



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Hábitos alimentarios y el efecto sobre la germinación de
semillas ingeridas por el Cacomixtle (*Bassariscus astutus*), en
San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos, México.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

PRESENTA:

JIMENA PIMENTEL PÉREZ

DIRECTORA DE TESIS:

Dra. Graciela Gómez Álvarez

Facultad de Ciencias



**FACULTAD DE
CIENCIAS**

México, CDMX, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

1. Datos de la alumna

Pimentel
Pérez
Jimena

2. Datos del tutor

Gómez
Álvarez
Graciela

3. Datos del sinodal 1

Pacheco
Coronel
Noé

4. Datos del sinodal 2

Brechú
Franco
Alicia Enriqueta

5. Datos del sinodal 3

Rojas
Asencio
Alicia

6. Datos del sinodal 4

Ávila
Valle
Zamira Anahí

7. Datos del trabajo escrito

“Hábitos alimentarios y el efecto sobre la germinación de semillas ingeridas por el Cacomixtle (*Bassariscus astutus*), en San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos, México”
88 pp
2019

AGRADECIMIENTOS

Les agradezco enormemente a mis padres, Julia y Guillermo por siempre estar a mi lado apoyándome y brindándome todo su amor, porque sé que siempre podré contar con ustedes mis queridos muérganos. Gracias por creer en mi cuando yo no podía hacerlo y brindarme un hogar tan maravilloso como el nuestro, que donde sea que estemos nunca nos han faltado las risas, los abrazos y el cariño. Son la leche de mi pan, los amo y siempre estaré agradecida de haberlos escogido en las alturas. Esto es para ustedes, los amo con todo mi corazón.

Mis primos: Pablo que siempre estuvo ahí para preocuparse por mí y ofrecerme un consejo sincero y las mejores porras del mundo, gracias por enseñarme lo difícil que se vuelve la vida pero que la dificultad no le quita lo maravilloso. Y Angélica que a pesar de sus métodos me ayudo a avanzar de las dificultades y ver que era capaz de enfrentarme a mis mayores temores.

A mis increíbles amigas Marce, Sam, Ana Gaby y Laura, que aunque no me entendían mucho, nunca se quejaron por mis charlas sobre animales o mis aventuras de campo, gracias por su paciencia y ánimos, cada día agradezco el tenerlas en mi vida.

A mis amigos universitarios: Luis, Irais, Samantha y Berenice gracias por brindarme su maravillosa amistad y apoyo, desde el inicio hasta la últimas etapas, siempre estuvieron a mi lado para que no olvidara por qué decidimos seguir este increíble camino que es la ciencia, sin duda este viaje no hubiera sido lo mismo sin ustedes.

A mis compañeros de laboratorio: Miriam, Vero, Alán y Alfonso con quienes las salidas de campo y las tardes de limpieza se volvieron experiencias memorables, muchas gracias por su ayuda en este proyecto, no pude pedir un mejor equipo con quien compartir la largas caminatas y las tardes de laboratorio.

A Luna por que ha sido mi compañera desde que inicie esta etapa de mi vida universitaria y ha compartido alegrías, cansancios, tristezas y desvelos, eres el ángel de mi vida, gracias por siempre estar a mi lado.

Mis maestros: Alejandro Gordillo, Noé Pacheco, Margarita, Alicia Rojas y Edmundo Pérez, quienes me vieron subir y caer, y aun así nunca dudaron que fuera capaz de llegar al final de este sendero, nunca podre agradecerles sus consejos y palabras de aliento, estoy agradecida de haberlos conocido y aprendido de ustedes.

A mi tutora la Dra. Graciela, por brindarme su apoyo incondicional a través de todo el proceso de campo y gabinete, por guiarme hasta el final de este proyecto pese a todas las adversidades que se presentaron.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ciencias que me han brindado un segundo hogar y han permitido que mi familia crezca, por permitirme cumplir los

sueños que una pequeña de 5 años imaginó paseando por las islas, ha sido una aventura, pero no lo habría querido de ninguna otra manera.

