofaunístico del Parque Nacional Malinche.

II. Trabajo de campo

El presente estudio se realizó durante cuatro salidas, las cuales tuvieron una duración de tres a cinco días. Los muestreos se llevaron a cabo a lo largo del año, con el fin de abarcar las cuatro estaciones; estos se realizaron de junio del 2007 a junio 2008. La zona de muestreo fue el sitio denominado localmente como Cañada Tochatlac la cual pertenece al Municipio de San José Teacalco, dentro del estado de Tlaxcala (Fig. 1).

Se eligió esta Cañada por ser una zona de transición entre la zona de cultivo y el ecotono, y dada la vegetación presente en esta área existe mayor probabilidad de encontrar letrinas hechas por *B. astutus* (Fig. 2).

Las estaciones del año fueron asignadas de acuerdo a las siguientes fechas:

- Primavera: 21 de marzo–21 de junio.
- Verano: 21 de junio–23 de septiembre.
- Otoño: 22 ó 23 de septiembre-21 de diciembre.
- Invierno: 21 de diciembre–21 de marzo.

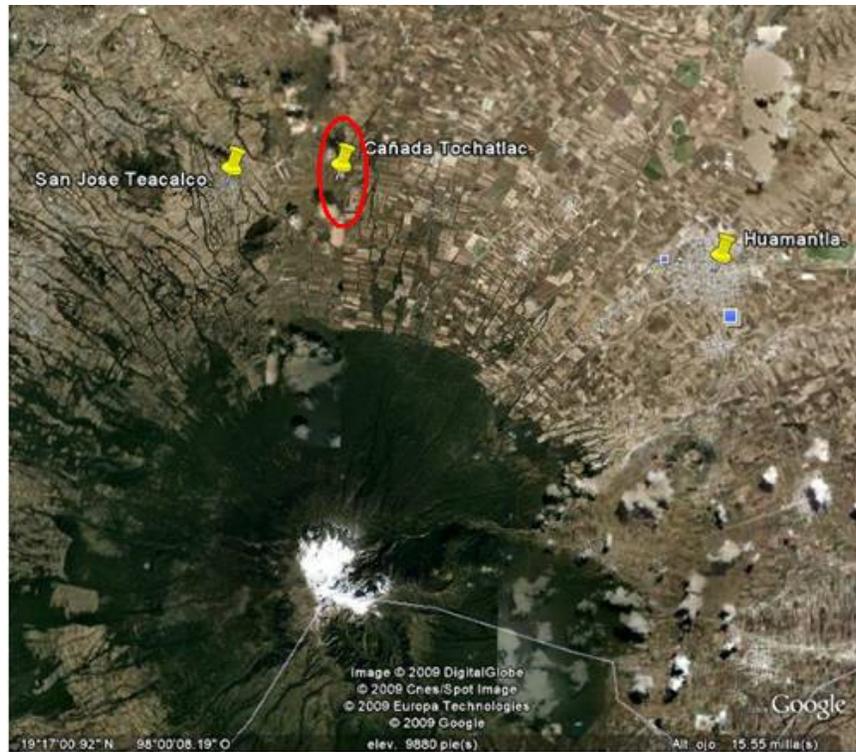


Fig. 1. Mapa de ubicación de la Cañada Tochatlac en el Parque Nacional Malinche, Tlaxcala (Fuente: Google Earth 2009 beta).



Fig. 2. Mapa de ubicación de la Cañada Tochatlac, en el Parque Nacional Malinche, Tlaxcala. Se observan las zonas de cultivo que rodean la cañada (marcadas con puntero verde, Fuente: Google Earth 2009 beta).

Se realizó una búsqueda minuciosa de excretas de *B. astutus* en el interior y exterior de la Cañada Tochatlac. Se recolectaron las excretas que fueron identificadas de acuerdo a la forma y medida referida en guía de campo (Aranda 2000). El número de horas dedicadas al trabajo de campo fue de aproximadamente seis horas por día, en total 90 horas utilizadas para la colecta de excretas durante las cuatro salidas al campo.

Las excretas fueron recolectadas en bolsas de papel estraza, las cuales se marcaron con datos sobre la fecha, letrina, número de muestra y localización (coordenadas obtenidas con GPS), todas las muestras fueron rotuladas en el sitio de colecta. En los sitios donde fueron encontradas las muestras se dejaron marcas plásticas atadas al árbol más cercano a la letrina, indicando el número de letrina y la fecha; esto fue con la finalidad de poder identificar los sitios de recolecta y de ser necesario algún dato, se pudiera regresar fácilmente al lugar.

Adicionalmente se hizo una colecta de plantas con fruto carnosos encontradas en el interior y exterior de la cañada Tochatlac, cuyos ejemplares se herborizaron para poder formar una colección de referencia y así identificar las especies de plantas encontradas en las excretas. En la Fig. 3 se muestra la simplificación del método seguido para el trabajo de campo.

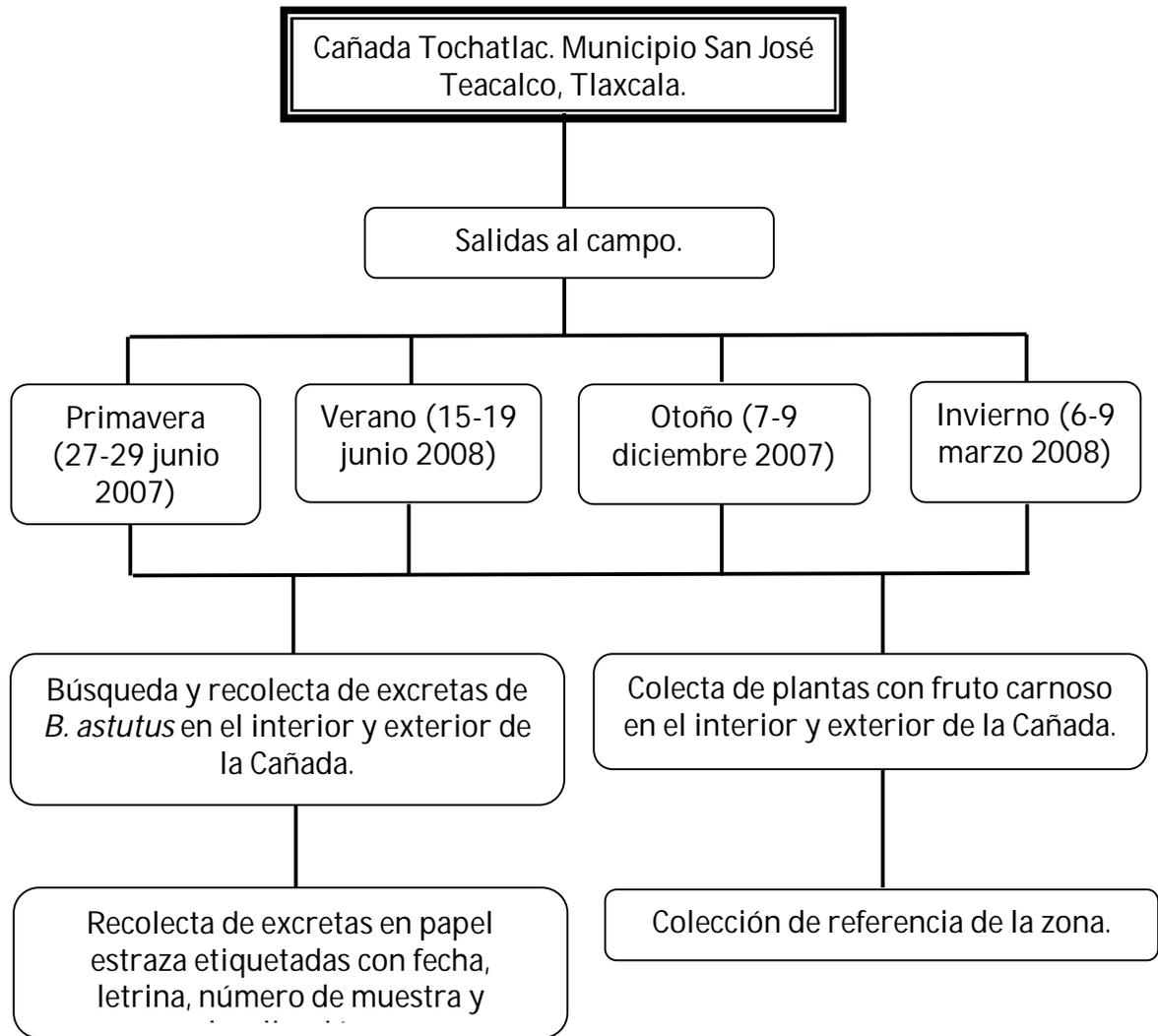


Fig. 3. Diagrama del método seguido para el trabajo de campo en la Cañada Tochatlac del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala.

III. Análisis de laboratorio

Dieta de *Bassariscus astutus*

Para determinar la dieta de *B. astutus* se siguió el procedimiento propuesto por Korschgen (1987) para la separación de categorías alimenticias. Según este autor el procedimiento comprende cinco fases:

I. Preparación de las muestras.

Las bolsas de papel estraza fueron colocadas en una superficie de cartón, de forma en que todas quedaron separadas aproximadamente por 5-10 cm, y se dejaron a la intemperie por varios días, únicamente se cuidó que no se mojaran y que estuvieran expuestas al sol. Esto se hizo para eliminar toda la humedad de las muestras y de esta manera quedarán totalmente secas.

II. Separación de los restos.

El contenido de cada bolsa de papel estraza se colocó en un vaso de precipitados de 250 mL, se le agregó agua destilada hasta que la muestra fuera cubierta en su totalidad; con ayuda de un abatelenguas se agitó hasta que se observó la disgregación. Posteriormente se tamizaron las excretas, pasándolas por tamices metálicos de diferente tamaño de malla (tamaño de poro = 3 y 2 mm). Los tamices se colocaron dentro de una bandeja de plástico siguiendo un orden de menor a mayor tamaño de malla.

III. Identificación de los componentes.

Se revisaron cada uno de los tamices, vertiendo el contenido sobre papel absorbente. Se observó el contenido a simple vista o con ayuda de una lente de aumento, esto permitió la identificación de los restos. Las semillas encontradas se fueron separando de acuerdo a la especie o la similitud morfológica.

Para la identificación de las semillas se utilizó el material colectado de semillas con fruto carnoso presentes en la zona, para la creación de una colección de referencia.

IV. Registro de datos.

Una vez separadas las diferentes especies de semillas se hizo un conteo del número encontrado en cada muestra.

A su vez se registró la presencia de otros elementos tanto animales como vegetales.

V. Análisis de resultados.

Para el análisis de la cantidad de semillas encontradas durante las cuatro estaciones del año en las excretas del cacomixtle se utilizó el estadístico de prueba de Kruskal-Wallis.

En cuanto a la cantidad de semillas de cada especie encontradas durante todo el año se utilizó una prueba de ANOVA de una vía. De igual forma se utilizó esta prueba para comparar la cantidad de semillas germinadas por especie de cada tratamiento.

En la Fig. 4 se observa un diagrama simplificado del método seguido para el análisis de laboratorio de las muestras de excretas de *Bassariscus astutus* colectadas en la Cañada Tochatlac del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala.

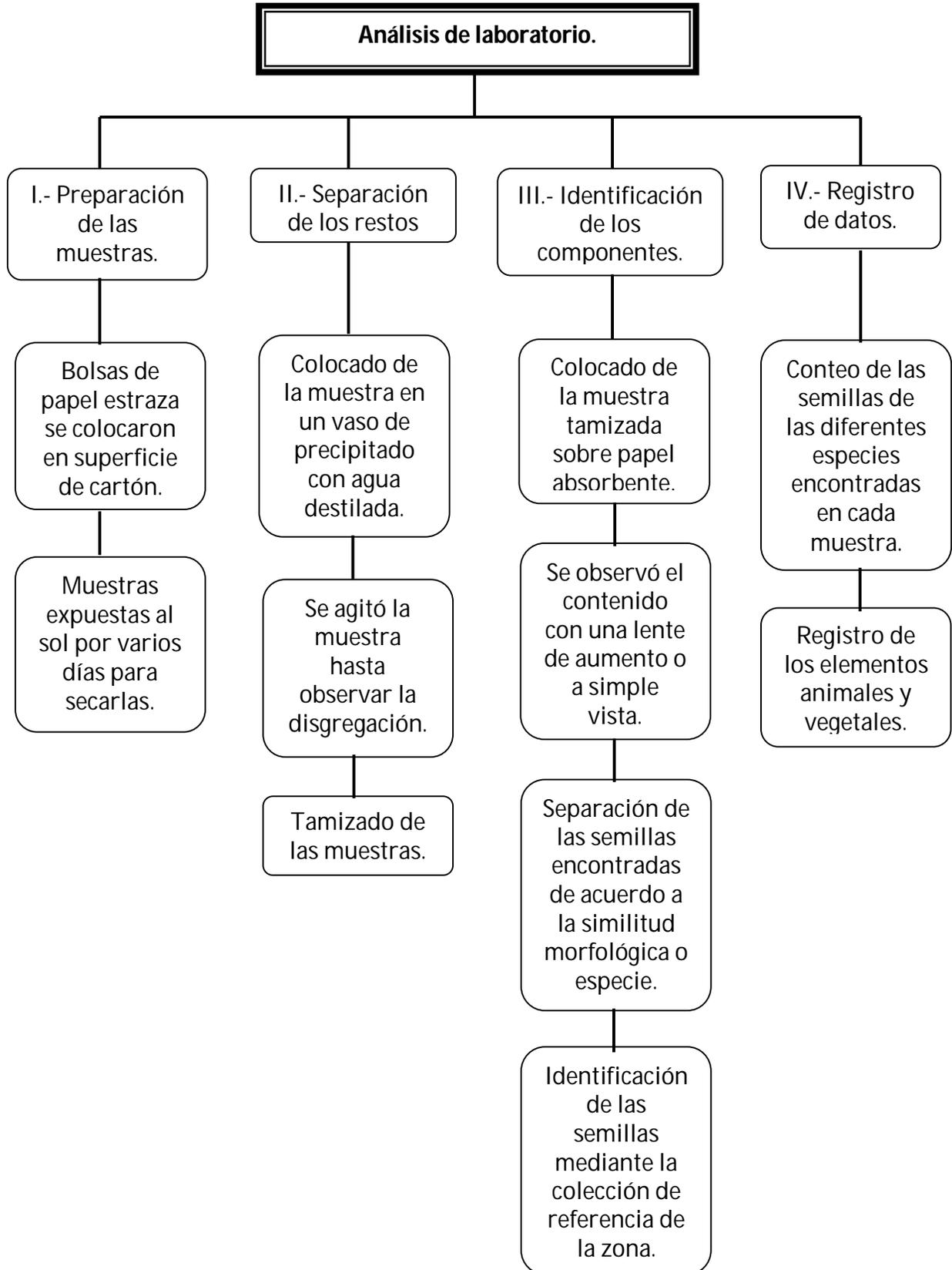


Fig. 4. Diagrama del método seguido durante el análisis de laboratorio de las excretas de *Bassariscus astutus* colectadas en la Cañada Tochatlac del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala.