Agradezco a mis sinodales, Alicia Brechú, Alicia Rojas, Zamira Ávila y Noé Pacheco, por darse el tiempo de revisar este trabajo, por sus valiosos comentarios y su interés en ayudarme a mejorar mi formación como científica.

Agradecimientos técnicos

A la M. en C. Alicia Rojas Ascencio, Taller de Biología de Animales, Departamento de Biología Comparada. Por su apoyo en la identificación, preservación y montaje de restos de artrópodos.

Dra. Isela Rodríguez Arévalo, Técnico Académico Titular "C", Banco de Semillas FESI-UNAM, por su valioso apoyo en la identificación de especies vegetales de la region de Morelos.

A la M. en B. María Eugenia Muñiz Díaz de León, responsable del taller de Biología de Plantas I y II. Por su apoyo técnico en el taller de Plantas I y II.

A la M. en C. Martha Virginia Olvera García, Encargada de la Colección de Frutos y Semillas del Herbario Nacional. Por su apoyo en la identificación de especies de semillas y su adecuado manejo en herbario.

Al M. en C. Edmundo Pérez Ramos. Técnico Académico Auxiliar C, Departamento de Biología Evolutiva. Por su apoyo en la identificación, preservación y montaje de restos de reptiles.

Al M. en C. Enrique Mariño Pedraza, del Instituto de Biología. Colección Nacional de Insectos. Por su apoyo en la identificación de restos de artrópodos.

A las autoridades del municipio de Tepoztlán, Morelos y a los pobladores de San Juan Tlacotenco por brindarnos su hospitalidad y conocimientos para poder llevar a cabo este trabajo; sin su ayuda no hubiese sido posible realizar el proyecto.

INDICE

ÍNDICE	
RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	10
Antecedentes.....	13
Descripción del cacomixtle	13
Conducta	13
Reproducción.....	14
Alimentación	14
Hábitat y distribución	15
Rastros	17
Importancia y relación con el hombre.....	17
Estatus de conservación en México	18
Hábitos alimentarios de <i>B. astutus</i>	18
Frugivoría por carnívoros	20
Preguntas de investigación	23
Hipótesis	23
Objetivos	23
General.....	23
Particulares	23
MÉTODOS.....	24
Área de estudio	24
Hidrografía	25
Clima.....	25
Vegetación.....	25
Fauna.....	26
Trabajo de campo.....	28
Recolección de excretas	28
Registro del cacomixtle en estaciones olfativas y fototampas	30
Trabajo de laboratorio.....	31
Análisis de excretas	31
Identificación de categorías alimentarias.....	32
Pruebas de viabilidad y germinación	33
Análisis de datos	39

RESULTADOS.....	42
Recoleta de excretas	42
Elementos identificados en la dieta de <i>B. astutus</i>	47
Materia vegetal	47
Materia Animal	49
Análisis de la dieta de <i>B. astutus</i>	53
Diversidad la dieta.....	57
Variación en la viabilidad en semillas ingeridas por <i>B. astutus</i>	59
Prueba de flotación	59
Prueba de imbibición.....	59
Prueba de tetrazolio	61
Pruebas de germinación de <i>Prunus aff. capuli</i>	63
Velocidad de germinación de <i>Prunus aff. capuli</i>	66
Pruebas de germinación de <i>Rubus aff. adenotrichus</i>	67
DISCUSIÓN	68
Colecta de excretas	68
Aspectos generales de la dieta de <i>B. astutus</i>	69
Categorías alimentarias registradas en la dieta de <i>B. astutus</i>	70
Materia vegetal	70
Material animal.....	71
Efecto de la ingestión de semillas por <i>B. astutus</i> sobre su germinación	73
Viabilidad de semillas ingeridas por <i>B. astutus</i>	73
CONCLUSIONES	80
LITERATURA CITADA.....	81
APÉNDICE.....	87

RESUMEN

Un estudio de los hábitos alimentarios es uno de los aspectos más importante de la biología de un animal. La determinación de la dieta para especies silvestres es una herramienta importante para conocer sus hábitos en los ecosistemas en los que se desenvuelven y su posible papel como dispersor de especies vegetales. En el presente estudio se examinó la dieta del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos mediante el análisis de 171 heces que fueron colectadas en la época de secas y lluvias a lo largo de cinco transectos de 1.2 km. Los resultados indican que la dieta de *B. astutus* se compone principalmente de cuatro grupos tales como: plantas (56.39%), insectos (35.34%), aves (6.39%), mamíferos (6.02%) y reptiles (1.13%). La dieta anual del cacomixtle estuvo conformada por 18 especies-presa. Para evaluar el efecto que tiene la ingesta de especies vegetales por el cacomixtle en su capacidad de germinación después de la digestión, se llevó a cabo un experimento de germinación con las semillas de las especies más abundantes encontradas en las excretas. El diseño experimental consistió en recolección y germinación de semillas de control y semillas de excretas. Para evaluar la viabilidad se realizaron pruebas de flotación y con cloruro de tetrazolio para corroborar los datos. La dieta de cacomixtle vario a lo largo del año, en la época de secas el taxón más consumido fue *Rubus adenotrichus* (33.33%) y *Xylorictes* sp. (40.79%). Las principales especies consumidas en la época de lluvias fueron *Juniperus* sp. (37.70%), *Prunus* aff. *capuli* (22.95%) y *Aidemona* sp. (42.59%). Al comparar el porcentaje de las categorías alimentarias en las dos épocas del año, no se encontraron diferencias entre épocas, observándose que a lo largo del año los grupos de frutos e insectos los más consumidos por el cacomixtle. La prueba con tetrazolio mostró que las semillas control presentaron una mayor viabilidad con respecto a semillas de excretas. Para *Prunus* aff. *capuli* tanto la prueba de flotación como la prueba de tetrazolio comprobaron que las semillas control presentan una mayor viabilidad respecto a las semillas de excretas. En cuanto a la velocidad y el tiempo medio de germinación encontramos mayores porcentajes en las semillas control. *Bassariscus astutus* es un dispersor legítimo de *Prunus* aff. *capuli*, ya que sus semillas pasan por el tracto digestivo sin alterar su viabilidad, aunque no existe una ventaja en la capacidad de germinación de esta especie. Sin embargo, para *Rubus* aff. *adenotrichus* el cacomixtle no puede ser considerado un dispersor, ya que tritura

una gran proporción de las semillas que consume y reduce su viabilidad. Los resultados obtenidos en la dieta de *B. astutus* no aceptan las predicciones esperadas, ya que el consumo de materia animal no fue superior en época de lluvias, sino que se mantuvo sin variaciones en ambas temporadas, al igual que la materia vegetal que se presentó en las excretas de forma constante en todas las zonas de vegetación estudiadas. En el caso de la predicción formulada para la germinación de *Rubus aff. adenotrichus* y *Prunus aff. capuli* no fue observada, ya que no se obtuvo una mayor proporción de germinación en las semillas ingeridas por *B. astutus* en comparación con la germinación de las semillas control.

Los datos de germinación son resultado de experimentos que se desarrollaron en condiciones controladas, y es posible que en condiciones naturales dichos resultados pudieran ser diferentes, por lo que es necesario realizar estudios *in situ* para valorar el verdadero impacto de la ingesta de semillas por *B. astutus* sobre su germinación en San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos.

Palabras clave: *Bassariscus astutus*, cacomixtle, hábitos alimentarios, germinación, dispersión, Morelos, México.

ABREVIATURAS

ANP: Área Natural Protegida

aff: Afín a, es utilizada para referirse a que el espécimen pertenece al género mencionado y que tiene características similares a la especie mencionada.

BP-Q: Bosque de encino–pino

BQ: Bosque de encino

CITES: Convención de las naciones unidas sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres

cm: Centímetros

CONABIO: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad

CONANP: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

DE: desviación estándar

Fa: Frecuencia de aparición

fi: El número de veces que aparece una presa en la muestra.

fr: Frecuencia

Franimal: Frecuencia animal

Frvegetal: Frecuencia vegetal

g: Gramos

h: Hora

ha: Hectárea

km: Kilometro

m: Metro

ml: Mililitro

mm: Milímetro

msnm: Metro sobre nivel del mar

Pa: Porcentaje de aparición

SB: selva baja

TTC: Cloruro De Trifenil Tetrazolio

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

XISC: Pedregal

°C: Grados centígrados

INTRODUCCIÓN

México es uno de los países con mayor riqueza de especies de mamíferos. A pesar de que su territorio abarca solamente el 1.6% de la superficie total del mundo, mantiene el 11% de todas las especies de mamíferos. El país cuenta con 525 especies, de las cuales, el 30% son endémicas, es decir, sólo viven en México (Hernández et al. 2011).