Pruebas de germinación

Una vez que las excretas se examinaron y se logró la identificación de las semillas, se prosiguió a secar las semillas extraídas manualmente de las especies de plantas con fruto carnoso encontradas en la Cañada Tochatlac. A las semillas extraídas manualmente se les retiró la pulpa y se enjuagaron con agua corriente durante 10 min.

Traveset y Verdú (2002) recomiendan hacer pruebas de viabilidad de las semillas antes de iniciar las pruebas de germinación, en este caso se utilizó la prueba de flotación para todas las semillas, tanto para las obtenidas de excretas como para las que fueron extraídas manualmente de la planta con fruto carnoso (les llamaremos semillas control). Esta prueba consiste en elegir aleatoriamente semillas de una muestra y colocarlas en un recipiente con agua, posteriormente se observa que algunas flotan, por lo tanto estas no son viables (Monroy *et al.* 2003).

Estas pruebas se realizaron con el objetivo de descartar que la no germinación fuera debido a una baja viabilidad, o bien a que no hubo efecto alguno sobre la germinación de semillas, cuando pasaban a través del tubo digestivo del cacomixtle.

Para las pruebas de viabilidad se utilizaron todas las semillas colectadas para así disminuir el sesgo que se pudiera tener si se utilizaban semillas de solo alguna muestra. En lo que se refiere a las semillas obtenidas de excretas se tomaron muestras aleatorias de forma que quedaran representadas las cuatro estaciones del año (en el caso de que se hayan encontrado semillas durante todo el año), el tamaño de muestra dependió del número de semillas encontradas.

Una vez realizadas las pruebas de viabilidad se continuó con la siembra de semillas. Esto fue en cajas de petri de 10 cm de diámetro con papel absorbente como sustrato.

Se ha documentado que en el uso de cajas de petri o macetas no hay diferencias sobre el efecto en la germinación de semillas (Murray 1988, Barnea *et al.* 1991, Izhaki y Safriel 1990, Becerril 2009 (en prensa)).

Tanto para las semillas control como para las obtenidas de excretas, se hicieron dos lotes: uno al que se le agregó fungicida y otro sin fungicida. El tamaño de los lotes dependió del número de semillas disponibles de cada especie, por lo tanto las muestras no fueron uniformes.

El número de semillas que se colocaron en cada caja petri fue variable, pues estuvo en función del tamaño de la semilla y el número de semillas con las que se contaba.

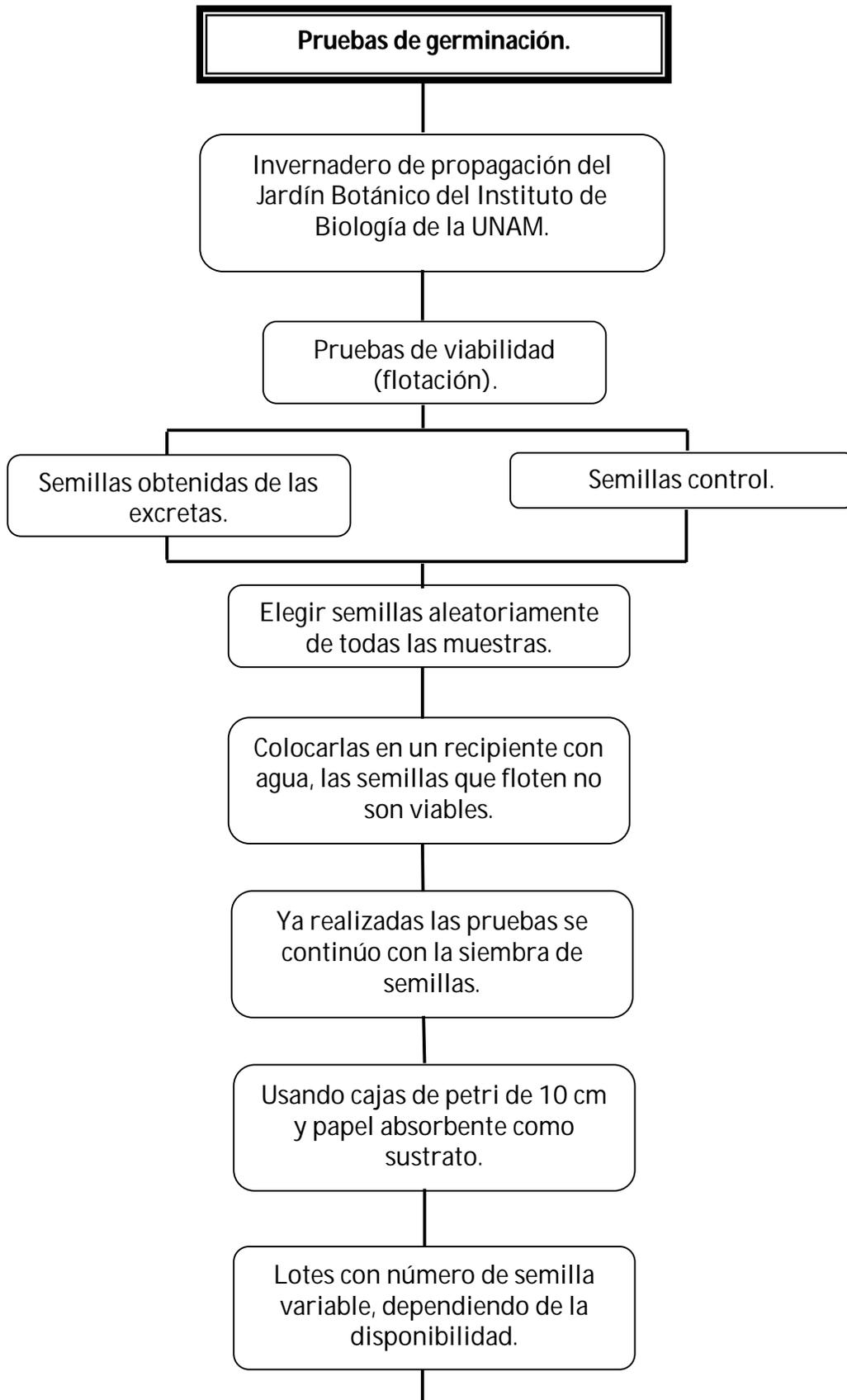
El día de siembra de semillas se agregó 5 ml de agua destilada, y en días posteriores se agregó sólo 3 ml para mantenerlas húmedas; la revisión de las semillas se realizó cada tercer día.

Las cajas petri se tuvieron en condiciones controladas de humedad y temperatura dentro del invernadero de propagación del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Para tener un control de las condiciones ambientales se hizo un registro de la temperatura máxima y mínima; así como la humedad máxima y mínima, estas lecturas se tomaban cada tercer día.

De acuerdo a Izhaki y Safriel (1990) la germinación se define como la emergencia de la radícula a través de la cubierta seminal. Pérez (2000) consideró una semilla germinada una vez que emergía la radícula. Para este estudio se consideró lo recomendado por estos autores. El número de semillas con radícula por cada caja fue registrado cada tercer día hasta que ninguna semilla germinó. Izhaki y Safriel (1990) recomiendan realizar observaciones por un mes, en este caso la prueba de germinación se realizó durante tres meses.

Los resultados obtenidos de las pruebas de germinación se analizaron estadísticamente por medio de ANOVA y se distinguieron los tratamientos con diferencias significativas mediante la prueba de Tukey.

El diagrama del método seguido para las pruebas de germinación de las especies de semillas encontradas en las muestras se muestra en la Fig. 5.



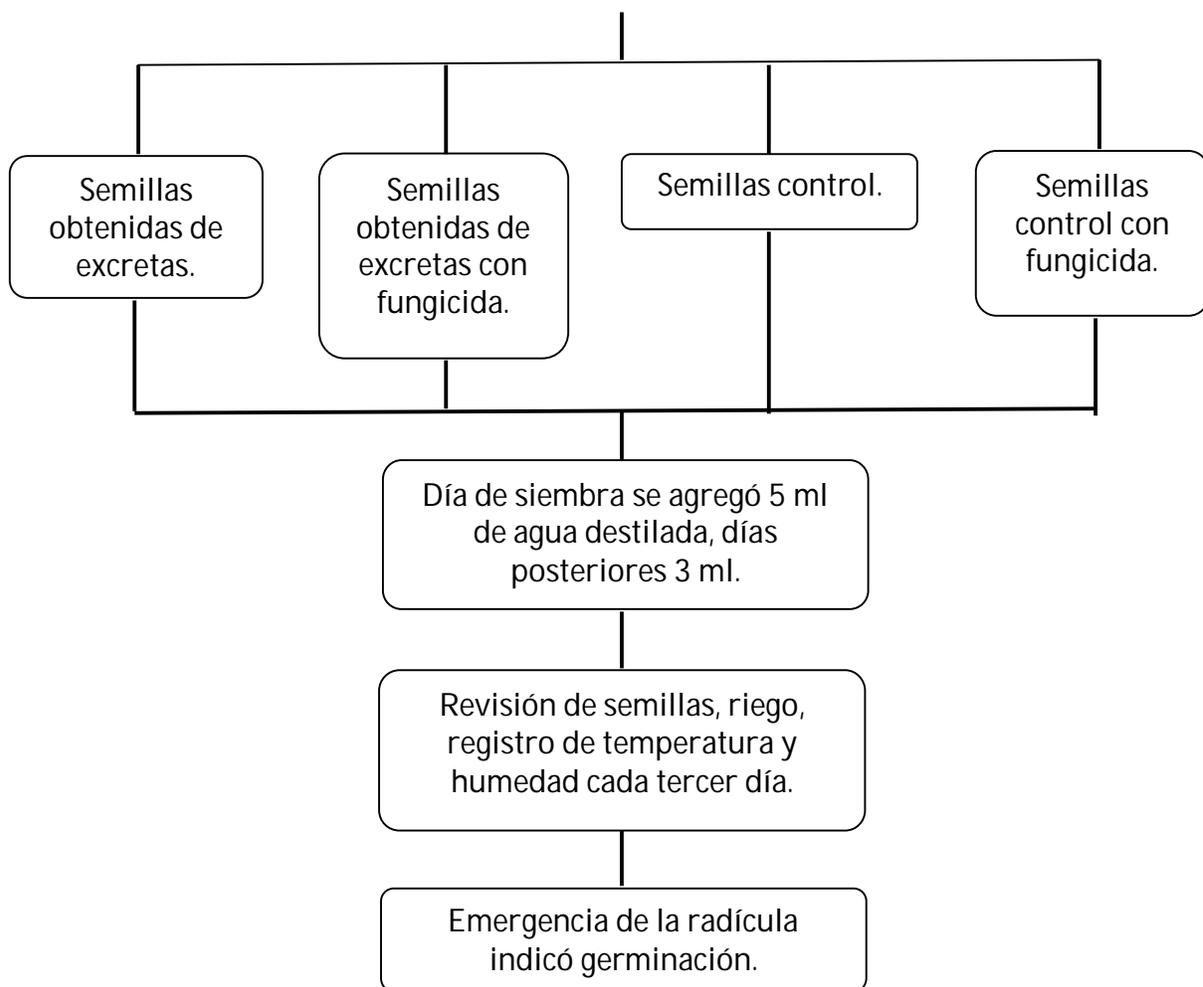


Fig. 5 Diagrama del método seguido para las pruebas de germinación realizadas en el Invernadero de propagación del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

RESULTADOS

Dieta de *Bassariscus astutus*

El muestreo de letrinas en la Cañada Tochatlac del Parque Nacional Malinche, abarcó un transecto de 1.5 km. De junio 2007-junio 2008, se observaron un total de 62 muestras de excretas de *B. astutus* (Fig. 6).