La transformación acelerada de los hábitat naturales, que son sustituidos por modernos sistemas productivos agrícolas y ganaderos, en muchos casos ha aumentado el grado de aislamiento y reducido el tamaño de las poblaciones de muchas especies de fauna, sobre todo la de los mamíferos medianos y de gran tamaño dados sus requerimientos ecológicos en cuanto a tipos de locomoción, alimentación y refugio (Gallina et al. 2008). Este tipo de modificaciones también repercuten en la dieta de los mamíferos, ya que su alimentación está estrictamente ligada al ambiente que habitan. Si sus áreas naturales se ven disminuidas, de igual forma su dieta se reducirá a los elementos que aún se encuentren accesibles o se verán obligados a incursionar en las regiones habitadas por el ser humano para cumplir con su necesidades alimentarias.

Un estudio de los hábitos alimentarios es uno de los aspectos más importante de un estudio ecológico de cualquier animal o grupo de animales (Wood 1954). Existe una estrecha relación entre un animal y otras especies de la biota como resultado de sus hábitos de alimentación. El conocimiento de los alimentos ayuda en la explicación de estas interrelaciones. También ayuda a explicar los movimientos diarios y estacionales de las especies y da sugerencias para la gestión (Wood 1954). De igual manera, esta tipo de estudios contribuyen como una herramienta importante en las decisiones de manejo de fauna silvestre, y para predecir consecuencias debido a las alteraciones del hábitat producidas por el hombre (Arnaud 1993).

González-Varo et al. (2015) describen que los carnívoros poseen tres rasgos que los convierten en importantes frugívoros y dispersores de semillas: (1) son animales residentes, no migratorios, lo que implica que potencialmente pueden consumir frutos de todas las especies presentes en la comunidad local, independiente de la fenología de maduración; (2)

pueden consumir frutos de gran variedad de formas y tamaños, no estando sujetos a restricciones morfológicas; y (3) la frugivoría por carnívoros con lleva un procesado mínimo de los frutos tanto en las patas como en la boca, ninguna de las cuales está preparada para un manejo preciso, delicado y continuado de los alimentos. Así, los carnívoros ingieren gran cantidad de semillas y las defecan sin apenas causarles daños mecánicos por masticación. La dispersión de semillas por vertebrados frugívoros es una interacción mutualista en la que los animales se benefician de la pulpa nutritiva de los frutos carnosos a la par que las plantas aseguran el movimiento de sus semillas.

La enorme plasticidad de muchos carnívoros hace que sean capaces de resistir cambios ambientales, a diferencia de otros grupos de frugívoros hábitat-especialistas que necesitan áreas naturales de cierto tamaño para sobrevivir. Así, en zonas donde los hábitats naturales se ven reducidos o fragmentados, los carnívoros proveen de un servicio de dispersión importante a las plantas de frutos carnosos que persisten en la vegetación remanente, favoreciendo su regeneración local y la conectividad de sus poblaciones. A su vez, la baja especificidad de hábitats de los carnívoros y el uso frecuente que hacen de zonas abiertas y perturbadas los convierte en vectores de recolonización de campos de cultivo abandonados y paisajes degradados (González-Varo et al. 2015).

De igual forma se ha estudiado que el paso del fruto por el tracto digestivo del animal puede aumentar la capacidad y la velocidad de germinación de las semillas y diversificar el periodo de emergencia de las plántulas, además de que un alejamiento de las semillas de su entorno materno, añadiría ventajas en la eficiencia biológica de la planta (Suárez 2013). Los carnívoros pueden incidir en la distribución espacial de las semillas, al consumirlas desinhiben su estado de latencia y las excretan en condiciones adecuadas para su germinación (Monroy-Vilchis et. al 1999); no obstante su papel como dispersores aún requiere de más estudios (Villalobos et al. 2014).

Herrera (1996) menciona que únicamente los estudios llevados a cabo en grandes extensiones bien conservadas pueden ofrecer una visión realista de las relaciones entre los carnívoros y las plantas silvestres, por lo que nuestra zona de estudio es idónea para este tipo

de investigaciones, ya que la alteración por parte del hombre hasta ahora se ha mantenido reducida.

A pesar de que se han realizado estudios previos sobre la dieta de *B. astutus* (Nava et al. 1999; Rodríguez et al. 2000; Castellanos, 2006; González, 2010), son escasos los trabajos que se han hecho sobre la composición de su dieta en esta zona del estado de Morelos, por lo que el objetivo de esta investigación es determinar por medio del análisis de excretas, el consumo de especies de origen animal y vegetal, a lo largo del año que comprende los hábitats de bosque de coníferas, bosque mixto y matorrales. Para la determinación de la alimentación en mamíferos, el análisis de las excretas es tan confiable como analizar sus tractos digestivos, sin afectar a las poblaciones ya que no se utilizan el trampeo o la muerte de éstos. Las excretas pueden darnos ideas de cómo interactúan en el ecosistema y de qué se alimentan (Altamirano-Álvarez et al. 2013).

La familia Procyonidae, actualmente incluye a siete géneros, divididos en 19 especies. Tradicionalmente, se han reconocido a dos subfamilias de prociónidos: Ailurinae, con el género *Ailurus* (panda menor), que habitan en los Himalayas y partes adyacentes de Asia oriental; y Procyoninae, con los otros seis géneros, presentes en las áreas templadas y tropicales del hemisferio occidental.

B. astutus es un modelo para realizar un estudio de viabilidad en el proceso de germinación de las semillas que ingiere ya que no produce un daño significativo a su estructura y el paso por los jugos gástricos puede representar una ventaja en su tiempo de germinación. El hecho de que la zona de estudio se localice dentro del Corredor Biológico Chichinautzin (CBC), adquiere un interés para que se realice el presente trabajo, ya que al ser una zona de protección de fauna y flora, es imperativo la producción de nueva información sobre los organismos que habitan la zona, no solo para la recopilación de nuevos datos, sino para generar un apoyo informático que en el futuro asesore a las autoridades sobre las medidas que deben ser aplicadas para la futura conservación de esta región.

ANTECEDENTES

Descripción del cacomixtle

Es un mamífero de tamaño mediano. El cuerpo es largo, esbelto, con un color general café amarillento; la base de los pelos es blancuzca y la punta negra. Está provisto de patas cortas y robustas. La cola es larga y peluda con siete anillos blancos y negros (Fig. 1). Los ojos son grandes y tienen un anillo de color negro, ventralmente el color dominante es café claro. Sus orejas son largas y puntiagudas. El cráneo es liso y redondeado. Los dientes carnaciales no están bien desarrollados. Se puede diferenciar de otros carnívoros por su cola anillada (Ceballos y Galindo 1984). Su longitud total promedio registrada es de 616 a 811 mm para cuerpo, cola 350 a 500 mm, pata 57 a 78 mm, oreja 40 a 55 mm (Ceballos y Galindo 1984).



Fig. 1. Fototrampeo del cacomixtle *Bassariscus astutus* en San Juan Tlacotenco, Morelos, México.

(Foto: Noé Pacheco C.)

Conducta

Es estrictamente nocturno, solitario, durante la época de celo es posible que varios individuos lleguen a reunirse. Hacen madrigueras subterráneas, o bien ocupa las que abandonan otros mamíferos. También utilizan como madriguera montones de tierra, huecos en los árboles o troncos caídos (CONANP 2013). Cuando ya oscureció se dedican a cazar o coleccionar sus alimentos. Frecuenta lugares rocosos y con cubierta de vegetación densa. En los lugares donde hay plantaciones de maguey bebe el aguamiel. Estos animales acostumbran defecar sobre rocas y peñas, siendo muy conspicuos los amontonamientos de sus excrementos (Ceballos y Galindo 1984). Castellanos (2008) determinó el ámbito hogareño del cacomixtle

en la Reserva del Pedregal de San Ángel, encontrando que es de 7.8 ± 1.9 ha para adultos y 2.9 ha para juveniles.