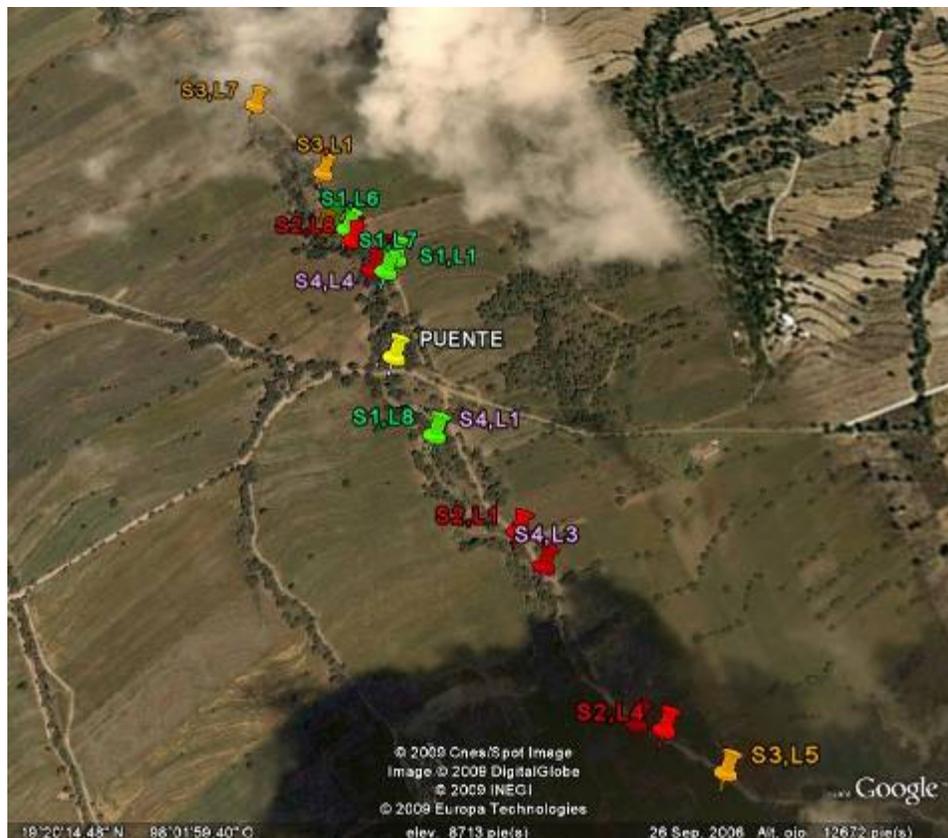


Fig. 6 .Puntos de recolección de muestras de excretas en la cañada Tochatlac, Parque Nacional Malinche, Tlaxcala. Los diferentes colores representan las salidas al campo, la S representa el número de salida y la L indica el número de letrina (Fuente: Google Earth 2009 beta).

En cuanto a los resultados referentes a la cantidad de semillas promedio encontradas por excreta de *B. astutus* podemos observar que es durante otoño cuando

hay un mayor consumo de semillas de *Prunus capulli*, *Phytolacca icosandra* y *Juniperus deppeana*; por otro lado la semilla que se encontró en las excretas durante todo el año fue *Juniperus deppeana*, siendo otoño cuando el promedio de semillas por excreta fue mayor.

La semilla que se encontró en menor proporción en las excretas a lo largo del año fue *Phytolacca icosandra*, la cual estuvo ausente durante primavera y verano. Por último *Prunus capulli* se encontró durante todo el año, excepto en invierno (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número promedio de semillas de cada especie, encontradas por excreta de *Bassariscus astutus*, durante las cuatro estaciones del año en la cañada Tochatlac en el Parque Nacional Malinche, Tlaxcala.

Estación del año.	<i>Semillas</i>		
	<i>Prunus capulli</i>	<i>Phytolacca icosandra</i>	<i>Juniperus deppeana</i>
PRIMAVERA 2008	5.38	0	11.56
VERANO 2007	13.53	0	1.76
OTOÑO 2007	0.05	28.5	22.25
INVIERNO 2007	0	2	19.89
TOTAL	4.74	7.63	13.87

Las especies de semillas encontradas en las excretas de cacomixtle fueron *Prunus capulli*, *Juniperus deppeana* y *Phytolacca icosandra* (Fig. 7), las características generales referentes a nombre común, tipo de semilla, tipo de fruto, periodo de fructificación, agente dispersor, tipo de germinación, porcentaje de germinación y periodo de latencia, se refieren en el Cuadro 2.



Fig. 7. Semillas encontradas en las excretas de *Bassariscus astutus* del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala donde se muestra *Phytolacca icosandra* (A), *Prunus capulli* (B) y *Juniperus deppeana* (C) (Foto: Regina González).

Cuadro 2. Características de las semillas encontradas en las excretas de *Bassariscus astutus*, recolectadas en la cañada Tochatlac del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala.

	Semillas		
	<i>Prunus capulli</i> ¹	<i>Juniperus deppeana</i> ²	<i>Phytolacca icosandra</i> ³ 4, 5
Nombre común.	Capulín, capulín blanco, cerezo.	Cedro, cedro chino, sabino.	Jaboncillo, mazorquilla, namole.
Nombre científico.	<i>Prunus capulli</i> .	<i>Juniperus deppeana</i> .	<i>Phytolacca icosandra</i> .
Semilla.	Semilla esférica y rodeada por un endocarpio o hueso leñoso (almendra) de sabor amargo.	Semilla color chocolate morenas a color canela claro, ampliamente angulares, de 6 a 7 mm de largo y 4 a 6 mm de ancho.	Semilla negra brillante de unos 2.5 -3 mm de largo.
Fruto.	Drupa globosa, de color negro rojizo en la madurez, de 12 a 20 mm de diámetro, sabor agrídulce y algo astringente, contiene solo una semilla.	Megaestróbilo maduro subgloboso hasta ampliamente elipsoide, de 8-15 mm de diámetro, el fruto maduro permanece en el árbol, la pulpa es seca fibrosa, contiene de 2-6 semillas.	Carnoso globoso-aplanado, de 6 a 8 mm de diámetro; verde cuando es tierno, pasando a rojo oscuro y negro en la madurez. Contiene de 8-11 semillas.
Fructificación.	Entre mayo y agosto.	En verano y otoño.	Entre octubre y diciembre.
Dispersión.	Por gravedad, aves y mamíferos.	Por aves o mamíferos.	No se encontró información disponible.
Germinación.	En condiciones naturales ocurre al primero o segundo año después de haber caído la semilla y en ocasiones llega a germinar después de 3 años. En laboratorio germinan a temperaturas de entre 18 y 22 °C tardando 14 días.	Tipo epígea. Las semillas germinan sobre papel o en arena a temperaturas de 30 °C por el día y 20 °C durante la noche, por espacio de 40 días.	No se encontró información disponible.
Porcentaje de germinación.	50 -85 %.	16-36 % en semillas sin estratificar, 45% en semillas estratificadas.	No se encontró información disponible.
Latencia.	Las semillas en el bosque exhiben una germinación retardada. Permanecen sin germinar hasta 3 años, tienen latencia embrionaria y el endocarpio presenta resistencia a la germinación pero usualmente es permeable al agua.	La semilla es viable después de 9 años de almacenada. Aproximadamente el 30% de las semillas almacenadas por 5 años germinan.	No se encontró información disponible.

¹ www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/60_rosac6m.pdf

² www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/arboles/doctos/27-cupre2m.pdf

³ www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/phytolaccaceae/phytolacca-icosandra/fichas/ficha.htm

⁴Castillo *et al.* (2007).

⁵www2.ine.gob.mx/publicaciones/download/379.pdf.

En cuanto a los principales frutos consumidos por el cacomixtle durante las cuatro estaciones del año, se puede observar que el mayor consumo de capulín (*Prunus capulli*) fue durante verano, seguido de primavera; mientras que en las estaciones del año restantes el consumo de frutos por cacomixtle fue casi nulo (Fig. 8). En contraste el mayor consumo de jaboncillo (*Phytolacca icosandra*) fue durante otoño seguido de invierno; mientras que durante la primavera y verano el cacomixtle no consume frutos de esta especie (Fig.8).

Finalmente en lo que se refiere al consumo de frutos de cedro chino (*Juniperus deppeana*) se puede observar que durante todo el año forman parte de la alimentación, siendo otoño seguido de invierno, las estaciones del año donde existe un mayor consumo (Fig.8).

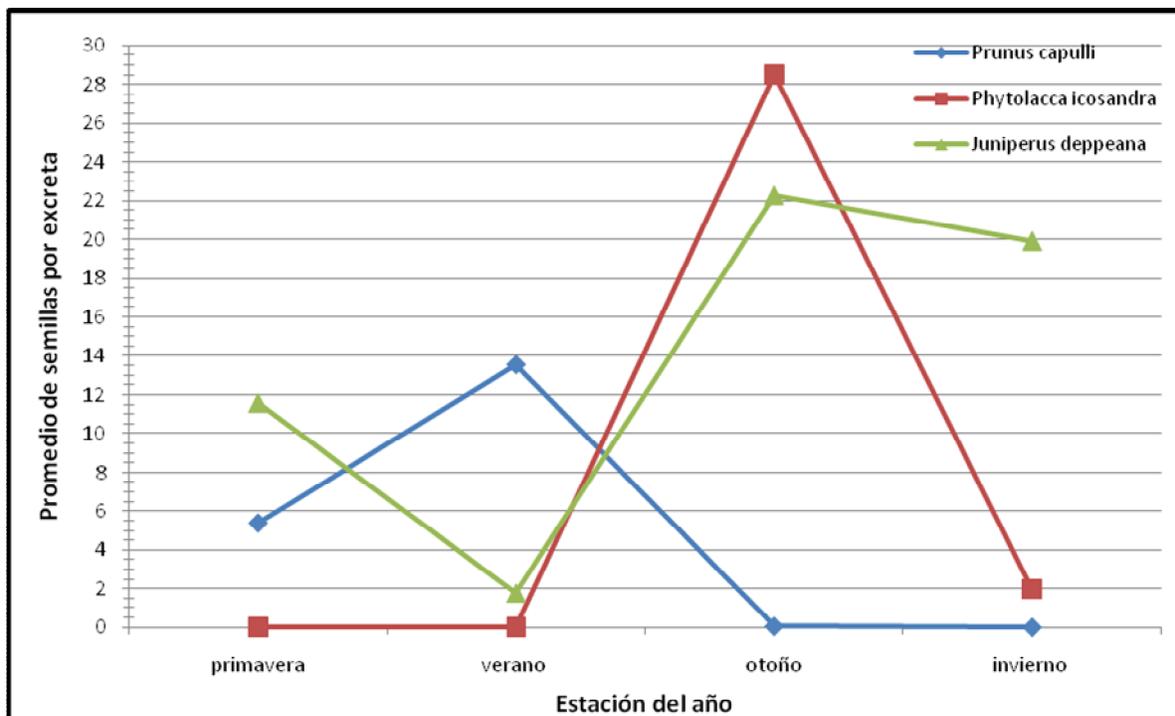


Fig. 8. Cantidad promedio de semillas de cada especie, encontradas por excreta de *Bassariscus astutus* durante las cuatro estaciones del año, en la cañada Tochatlac en el Parque Nacional Malinche, Tlaxcala.

El análisis mediante el estadístico de prueba de Kruskal-Wallis sugiere diferencias en algunos aspectos relacionados con la disponibilidad de semillas de

Phytolacca icosandra, *Juniperus deppeana* y *Prunus capulli* a lo largo del año, y algunas diferencias entre la cantidad de semillas presentes en cada estación del año.

En primera instancia, se analizó el consumo de semillas por cada estación del año, esto se consideró sin hacer diferencia entre las especies. Se puede observar que el mayor número de semillas consumidas se presentó en otoño ($\bar{x} = 35.207$ semillas/excreta) con alto número de semillas por excreta, mostrando una diferencia significativa ($H_{(3, 0.05)} = 9.978$; $p < 0.05$) en relación con primavera, verano e invierno (Fig. 9).

Claramente se puede distinguir que la época del año con mayor número de semillas por excreta fue otoño ($\bar{x} = 35.207$ semillas/excreta) seguida de invierno ($\bar{x} = 17.909$ semillas/excreta), siendo primavera ($\bar{x} = 14.158$ semillas/excreta) y verano ($\bar{x} = 11.304$ semillas/excreta) las estaciones donde hay una evidente disminución en la cantidad de semillas por excreta.

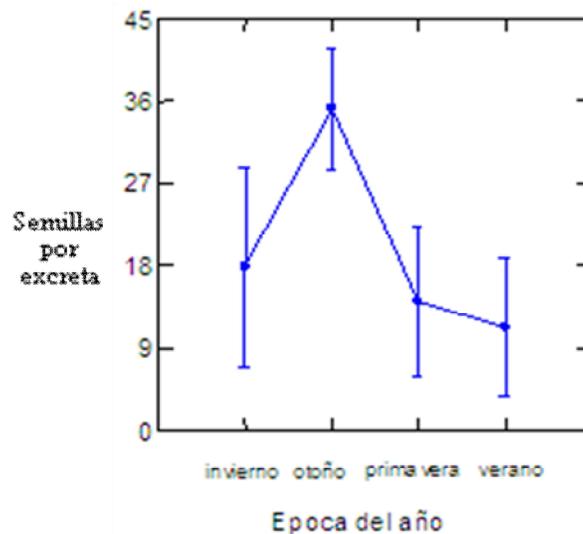


Fig. 9. Cantidad de semillas encontradas por excreta de *Bassariscus astutus* durante las cuatro estaciones del año, en la Cañada Tochatlac del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala. Usando el estadístico de prueba de Kruskal-Wallis donde $H_{(3, 0.05)} = 9.978$; $p < 0.05$.

El análisis estadístico de la cantidad de semillas de cada especie encontradas por excreta de cacomixtle, usando el estadístico de prueba de Kruskal-Wallis, indica

que no existe una diferencia significativa ($H_{(2, 0.05)}=4.919$; $p>0.05$) en cuanto a la preferencia por alguna especie de semilla.

Sin embargo podemos observar que la tendencia en cuanto a cantidad de semillas de *Phytolacca icosandra* ($\bar{x}=65.333$ semillas/excreta) encontradas por excreta de *B. astutus* es mucho mayor a la presentada en *Juniperus deppeana* ($\bar{x}=17.936$ semillas/excreta) y *Prunus capulli* ($\bar{x}=12.154$ semillas/excreta) (Fig. 10).

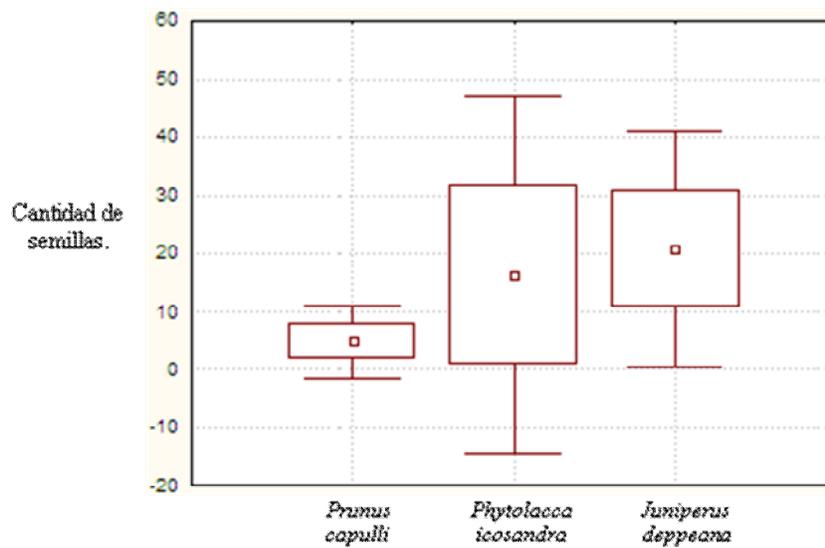


Fig. 10. Cantidad de semillas de *Phytolacca icosandra*, *Juniperus deppeana* y *Prunus capulli* encontradas por excreta de *Bassariscus astutus*, en la Cañada Tochatlac en el Parque Nacional Malinche, Tlaxcala. Resultados del estadístico de prueba de Kruskal-Wallis donde $H_{(2, 0.05)}=4.919$; $p>0.05$.

Pruebas de germinación

Para las pruebas de viabilidad de las semillas control se utilizaron un total de 111 semillas de *Juniperus deppeana*, obtenidas de tres ejemplares; 715 semillas de *Phytolacca icosandra*, obtenidas de dos ejemplares y 80 semillas de *Prunus capulli*, de un único ejemplar. Todas las semillas se colectaron en la Cañada Tochatlac del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala (Cuadro 3).

En cuanto a los resultados del porcentaje de viabilidad se puede observar que para las tres especies se obtuvo un valor considerablemente alto, siendo *Phytolacca icosandra* la especie en la que casi se obtuvo un 100% de viabilidad, seguida por *Prunus capulli* con un 85 % y por último, con el porcentaje más bajo *Juniperus deppeana* con 60% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de viabilidad de las semillas control (prueba de flotación), obtenidas de diferentes ejemplares de plantas del interior y exterior de la cañada Tochatlac en el Parque Nacional Malinche, Tlaxcala.

Ejemplar ¹	Semillas					
	<i>Juniperus deppeana</i>		<i>Phytolacca icosandra</i>		<i>Prunus capulli</i>	
	Total	No viables	Total	No viables	Total	No viables
1	20	20	598	21	80	15
2	40	13	117	10	160	20
3	51	11	---	---	---	---
TOTAL	111	44	715	31	240	35
VIABILIDAD (%)	60.4		95.7		85.4	

En lo que se refiere a las semillas obtenidas de excretas de cacomixtle las pruebas de viabilidad estuvieron conformadas por 237 semillas de *Juniperus deppeana*, de las cuatro estaciones del año; 483 semillas de *Phytolacca icosandra* de otoño e invierno y 142 semillas de *Prunus capulli* de primavera y verano (Cuadro 4).

¹ Cada ejemplar corresponde a un árbol.

En esta prueba se obtuvieron valores de viabilidad altos, mayores a 75%, siendo *Phytolacca icosandra* la especie con mayor porcentaje, 83%; seguida de *Juniperus deppeana* con 77.6% y *Prunus capulli*, con 77.5% (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje de viabilidad de las semillas obtenidas de las excretas de *Bassariscus astutus* en la Cañada Tochatlac en el Parque Nacional Malinche, Tlaxcala.

Estación del año	Semillas					
	<i>Juniperus deppeana</i>		<i>Phytolacca icosandra</i>		<i>Prunus capulli</i>	
	Total	No viables	Total	No viables	Total	No viables
Primavera	101	23	---	---	63	27
Verano	18	5	---	---	79	5
Otoño	41	2	466	81	---	---
Invierno	77	23	17	0	---	---
TOTAL	237	53	483	81	142	32
VIABILIDAD (%)	77.6		83.2		77.5	

Los experimentos de germinación tuvieron una duración de tres meses (agosto–noviembre del 2009). Se realizaron en las instalaciones del invernadero de propagación del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual está a cargo de la Biól. Tania Terrazas.

Las semillas control y las semillas obtenidas de las excretas de *Bassariscus astutus* fueron colocadas en cajas petri y revisadas cada tercer día. Durante las revisiones se registró en promedio una temperatura máxima de 42.5°C y mínima de 9.3°C; en cuanto a la humedad el registro promedio máximo fue de 62% y mínimo de 42.3%.

El experimento de germinación estuvo conformado por un total de 914 semillas, considerando 500 semillas de *Phytolacca icosandra*, 154 semillas de *Prunus capulli* y 260 semillas de *Juniperus deppeana*; de este total solo germinó un 38.4%.

A todas las semillas se les dio el mismo tratamiento, es decir, cada especie estuvo conformada por cuatro lotes; (1) semillas obtenidas de las excretas de *Bassariscus astutus*, (2) semillas obtenidas de las excretas de cacomixtle con fungicida, (3) semillas control, y (4) semillas control con fungicida.

En total germinaron un 38% de todas las semillas puestas, considerando los cuatro tratamientos, en cuanto al tratamiento control, las semillas con fungicida tuvieron un ligero incremento en la germinación, al igual que en el tratamiento de semillas obtenidas de excretas (Fig. 11).

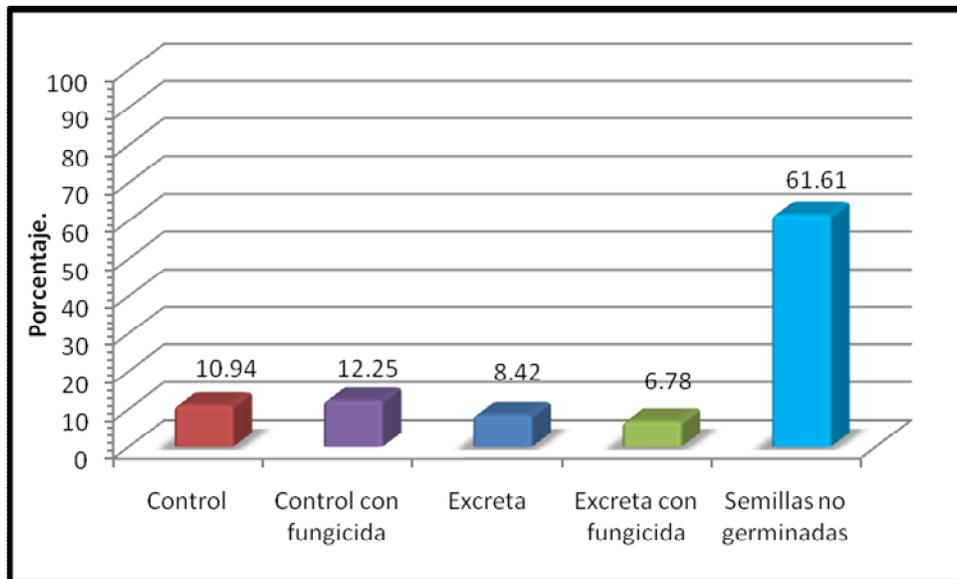


Fig. 11. Se presentan los porcentajes de semillas germinadas de cada tratamiento. Se consideran las tres especies de semillas, encontradas en las excretas de *Bassariscus astutus* de la Cañada Tochatlac del Parque Nacional Malinche.

Las semillas del jaboncillo (*Phytolacca icosandra*, Fig. 12) tuvieron mayor porcentaje de germinación, siendo las semillas control con y sin fungicida las que presentan un mayor número de semillas germinadas. En contraste las semillas

obtenidas de excretas de cacomixtle con y sin fungicida, tienen un menor número de semillas germinadas (Fig. 13).

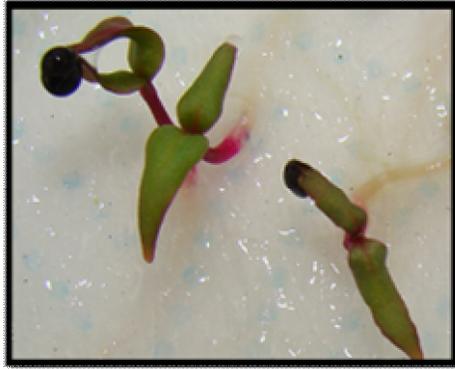


Fig. 12. Germinación de semillas de *Phytolacca icosandra* (Foto: Regina González).

Si prestamos atención a las diferencias encontradas en la velocidad de germinación, podemos observar que las semillas obtenidas de excretas de cacomixtle fueron las primeras en germinar, siendo el día cuatro cuando se observó la aparición de la radícula. De igual forma las semillas control a las que se les agregó fungicida mostraron la emergencia de la radícula al día cuatro de iniciado el experimento, siendo este el tratamiento con la mayor cantidad de semillas germinadas (Fig. 13).

Por otro lado, en las semillas control se observó la emergencia de la radícula a partir del día 12 de iniciado el experimento, a pesar de esto fue uno de los tratamientos que presentó una de las mayores tendencias en cuanto al porcentaje de germinación (Fig. 13).

Lo anterior se puede corroborar con lo mostrado en la Fig. 14, donde claramente se ve como las semillas control y control con fungicida presentaron una tendencia a una mayor germinación, con valores de $\bar{x} = 0.6286$ semillas/excreta y $\bar{x} = 0.7177$ semillas/excreta respectivamente. A diferencia de las tendencias observadas en las semillas obtenidas de excretas con o sin fungicida, las cuales tiene $\bar{x} = 0.3111$ semillas/excreta y $\bar{x} = 0.2333$ semillas/excreta, respectivamente.

En lo que se refiere a las diferencias encontradas mediante el ANOVA de los cuatro tratamientos, se obtuvo un resultado de $F_{(3, 0.05)}=2.3257$, por lo tanto se tiene una $p>0.05$, lo cual indica que no existen diferencias significativas entre los porcentajes de germinación de las semillas control, las semillas control con fungicida, las semillas obtenidas de excretas y las semillas obtenidas de excretas a las que se les agregó fungicida (Fig. 14). Sin embargo se observó una tendencia de disminución en el porcentaje de germinación de las semillas obtenidas de excretas.

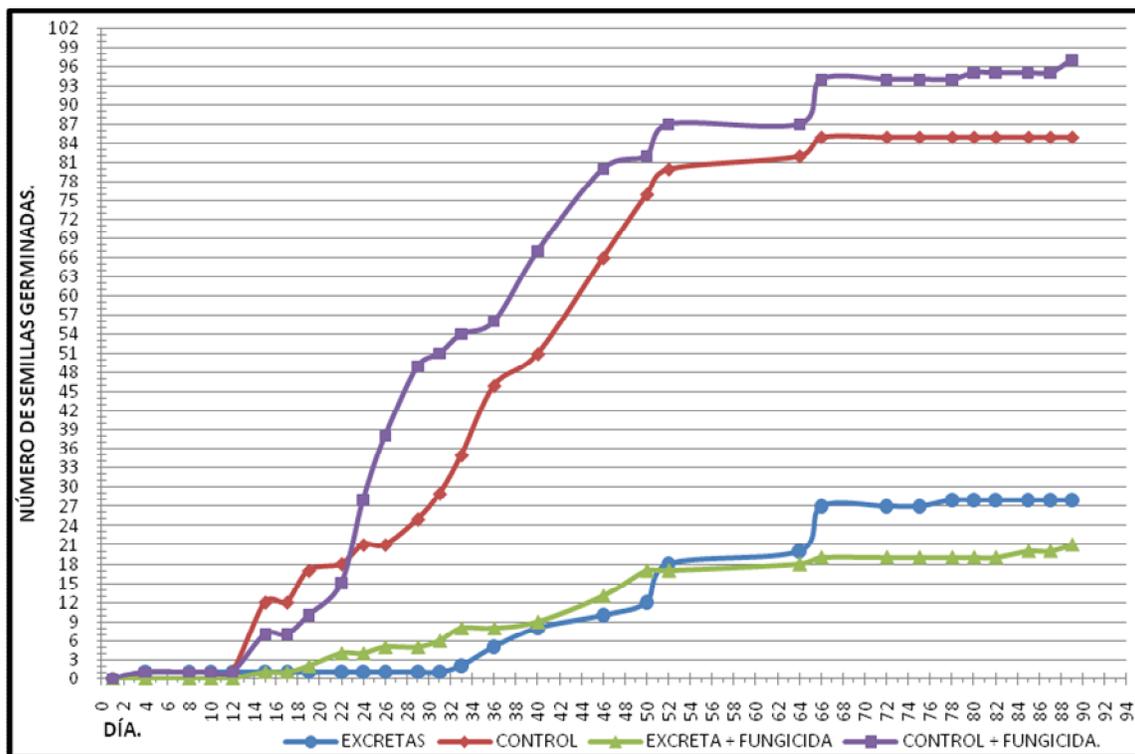


Fig. 13. Número de semillas germinadas de *Phytolacca icosandra* obtenidas de las excretas de *Bassariscus astutus* del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, a las cuales se les agregó o no fungicida, en comparación con el número de semillas control, con o sin fungicida.