Utiliza regularmente los caminos y veredas de la gente, por lo que es fácil encontrar sus huellas en la tierra. Las excretas comúnmente se encuentran sobre piedras o troncos caídos, formando letrinas.

La articulación del tobillo es flexible y puede girarla a más de 180 grados, una característica que los hace trepadores muy ágiles. Su gran cola les ayuda a mantener el equilibrio al transitar por bordes estrechos y rocas sobresalientes, incluso permitiéndoles cambiar de dirección al efectuar una voltereta. Pueden trepar a través de pasajes estrechos (presionando sus cuatro patas contra una pared y su espalda contra la otra, o presionando las patas en ambas paredes) y ampliar rajaduras o aberturas al rebotar entre las paredes (CONANP 2013).

Reproducción

El cacomixtle se reproduce de abril a julio. Cada hembra pare de 3 a 4 crías. Estas permanecen en la madriguera por espacio de dos meses, para posteriormente iniciar sus correrías bajo la custodia de la madre (Ceballos y Galindo 1984).

Alimentación

Se alimenta principalmente de pequeños vertebrados tales como aves y ratones. Se ha indicado que la dieta del cacomixtle y las proporciones que ingiere varía de acuerdo a la disponibilidad y localización de alimento (Ceballos y Galindo, 1984). Algunos estudios han resumido un patrón general en la conducta alimentaria de este prociónido: se alimenta de organismos productores (plantas), herbívoros (artrópodos y vertebrados), depredadores (artrópodos y vertebrados), detritívoros (artrópodos) y carroña (vertebrados). Debido a la alta diversidad de estos grupos que conforman su dieta, se señala a *B. astutus* como una especie generalista y oportunista (Navarrete 2011).

Nava et al. (1999), Rodríguez et al. (2000), Navarrete (2011) y González (2010) reportaron que el cacomixtle tiende al consumo especialista de materia vegetal (principalmente frutos y semillas), constituyendo la fuente primordial de alimento en su dieta tanto anual como mensualmente. Dentro de la dieta registrada en un matorral xerófilo en Hidalgo, Nava et al. (1999) encontró semillas de *Aralia humilis* y *Prosopis laevigata* en la dieta de este carnívoro. Castillo (2008) determinó que los elementos más importantes en la dieta del cacomixtle en Arcos del Sitio fueron los frutos del nopal *Opuntia streptacantha* y *O. megacantha*.

Rodríguez et al. (2000) registró en un matorral xerófilo de la Isla San José, ubicada en el Golfo de California, la dieta de una población endémica de *B. astutus* durante la primavera y encontró como alimentos principales a ortópteros, escarabajos *Tenebrionidae*, escorpiones, al ratón (*Chaetodipus spinatus*), la rata (*Neotoma lepida*) y los frutos de *Phaulothamnus spinecens*. También encontró evidencias del consumo de carroña.

Castillo (2008) expuso que los elementos más importantes en la dieta del cacomixtle en Arcos del Sitio fueron los frutos del nopal *Opuntia streptacantha* y *O. megacantha*, los escarabajos melolontidos y los restos de alimentos desechados por el hombre, como papel aluminio y plástico. En Tepeji del Río fueron los frutos de *Myrtillocactus geometrizans*, la rata *Sigmodon hispidus* y los escarabajos de la familia Melolonthidae. El cacomixtle explotó los distintos recursos alimentarios de acuerdo a su mayor disponibilidad dependiendo del tipo de vegetación presente y de la época del año, además de aprovechar otros elementos producto de la perturbación humana, lo que reflejó su carácter como omnívoro oportunista.

González (2010) reportó que durante las temporadas de primavera y otoño la mayor cantidad de alimento consumido por *B. astutus* fue de origen vegetal en especial frutos, mientras que el consumo de insectos y pequeños mamíferos era mínimo. Mientras que en las épocas de invierno y verano el consumo de materia animal incremento considerablemente.