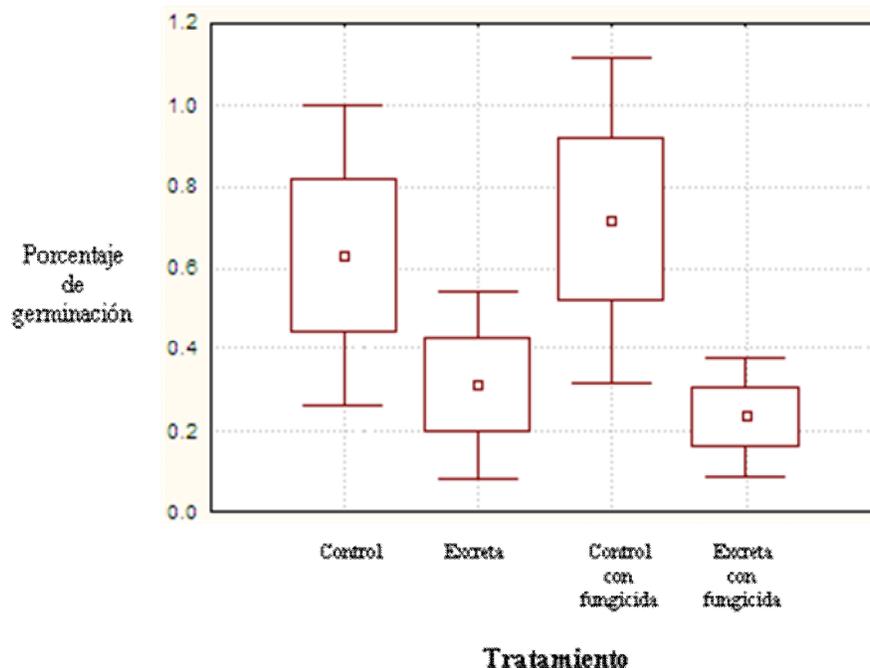


Fig. 14. Porcentajes de germinación de *Phytolacca icosandra* de semillas obtenidas de las excretas y excretas con fungicida de *Bassariscus astutus* del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, en comparación con el número de semillas control con o sin fungicida germinadas ($F_{(3, 0.05)} = 2.3257$. $p > 0.05$).

En lo referente a los porcentajes de germinación de cedro chino (*Juniperus deppeana*, Fig. 15), se puede observar que las semillas obtenidas de excretas de cacomixtle comenzaron a germinar a partir del día diecinueve de iniciado el experimento, mientras que las semillas obtenidas de excretas a las que se les agregó fungicida presentaron la emergencia de la radícula a partir del día veintinueve, al igual que las semillas control; en cuanto a las semillas control con fungicida la emergencia de la radícula fue en el día veintiséis (Fig. 16).

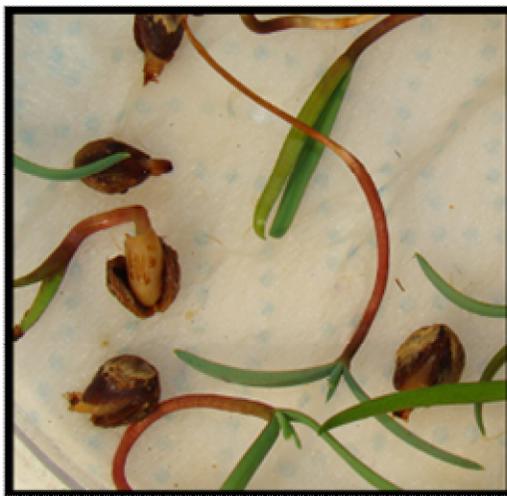


Fig. 15. Germinación de semillas de *Juniperus deppeana* (Foto: Regina González).

Un punto importante a resaltar es la tendencia observada de un mayor porcentaje de germinación de las semillas control a las que se les agregó fungicida (\bar{x} = 0.5552 semillas/excreta), luego las semillas control (\bar{x} = 0.4812 semillas/excreta), seguidas de las semillas obtenidas de las excretas de *Bassariscus astutus* (\bar{x} = 0.3444 semillas/excreta), al igual que las semillas obtenidas de excretas a las que se les agregó fungicida (\bar{x} = 0.2888 semillas/excreta) (Fig. 17).

A pesar de notarse una diferencia de medias en los porcentajes de germinación de los cuatro tratamientos, el ANOVA da un valor de $F_{(3, 0.05)} = 0.3243$ con una $p > 0.05$, por lo tanto indica que no existen diferencias significativas entre los porcentajes de germinación de las semillas obtenidas de excretas, las semillas obtenidas de excretas con fungicida, las semillas control y las semillas control con fungicida; sin embargo se observa una tendencia de mayor germinación en las semillas obtenidas de excretas (Fig. 17)

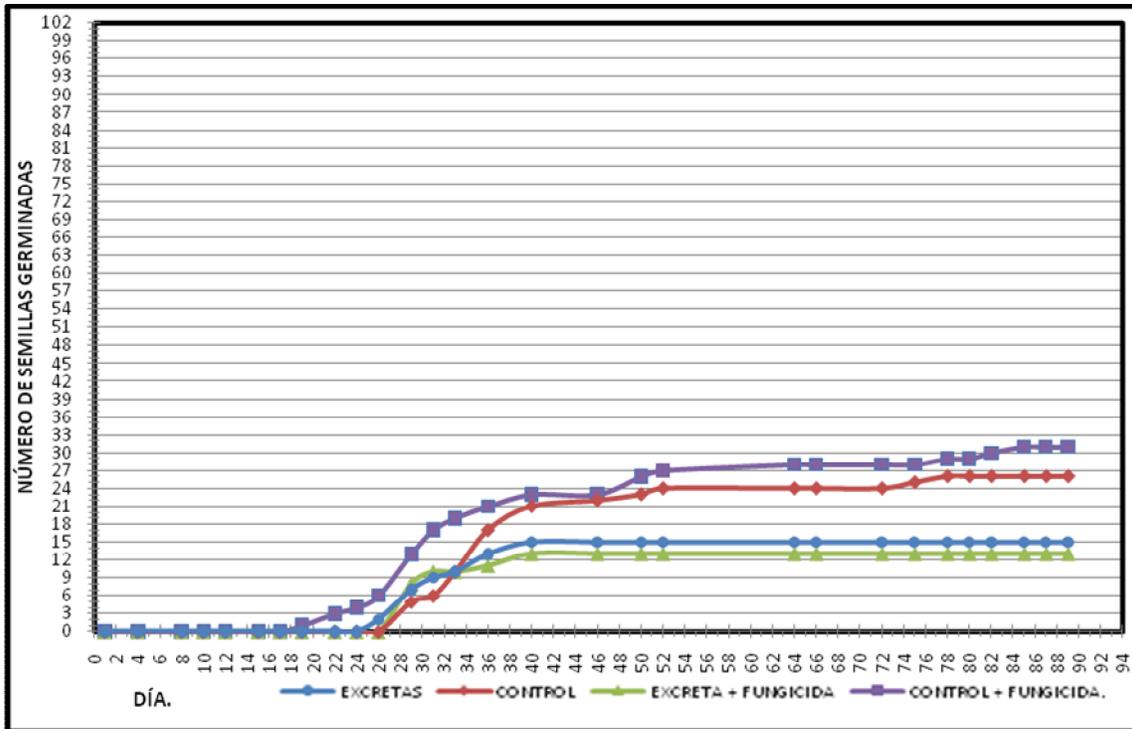


Fig. 16. Número de semillas germinadas de *Juniperus deppeana* obtenidas de las excretas de *Bassariscus astutus* del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, a las cuales se les agregó o no fungicida, en comparación con el número de semillas control, con o sin fungicida.

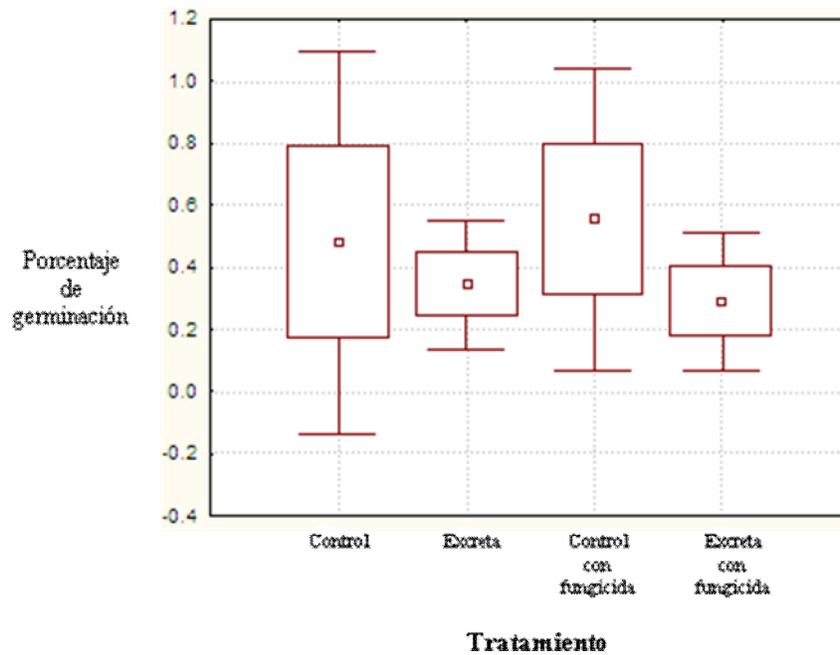


Fig. 17. Porcentajes de germinación de *Juniperus deppeana* de semillas obtenidas de las excretas y excretas con fungicida de *Bassariscus astutus* del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, en comparación con el número de semillas control con o sin fungicida germinadas ($F_{(3,0.05)}=0.3243$, $p>0.05$).

La especie con el menor porcentaje de germinación fue el capulín (*Prunus capulli*, Fig. 18); se puede observar que en las semillas obtenidas de las excretas de cacomixtle la emergencia de la radícula fue a partir del día veinticuatro, a diferencia de las semillas control que mostraron la emergencia de la radícula 16 días después, también se pudo observar que el número de semillas germinadas fue más exitoso en las semillas obtenidas de las excretas (Fig. 19).



Fig. 18. Germinación de semillas de *Prunus capulli* (Foto: Regina González).

Por otro lado, se puede observar que las semillas control sin y con fungicida de *Prunus capulli* presentaron un número de semillas germinadas muy bajo y nulo, respectivamente. En lo que se refiere a las semillas control se observó que a partir del día cuarenta emergía la radícula, a diferencia de las semillas control a las que se les agregó fungicida que estuvieron en observación 89 días, bajo las mismas condiciones ambientales y no hubo brote de radícula (Fig. 19).

En cuanto al ANOVA se obtuvo un resultado de $F_{(3, 0.05)}=4.281$ donde la $p < 0.05$, lo cual indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las semillas obtenidas de las excretas con o sin fungicida, en relación a las semillas control con fungicida, lo cual corrobora lo observado en la Fig. 19.

En los resultados se puede distinguir la tendencia de un mayor porcentaje de germinación correspondiente a las semillas obtenidas de excretas ($\bar{x}=0.400$ semillas/excreta), seguido por las semillas obtenidas de excretas con fungicida ($\bar{x}=0.333$ semillas/excreta) y las semillas control ($\bar{x}=0.082$ semillas/excreta); finalmente se observa que las semillas control con fungicida ($\bar{x}=0$ semillas/excreta) no germinaron (Fig. 20).

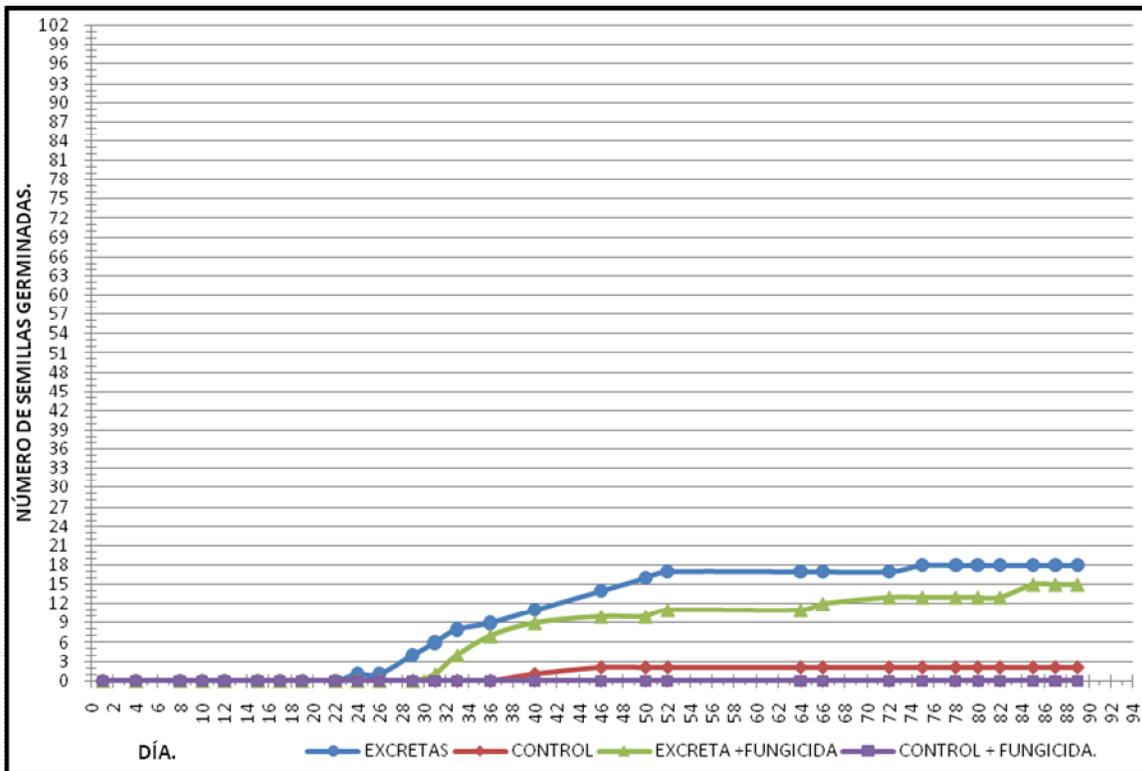


Fig. 19. Número de semillas germinadas de *Prunus capulli* obtenidas de las excretas de *Bassariscus astutus* del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, a las cuales se les agregó o no fungicida, en comparación con el número de semillas control, con o sin fungicida.

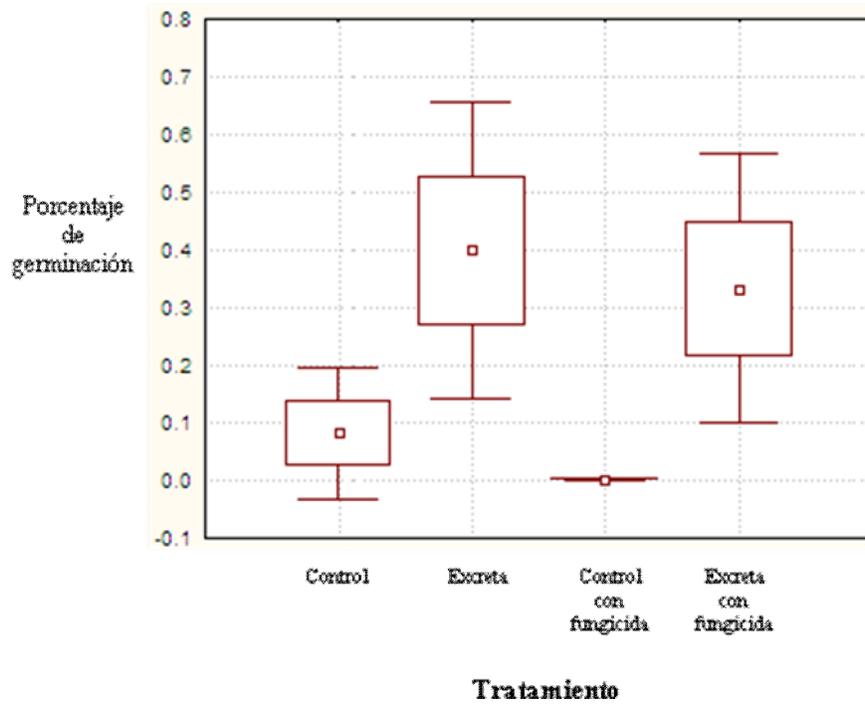


Fig. 20. Porcentajes de germinación de *Prunus capulli* de semillas obtenidas de las excretas y excretas con fungicida de *Bassariscus astutus* del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, en comparación con el número de semillas control con o sin fungicida germinadas ($F_{(3, 0.05)}=4.281$, $p<0.05$).

DISCUSIÓN

Dieta de *Bassariscus astutus*

Durante el año de muestreo en la zona de cultivo y ecotono del Parque Nacional Malinche, se colectaron un total de 62 excretas de *Bassariscus astutus*. La influencia de estos dos tipos de comunidades vegetales en la dieta del cacomixtle se debe a que en su mayoría en estos dos sitios se encuentran los recursos tanto de frutos como de pequeños mamíferos y reptiles de los que se alimenta la especie (Reyes 2002). Cabe destacar que en estos lugares es donde se encuentra la mayor población de capulines, juníperos y jaboncillo que fueron los elementos más representativos en las excretas.

La mayor cantidad de excretas recolectadas fue en otoño (20 muestras), lo cual está relacionado con lo mencionado por Reyes (2002) quien estudio el Índice de Abundancia Relativa, observando que en otoño se encuentra la mayor abundancia de cacomixtle, debido a que en esta estación del año hay un incremento en los recorridos y en la adición de individuos jóvenes a la población.

Durante verano (17 muestras) y primavera (16 muestras) la cantidad de excretas encontradas fue menor, esto se debe a que en primavera la actividad está determinada por la época de apareamiento, cuando los machos adultos muestran mayor territorialidad como respuesta a la competencia por las hembras; además la disponibilidad de alimento también puede determinar la distribución del cacomixtle (Reyes 2002).

De acuerdo con Reyes (2002) el verano es la estación con la menor abundancia de cacomixtle, esta es la época de nacimientos, por lo tanto las hembras no pueden viajar grandes distancias y alejarse del sitio donde se encuentran sus crías, además durante esta época los machos hacen recorridos más grandes, lo cual explica la disminución en el número de muestras.

Las excretas encontradas en la Cañada Tochatlac indican que *B. astutus* basa su dieta principalmente en elementos de origen vegetal, formados por tres especies diferentes de frutos: *Prunus capulli*, *Phytolacca icosandra* y *Juniperus deppeana*. La cantidad de semillas encontradas en las excretas fue variable, dependiendo de la estación del año, pero siempre conformó la parte primordial de su alimentación, aunque el cacomixtle por ser un omnívoro complementa su dieta con elementos de origen animal.

Las semillas encontradas en las excretas corresponden a las especies esperadas de acuerdo a la literatura correspondiente al Parque Nacional Malinche, además la cantidad consumida a lo largo del año siempre estuvo relacionada con la estación del año, de forma que el consumo de frutos aumentaba o disminuía pero siempre estuvo presente el elemento vegetal.

Se sabe que *B. astutus* tiene un área de actividad amplia por lo cual no presentó problemas para trasladarse de zonas perturbadas y no perturbadas en busca de alimento (Castellanos 2006), de esta forma algunas especies de semillas consumidas las obtenía de zonas cercanas a los asentamientos urbanos y otros se encontraban dentro de la Cañada Tochatlac. En cuanto a los componentes animales de la dieta es posible que los obtuviera de los asentamientos urbanos o del Bosque de Quercus o Pinus, los cuales son los hábitats más cercanos a la Cañada Tochatlac.

Este tipo de desplazamiento entre diferentes zonas concuerda con lo mencionado por Castellanos (2006) quien estudia el ámbito hogareño y los hábitos alimentarios de *B. astutus* en un ambiente suburbano, destacando la preferencia por las zonas perturbadas debido a la facilidad con la que obtiene su alimento.

La preferencia del cacomixtle por la ingestión de frutos de *Prunus capulli*, *Phytolacca icosandra* y *Juniperus deppeana* se encuentra relacionado con varios factores, uno de los cuales es que al pertenecer a la Familia Procyonidae, al igual que *Nasua nasua*, tenga un mayor gusto por los frutos de color púrpura, negro, amarillo, naranja y en menor proporción verde (Alves-Costa y Eterovick 2007), lo cual

concuenda con lo encontrado pues los frutos maduros de *Phytolacca icosandra* son púrpuras, *Prunus capulli* presenta un color negro y *Juniperus deppeana* tiene un color verde-amarillo.

La preferencia del cacomixtle por los frutos encontrados puede deberse a que los carnívoros se alimentan de frutos que forman subconjuntos de la flora regional, los cuales presentan características en común en cuanto a color, olor, persistencia del fruto después de madurar, tamaño, estructura y composición de la pulpa, como lo menciona Herrera (1998). Además si consideramos que generalmente la pulpa tiene un alto contenido de fibra, pero es baja en minerales y proteínas, entonces esto explica la presencia de elementos de origen animal para complementar la dieta de *B. astutus*.

Por último, de acuerdo a Herrera (1998) existe un rasgo de causa-efecto asociado con el consumo de frutos por parte de los carnívoros, lo cual a su vez puede ser interpretado como adaptaciones del fruto para la endozoocoria. Un ejemplo de este comportamiento es la abscisión de los frutos una vez que están maduros, como en el caso de *Prunus capulli* y *Phytolacca icosandra*, lo cual permite que sean más accesibles para el cacomixtle pues el olor puede facilitarle la localización de los frutos.

La cantidad de elementos de origen animal o vegetal que consume el cacomixtle puede variar de acuerdo a la época del año y la disponibilidad del alimento, incluso puede variar de acuerdo a la zona donde se encuentre, de manera que los elementos que forman parte de su dieta pueden ser muy variables: conejos, ratas, liebres, aves, reptiles, mariposas, chapulines, arañas, escarabajos; frutas como la pitaya, mango, capulín, tuna; y plantas como la *Phytolacca icosandra*, *Geranium sp.*, *Quercus*, *Passiflora sp.*, *Myrtillocactus geometrizans* (Nava-Vargas *et al.* 1999, Reyes 2002, Castillo 2008).

Esto concuerda con los resultados obtenidos, pues las proporciones de elementos animales y vegetales variaron en el transcurso del año, como en otoño donde casi todo el alimento consumido fueron frutos y una mínima parte estuvo conformada por insectos y pequeños mamíferos. Primavera fue otra estación donde la

mayor parte de la dieta estuvo conformada a base de frutos, pero la proporción de elementos animales fue menos que en otoño. Durante verano el consumo de insectos y pequeños vertebrados fue mayor que en todas las estaciones, mientras que en invierno es importante el consumo de elementos de origen animal pero los frutos siguen formando la mayor parte de su dieta.

En el análisis de las excretas se encontraron restos de insectos, pelo y huesos pertenecientes a mamíferos pequeños, los cuales forman parte complementaria de la dieta. Estos restos no se identificaron taxonómicamente pues no eran importantes para los fines de este trabajo, pero se guardaron para no perder la información. En lo que se refiere a la cantidad de semillas consumidas durante todo el año, los datos obtenidos muestran que *B. astutus* se alimenta durante otoño de los frutos de las tres especies vegetales, cuyas semillas se encontraron en las excretas.

Se ha reportado este tipo de comportamiento en otros mamíferos carnívoros de las familias Felidae, Ursidae, Viverridae, Canidae y Mustelidae, donde los frutos son la parte más importante de la dieta otoño-invernal, pero siguen siendo ingeridos durante todo el año (Herrera 1998), estos resultados corresponden a los encontrados en el presente trabajo, de manera que es durante otoño cuando se pueden encontrar excretas con las tres especies de semillas y durante invierno sólo de *Phytolacca icosandra* y *Juniperus deppeana*, además de encontrar restos animales como complemento de la dieta.

El estadístico de prueba de Kruskal-Wallis indicó que la cantidad de semillas por excreta encontradas durante otoño fue mayor a las encontradas en el resto del año. Este comportamiento se debe a que durante otoño se da la fructificación de *Juniperus deppeana* y *Phytolacca icosandra*, y por lo tanto el cacomixtle dispone de este recurso; además todavía puede encontrar los últimos frutos de *Prunus capulli*, pues el periodo de fructificación se inicia a mediados de primavera terminando en verano (Cuadro 2).

En lo que se refiere a la cantidad de semillas encontradas en las excretas de *B. astutus*, la semilla con una frecuencia de aparición alta fue *Phytolacca icosandra*, seguido de *Juniperus deppeana*. Quizás esto se deba a que *B. astutus* consume el fruto entero de *Phytolacca icosandra*, el cual contiene alrededor de 8–11 semillas pequeñas (Martínez-García 1984) de igual forma *Juniperus deppeana* contiene de 4–6 semillas (Zanoni 1982); a diferencia de *Prunus capulli*, el cual contienen solamente una semillas por fruto. La cantidad de semillas contenidas en cada fruto se relaciona con la proporción de semillas encontradas por excreta, de forma que existe la posibilidad de que *B. astutus* haya consumido pocos frutos de *Phytolacca icosandra* y *Juniperus deppeana*, aunque la cantidad de semillas encontradas fue alta.

En las excretas analizadas se encontró una mayor cantidad de semillas de *Phytolacca icosandra*; aunque *Juniperus deppeana* estuvo presente en cantidades variables durante todo el año, siendo otoño e invierno cuando aumento la frecuencia de aparición debido a que estas estaciones corresponden a la época de floración y fructificación de la especie. A pesar de esto durante primavera todavía se pueden encontrar frutos maduros de *Juniperus deppeana* y en invierno la cantidad de frutos maduros es muy baja, pues la planta se está preparando para entrar nuevamente al periodo de floración y fructificación.

La presencia de *Juniperus deppeana* en la zona denominada localmente como Cañada Tochatlac representa una ventaja para *B. astutus*, ya que el cacomixtle tiene la garantía de encontrar alimento durante todo el año; además esta especie de planta crece en la parte baja del volcán Malinche, aproximadamente entre los 2 600 – 2 900 m.s.n.m. (Villers *et al.* 2006), lo cual abarca la Cañada Tochatlac, es decir, zona de cultivo y ecotono.

Pruebas de germinación

En cuanto a los resultados obtenidos en los porcentajes de germinación de *Phytolacca icosandra* no hubo diferencias significativas en la germinación respecto a los cuatro tratamientos; sin embargo se observó una tendencia a una menor germinación en semillas obtenidas de excretas con respecto al control; en lo referente a las semillas obtenidas de excretas se observó un menor porcentaje de germinación, siendo las semillas de excretas sin fungicida las que germinaron más.

Si consideramos que tanto el fruto como la semilla de *Phytolacca icosandra* son pequeños (aproximadamente 6-8 mm y 2.5-3 mm, respectivamente), al igual que las semillas de *Celtis occidentalis*, consumidas por *Procyon lotor* en las que se observó una mayor germinación en las semillas control respecto a las semillas obtenidas de excretas como lo reporta Cypher y Cypher (1999). De acuerdo a estos autores se puede considerar la posibilidad de que sean semillas mejor adaptadas a la dispersión por medio de aves, ya que al ser pequeñas y de endocarpo delgado son menos resistentes a la escarificación por enzimas gastrointestinales y por lo tanto son afectadas negativamente con un extenso tiempo de paso por el tubo digestivo, de forma que al ser ingeridas por aves se disminuye el tiempo y puede existir la posibilidad de que al ser excretadas las semillas tengan alguna ventaja en cuanto a la competencia interespecífica.

En lo referente a las semillas de *Phytolacca icosandra* y *Juniperus depeanna* hubo mayor germinación en las semillas control, estos resultados contrastan con los esperados pues se creía que todas las semillas serían beneficiadas con el paso por el tubo digestivo de *B. astutus*; esto posiblemente está relacionado con el tiempo de retención en el tubo digestivo de las semillas obtenidas de excretas, pues se sabe que los patrones de germinación pueden ser alterados por la separación de los componentes de la pulpa del fruto dentro del tubo digestivo, de forma que puede reducir la germinación pues se altera el microambiente de las semillas (por ejemplo: la presión osmótica y los regímenes de luz), además pueden bloquearse las vías

bioquímicas de germinación; por lo tanto esto explicaría la germinación de una menor cantidad de semillas obtenidas de excretas, ya que al ser semillas de endocarpo delgado se ven afectadas y posiblemente se inhiba la germinación (Samuels y Levey 2005).

Existen varios trabajos como los presentados por Cypher y Cypher (1999), Cossíos (2003), Monroy *et al.* (2003), Alves-Costa y Eterovick (2007), en los que se observa este comportamiento, donde las semillas son consumidas por algún miembro de la familia Canidae o Procyonidae y los porcentajes de germinación son mayores en las semillas control, lo cual coincide con los resultados encontrados respecto a estas especies de semillas.

Las semillas *Phytolacca icosandra* y *Juniperus depeanna* control a las que se les agregó fungicida, presentaron una tendencia a una germinación ligeramente mayor que en los otros tratamientos, pues al agregar el fungicida se disminuyen las posibilidades de contaminación por algún hongo o patógeno; pues se sabe que la pulpa de los frutos puede aumentar las posibilidades de infección por hongo. De igual manera la pulpa contiene inhibidores de la germinación lo cual explicaría el porqué las semillas control germinaron después, esto concuerda con los resultados obtenidos por Alves-Costa y Eterovick (2007) quienes observaron como las semillas consumidas por *Nasua nasua* tuvieron un menor porcentaje de germinación respecto a las semillas control; en cuanto a estas encontraron que las semillas con fungicida tenían porcentajes de germinación más altos respecto a las otros tratamientos.

A diferencia de las semillas *Phytolacca icosandra* y *Juniperus deppeana*, el capulín *Prunus capulli* tuvo una tendencia a una mayor germinación en las semillas que se obtuvieron de las excretas, al igual que lo observado por Bustamante *et al.* (1992) quienes estudiaron al zorro *Dusicyon culpaeus* en relación al consumo de *Cryptocarya alba* obteniendo un porcentaje de germinación mayor en las semillas consumidas. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las semillas obtenidas de excretas con y sin fungicida, en relación a las semillas control con fungicida.

Esta respuesta concuerda con lo esperado para las semillas consumidas por *B. astutus*, el capulín por tener un endocarpo grueso es más resistente a la escarificación por la acción de las enzimas gastrointestinales (Cypher y Cypher 1999), por lo tanto la digestión de la pulpa libera a la semilla de inhibidores lo que permite una germinación más rápida, como lo observado por Barnea *et al.* (1991), además la escarificación del endocarpo de la semilla de capulín aumenta la permeabilidad de agua y gases, por lo tanto tiene mayor probabilidad de germinar (Varela y Bucher 2006).

Por lo tanto el hecho de que las semillas de capulín obtenidas de las excretas hayan germinado más que las semillas control, se debe a alguno de estos factores o la combinación de ambos. A diferencia de las semillas de jaboncillo y cedro chino, el capulín tiene un endocarpo grueso, por lo tanto la semilla se ve beneficiada al ser consumida por el cacomixtle, mediante la escarificación se ablanda el endocarpo, ya que aumenta la velocidad de germinación de las semillas al pasar por el tubo digestivo. Además aumenta la probabilidad de ser trasladada lejos de la planta madre, pues de acuerdo al estudio realizado por Castellanos (2006) sobre el ámbito hogareño del cacomixtle, este puede tener un área de actividad de 7.8 ± 1.9 ha cuando es adulto. Si la semilla es depositada en un sitio adecuado para su germinación, entonces el cacomixtle sería un dispersor legítimo de la especie vegetal.

Existen pocos estudios acerca del tiempo de paso de las semillas por el tubo digestivo de los mamíferos y sobre todo de los prociénidos, por lo tanto este valor es desconocido para el cacomixtle (*B. astutus*) de forma que es difícil asegurar si la germinación de las semillas está totalmente relacionada con el tiempo de paso por el tubo digestivo; sin embargo existen algunos trabajos que estudian este aspecto, como el realizado por Varela y Bucher (2006) quienes mencionan que el tiempo en el que algunos mamíferos carnívoros como los coyotes y zorros excretan el 80% de semillas es alrededor de 24 horas después de la ingestión, a diferencia de los zorros como *Alopex lagopus* que tardan 16.2–25.5 horas. Estas especies al pertenecer a la familia Canidae se puede decir que son parientes cercanos de Procyonidae, por lo tanto se podría suponer que el tiempo de paso de las semillas por el tubo digestivo de *B. astutus* se encuentra en ese rango.

El paso por el tubo digestivo es un punto importante dentro de la endozoocoria ya que puede influir en la viabilidad y capacidad de germinación de las semillas, además de estar involucrado en las distancias de dispersión y en los patrones de deposición de las semillas. Sin embargo de acuerdo a lo encontrado por Barnea *et al.* (1991) se sabe que la diferencia en los tiempos de retención en el tubo digestivo va a ser la causante del éxito de la germinación.

De acuerdo con lo definido por Cossíos (2003) el cacomixtle es un dispersor primario, pues consume frutos y semillas los cuales posteriormente expulsa sin daño alguno.

Herrera (1989), Bustamante *et al.* (1996), Cossíos (2003) mencionan que los mamíferos carnívoros son dispersores legítimos pues no dañan las semillas consumidas; entonces el cacomixtle con relación a las semillas de *Phytolacca icosandra*, *Juniperus depeanna* y *Prunus capulli*; se puede considerar como un dispersor legítimo esto es de acuerdo a lo definido por Cossíos (2003) y Silva *et al.* (2005).

Recomendaciones:

En lo que se refiere al Parque Nacional Malinche, Tlaxcala es inexistente la información acerca de las relaciones planta-animal presentes en el Parque, incluso para las regiones templadas del país aun es desconocido si existe algún tipo de dependencia o relación. Se recomienda hacer estudios sobre el papel de los prociénidos como frugívoros en regiones templadas, dado que son una familia que resiste las perturbaciones antropogénicas y puede ayudar al restablecimiento de algunas comunidades vegetales.

El consumo de semillas por este prociénido otorga ciertas ventajas en cuanto a la probabilidad de sobrevivencia, pues las semillas son depositadas lejos de la planta madre, por lo tanto la competencia interespecifica se reduce, aunado a esto si la semilla fue depositada en un lugar seguro y favorable para la germinación puede iniciarse la colonización de nuevos micrositios, pues los descendientes de estas especies irán adecuándose para poder vivir en estas condiciones, de forma que podrán contribuir al mantenimiento de las comunidades vegetales del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala y por lo tanto a la regeneración de las mismas.

CONCLUSIONES

El cacomixtle *Bassariscus astutus* basa su dieta principalmente en tres especies de plantas: *Phytolacca icosandra*, *Juniperus depeanna* y *Prunus capulli*, siendo *Juniperus depeanna* la única especie que consume durante todo el año.

En otoño es cuando el cacomixtle consume mayor cantidad de frutos.

Las semillas de *Phytolacca icosandra* y *Juniperus depeanna* mostraron mayor tendencia a germinar en las semillas control con fungicida, a diferencia de *Prunus capulli* donde hubo mayor germinación en las semillas obtenidas de excretas.

El consumo de semillas de endocarpo grueso, como *Prunus capulli*, por el cacomixtle es benéfico pues ablanda el endocarpo, lo cual permite una rápida germinación de la semilla al ser excretada. A diferencia de las semillas de endocarpo delgado, como *Phytolacca icosandra* y *Juniperus depeanna*, las cuales son perjudicadas con el consumo y presentan una germinación tardía o no germinan.

LITERATURA CITADA

- Alves-Costa C. P. y P. C. Eterovick 2007. Seed dispersal services by coatis (*Nasua nasua*, Procyonidae) and their redundancy with other frugivores in southeastern Brazil. *Acta Oecológica* 32: 77 – 92.
- Amico C. G. y M. A. Aizen. 2005. Dispersión de semillas por aves en un bosque templado de Sudamérica austral: ¿Quién dispersa a quien? *Ecología Austral* 15: 89 – 100.
- Andresen E. 1999. Seed dispersal by monkeys and the fate of dispersed seeds in a Peruvian rain Forest. *Biotropica* 31 (1): 145 – 158.
- _____. 2005. Interacción entre primates, semillas y escarabajos coprófagos en Bosques húmedos tropicales: un caso de diplocoria. *Universidad y Ciencia*, número especial II: 73 – 84.
- Aranda M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO. Xalapa, Ver. México. 212 pp.
- Barnea A., Y. Yom-Tov y J. Friedman. 1991. Does ingestion by birds affect seed germination?. *Functional Ecology* 5: 394 – 402.
- Becerril. 2009. Comunicación personal.
- Begon M., J. Harper y C. Townsend. 1996. *Ecology individuals populations and communities*. Third edition. Blackwell.
- Bustamante R. O., J. A. Simonetti y J. E. Mella. 1992. Are foxes legitimate and efficient seed dispersers? A field test. *Acta Oecologica* 13: 203 – 208.

- Campos C. M. y R. A. Ojeda. 1997. Dispersal and germination of *Prosopis flexuosa* (Fabaceae) seeds by desert mammals in Argentina. *Journal of Arid Environments* 35: 707 – 714.
- Castellanos M. G. 2006. Sobre el ámbito hogareño y los hábitos alimentarios de un carnívoro en un ambiente suburbano. El cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en la Reserva ecológica "El Pedregal de San Ángel". Ciudad Universitaria. México, D.F. Tesis de Licenciatura en Biología. UNAM, Facultad de Ciencias. 94 pp.
- Castillo Argüero S., y. Martínez Orea, M. A. Romero, P. Guadarrama Chávez, O. Núñez Castillo, I. Sánchez Gallén y J. A. Meave. 2007. La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Aspectos Florísticos y Ecológicos. Universidad Nacional Autónoma de México. 294 p.
- Castillo Picazo, G. E. R. 2008. Hábitos alimentarios de *Bassariscus astutus* en Arcos del sitio Tepetzotlán, Estado de México y Tepejí del Rio de Ocampo, Hidalgo. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 57 pp.
- Ceballos G., G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica y CONABIO. 986 pp.
- Clergeau P. 1992. The effect of birds on seed germination of fleshy-fruited plants in temperate farmland. *Acta Oecologica* 13: 679 – 686.
- Cossíos M. E. D. 2003. Dispersión y variación de la capacidad de germinación de semillas ingeridas por el zorro costeño (*Lycalopex sechurae*) en el Santuario Histórico Bosque de Pómac, Lambayeque. Tesis de Maestría en Zoología. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 76 pp.

- Cypher B. y Cypher E. 1999. Germination rates of tree ingested seeds ingested by Coyotes and Raccons. *The American Midland Naturalist*: 142 (1), 71-76 pp
- Estrada A. y Coates-Estrada R. 1991. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interaction in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 7: 459 – 474.
- Gaona P.O. 1997. Dispersión de semillas y hábitos alimenticios de murciélagos en la Selva Lacandona, Chiapas México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. 59 pp
- García A. 1991. La dispersión de las semillas. *Ciencias* 24: 3 – 6.
- García E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM.
- Gómez A. G. 2002. Descripción de las comunidades de aves del Volcán Malinche, Tlaxcala. Tesis de Doctorado en Biología, UNAM. 161 pp.
- Herrera C. M. 1984. Adaptation to frugivory of mediterranean avian seed dispersers. *Ecology* 65 (2): 609 – 617.
- _____. 1989. Frugivory and seed dispersal by carnivorous mammals, and associated fruit characteristics in undisturbed Mediterranean habitats. *Oikos* 55: 250 – 262.
- _____. 1998. El papel de los carnívoros en la dispersión de semillas. *Oikos* 55: 201–215.
- Howe H. F. y J. Smallwood. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201 – 228.

- Izhaki I. y U. N. Safriel. 1990. The effect of some Mediterranean scrubland frugivores upon germination patterns. *Journal of Ecology* 78: 56 – 65.
- Jordano P. y Schupp E. W. 2000. Seed disperser effectiveness: the quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. *Ecology Monographs* 70: 591 – 615.
- Korschgen. 1987. Procedimientos para el análisis de hábitos alimentarios. En: Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. 4ta edición. Wildlife Society. 192-206
- Kozlowski T. T. 1972. Seed biology. Vol. I. Academia Press, New York, USA.
- Martínez-García J. 1984. Flora de Veracruz "Phytolaccaceae". Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz. Fascículo 36
- Medellin R. 1994. Seed dispersal of *Cecropia obtusifolia* by two species of opossums in the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico. *Biotropica* 26: 400 – 407.
- Monroy O., A.M. Ortega y A. Velázquez. 2003. Dieta y abundancia relativa del coyote: un dispersor potencial de semillas. Instituto Nacional de Ecología.
- Motta-Junior J. C. y Martins K. 2002. The frugivorous diet of the Maned Wolf, *Chrysocyon brachyurus*, in Brazil: Ecology and Conservation. Eds. D. J. Levey, W.R. Silva y M. Galetti pp 291 – 303. *In* Seed dispersal and frugivory: Ecology, Evolution and Conservation. CAB International, Wallingford.
- Murray K. G. 1988. Avian seed dispersal of three Neotropical gap-dependent plants. *Ecological Monographs*: 58, 271-298.

- _____, S. Russell, C. M. Picone, K. Winnett-Murray, W. Sherwood y M. L. Kuhlmann. 1994. Fruit laxatives and seed passage rates in frugivores: consequences for plant reproductive success. *Ecology* 75: 989 – 994.
- Naranjo J., F. Morante, J. Chong, F. Montalván, N. Morocho. 2006. Estudio sobre la influencia de la intensidad luminosa y color de la fruta en pájaros consumidores de fruta en el Bosque Protector “Cerro Blanco”. *Revista Tecnológica ESPOL* 19 (1): 1 - 8.
- Nava-Vargas V., J. D. Tejero-Díez y C.B. Chávez-Tapia. 1999. Hábitos alimentarios del cacomixtle *Bassariscus astutus* (Carnivora: Procyonidae) en un matorral xerófilo de Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoológica* 70(1): 51 – 63.
- Puebla-Olivares P. F., K. Winker. 2004. Dieta y dispersión de semillas por dos especies de tangara (*Habia*) en dos tipos de vegetación en los Tuxtlas, Veracruz, México. *Ornitología Neotropical* 15: 1 – 12.
- Perez V.M.G. 2000. Dispersión de las semillas bióticas de *Myrtillocactus geometrizans* en el Valle de Tehuacan, Puebla. Tesis de Maestría: Posgrado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Quadros J., E. L. A. Monteiro-Filho. 2000. Fruit occurrence in the diet of the neotropical otter, *Lontra longicaudis*, in southern brazilian atlantic forest and its implication for seed dispersion. *Journal Neotropical Mammal* 7 (1): 33 – 36.
- Quintana A. P. F. 1985. Dispersión de las semillas de nopal (*Opuntia spp.*) por animales silvestres y domésticos en “El Gran tunal”, San Luis Potosí. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. 140 pp.

- Ramirez O. C. 1995. Densidad poblacional de los roedores cricétidos del Volcán Malinche, Tlaxcala. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. 77pp.
- Reyes G. C. 2002. Índice de visitas a estaciones olfativas para evaluar los cambios estacionales en la población de cacomixtle *Bassariscus astutus* en el volcán Malinche. Tlaxcala, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. 87 pp.
- Rozo-Mora M.C., A. Parrado-Rosselli. 2004. Dispersión primaria diurna de semillas de *Dacryodes chimantensis* y *Protium paniculatum* (Burseraceae) en un Bosque de tierra firme de la Amazonia Colombiana. *Caldasia* 26 (1): 111 – 124.
- Ruiz-Soberanes. J. A. 2009. Estudio mastofaunístico del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. 133 pp
- Rzedowski J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Salinas H. I.S., 1995. Evaluación de los cambios estacionales en la población del lince *Lynx rufus escuinape* en el Volcán Malinche, Tlaxcala. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 73 pp.
- Samuels, I.A., Levey, D.J., 2005. Effects of gut passage on seed germination: do experiments answer the questions they ask? *Functional ecology*: 19 135-368.
- Sarukhan J. y R. Dirzo. 1992. México ante los retos de la Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 343 pp.

- Silva S., F. Bozinovic y F. Jaksic. 2005. Frugivory and seed dispersal by foxes in relation to mammalian prey abundance in a semiarid thornscrub. *Austral Ecology* 30: 739 – 746.
- Schupp E. W. 1993. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio* 107/108: 15 – 29.
- Talavera C. L. A. 2006. Distribución de los roedores del Volcán La Malinche, Tlaxcala. Tesis de Maestría en Biología, UAM. 56 pp.
- Traveset A. 1998. Effect of seed passage through vertebrate frugivores' gut on germination: a review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematic* 1/2: 151 – 190.
- _____, Riera N. y Mass R. E. 2001. Passage through bird gut causes interspecific differences in seed germination characteristics. *Functional Ecology* 15: 669 – 675.
- _____, Verdú M. 2002. A meta-analysis of the effect of gut treatment on seed germination. In Levey, D.J., Silva, W.R., Galetti, M. (Eds.), *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation*. CAB International, 339-350 pp.
- Van der Pijl L. 1972. *Principles of dispersal in higher plants*. Springer-Verlag, New York, USA 162 pp
- Varela O. y E. H. Bucher. 2006. Passage time, viability, and germination of seeds ingested by foxes. *Journal of Arid Environments* 67: 566 – 578.
- Velazquez A. y Romero F (compiladores). 1999. *Biodiversidad de la Región de Montaña del Sur de la Cuenca de México*. UAM Xochimilco. 351 pp.

Villers L., F. Rojas y P. Tenorio. 2006. Guía Botánica del Parque Nacional Malinche Tlaxcala – Puebla. UNAM. 196 pp.

Willson M. F. 1993. Mammals as seed-dispersal mutualists in North America. *Oikos* 67: 159 – 176.

Zanoni A.T. 1982. Flora de Veracruz "Cupressaceae". Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz. Fascículo 23.

Zarco P. 2007. Dispersión de semillas por carnívoros en el valle de Zapotitlan de las Salinas, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM.

APENDICE I

Descripción de la especie estudiada

Bassariscus astutus Lichtenstein (1830).

Reino Animalia

Phylum Chordata

Clase Mammalia

Orden Carnivora

Familia Procyonidae

Género *Bassariscus*.

Especie *Bassariscus astutus*



Fig. 21. *Bassariscus astutus* (Fuente: Smithsonian Institution, National Museum of Natural History)

Descripción: Es un carnívoro de tamaño mediano de cuerpo esbelto, piernas cortas y cola tan larga como el cuerpo, esponjada y peluda con 7 a 8 anillos negros intercalados con blanco, con una franja blanca en la parte ventral y por todo lo largo; la cola es de un diámetro constante pero es más plana que cilíndrica en la parte de la cruz y mide aproximadamente 70 mm de ancho.

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 también presenta manchas blanquizas en los labios y carrillos. El hocico es alargado y puntiagudo de color grisáceo con largas vibrisas negras mayores a los 75 mm, la almohadilla nasal es negruzca (Reyes 2002).

Las patas traseras son más largas y robustas que las delanteras. El segundo, tercer, cuarto y quinto dedo de las patas y manos están densamente cubiertos de pelo. Las garras son cortas y semi-retráctiles

El cráneo es pequeño, alargado, con ligeros arcos zigomáticos y carece de cresta sagital; la caja cerebral es un poco aplanada y expandida lateralmente. Los procesos post-orbitales están bien desarrollados. Los machos tienen más grande y más definido el cráneo que las hembras de la misma edad. Los carnaciales no están bien desarrollados, los caninos son redondeados, y los molares presentan crestas altas y afiladas (Reyes 2002).

La fórmula dentaria es I 3/3, C 1/1, PM 4/4, M 2/2 total de 40. (Ceballos y Oliva 2005).

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. La coloración dorsal se relaciona con el hábitat.

En promedio tienen una longitud total de 340 a 425 mm, la cola mide entre 350 a 500 mm, las patas traseras de 57 a 78 mm y pesa entre 670 a 1400 g. Estas medidas de describen para ambos sexos, aunque las hembras suelen ser las de talla más pequeña.

Distribución: Desde el sur de Estados Unidos hasta Centroamérica. (Fig. 22). En México habita en gran parte del territorio se encuentra desde 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. En los estados de Guerrero, Oaxaca y Veracruz se vuelve una especie simpátrica con *Bassariscus sumichrasti* pues sobreponen territorios y compiten por refugios rocosos.

Se distribuye en altitudes, desde el nivel del mar hasta los 2 800 m.s.n.m., y en algunas ocasiones alcanza hasta los 3 200 m.s.n.m. (Reyes 2002).



Figura. 22. Mapa de distribución de *Bassariscus astutus*. (Fuente: Ruiz-Soberanes 2009).

Hábitat: Se le encuentra en diversos hábitats como, desierto, 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, bosque de roble, bosque de pino o juniperus; casi en cualquier hábitat que presente zonas rocosas donde exista o este cercano un abastecimiento de agua (Reyes 2002).

Historia natural y ecología: Es un mamífero de hábitos nocturnos, durante el día duerme en algún refugio y comienza la búsqueda de alimento al oscurecer, aunque algunas veces continua la actividad hasta el amanecer.

Se resguarda en cavidades rocosas, montones de piedras, troncos huecos y raíces grandes, también ocasionalmente puede habitar construcciones rurales abandonadas, puede llegar a ocupar madrigueras, aunque puede improvisar refugios con pilas de hierba seca. Esta especie cambia frecuentemente de guarida, un individuo rara vez permanece más de tres días consecutivos en el mismo cubil. Las hembras con crías

comienzan a cambiar a los pequeños de madriguera a los diez días de nacidos, mudándolos diariamente después de los 20 días de nacidos.

Los adultos son generalmente de hábitos solitarios, solo durante la época reproductiva pueden permanecer en pareja, aunque algunas de ellas pueden ser permanentes, así que en ocasiones los machos ayudan a la crianza.

Los principales depredadores silvestres son el coyote (*Canis latrans*), mapache (*Procyon lotor*), lince (*Lynx rufus*), y búho carnudo (*Bubo virginianus*). Algunas especies con las que pueden competir por alimento son: el mapache (*Procyon lotor*), tlacuache (*Didelphys virginianus*), zorra (*Urocyon cinereoargenteus*) y zorrillo (*Mephitis mephitis*) (Reyes 2002).

Alimentación: El cacomixtle es omnívoro, su dieta varía de acuerdo a la disponibilidad y localización de alimento. Está formada por artrópodos, frutos y pequeños mamíferos, como: ardillas, conejos, liebres, ratones, huevos de aves, lagartijas, ranas, pequeñas serpientes, mariposas, mantis, capulines, escarabajos, cucarachas, alacranes, arañas. Acude a los graneros y construcciones rurales en busca de roedores y arañas pues aquí se encuentran en grandes cantidades.

Tiene preferencia por frutas como: la tuna, pitaya y el mango, incluso aguamiel, néctar de *Agave havardiana*. También come plantas como *Juniperus celtis*, *Diospyros*, *Quercus*, *Ficus*, *Phoradendron*, *Arbutus*, *Arctostaphylos*, *Opuntia*, *Cereus giganteus* y *Pinus cembroides*.

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, solo que sin el lóbulo (Fig. 23). Las garras son retractiles y no quedan impresas. Las medidas promedio de las huellas son: mano 3-4 cm de largo por 2.5-3.5 cm de ancho y de la pata 2.5-3.5 cm de largo por 2.5-3.5 cm de ancho.

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.

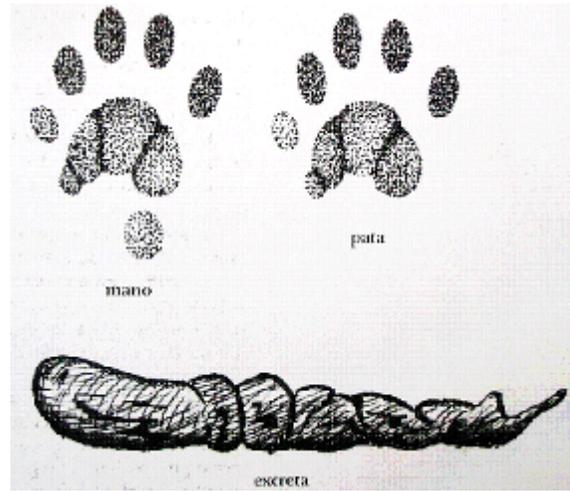


Figura 23. Rastros de *Bassariscus astutus*. (Fuente: Aranda 2000).

Las excretas del cacomixtle tienen generalmente de 1-4 segmentos, el largo total puede variar de 70 mm a 80 mm, con un diámetro promedio de 9.6 mm, generalmente presenta color pardo o negro. Estos desechos fecales se pueden encontrar acumulados en letrinas sobre rocas grandes, incluso se les pueden hallar dispersos. (Aranda 2000).