Hábitat y distribución

Se distribuye en regiones templadas, áridas y tropicales de Norteamérica, habitando en las zonas montañosas, cañones y laderas de relieve accidentado; desde el sur de los Estados

Unidos hasta el sureste de México (Fig. 2). El cacomixtle es un animal de hábitos nocturnos, movimientos muy ágiles y excelentes trepadores (Nava et al. 1999).



Fig. 2. Distribución potencial de *Bassariscus astutus* en la República Mexicana y parte sur de Estados Unidos (Patterson et al. 2003).

Rastros

Sus excretas son de forma más o menos cilíndrica (Fig. 3). Están constituidas principalmente por restos de frutos y semillas, pelo o plumas; ocasionalmente presentan una forma trenzada, sobre todo cuando contienen mucho pelo (Aranda 2000).

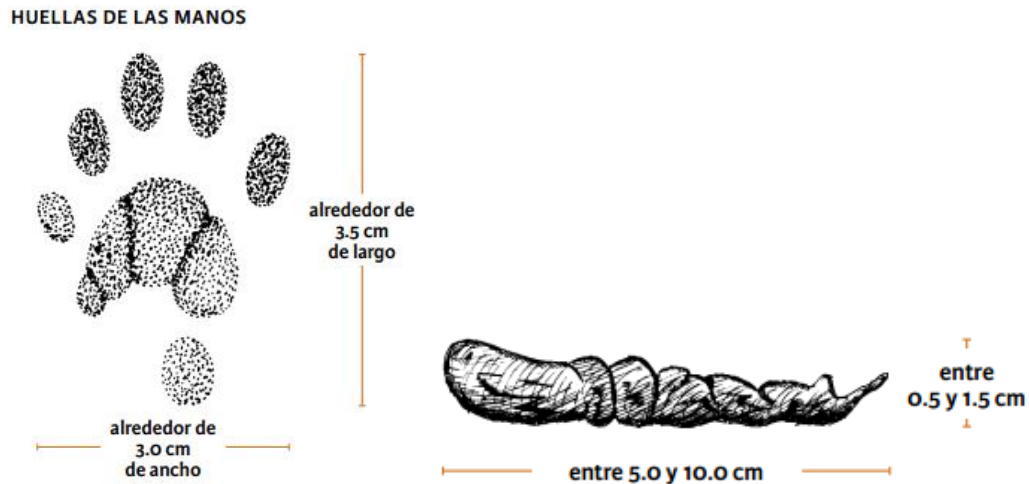


Fig. 3. Tamaño y forma de las excretas y huellas del cacomixtle, de acuerdo con Aranda (2000).

Importancia y relación con el hombre

Frecuentemente *B. astutus* es utilizado como mascota por su belleza y ser adaptable fácilmente a las condiciones de cautiverio. A pesar de ser una especie llamativa y relativamente abundante, aun en áreas suburbanas, se conoce muy poco de su biología y sus requerimientos de hábitat. Es importante conservar al cacomixtle ya que, por sus hábitos alimenticios, es útil para el control de plagas (Ceballos 1997). Esta especie también es utilizada como pieza de cacería, por su piel y como ejemplar para taxidermia (N. Pacheco, comunicación personal, Noviembre de 2018).



Fig. 4. Cacomixtle siendo utilizado como ornamento por un cazador. (Foto: Noé Pacheco C.)

Estatus de conservación en México

Esta especie no se localiza en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010); La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en su lista roja registra a *B. astutus* como especie de Last Concern (LC) o Preocupación menor (Reid et al. 2016) y en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) esta especie no se encuentra localizada en los apéndices I, II y III (UNEP-WCMC 2017).

Hábitos alimentarios de *B. astutus*

Nava et al. (1999) dentro de la dieta registrada en un matorral xerófilo en Hidalgo, Identificó 14 especies de semillas de plantas vasculares, que junto con insectos, roedores y aves, constituyeron el alimento básico de la especie. Además de que reportó por primera vez la presencia de semillas de *Aralia humilis* y *Prosopis laevigata* en la dieta de este carnívoro.

Rodríguez et al. (2000) registró en un matorral xerófilo de la Isla San José ubicada en el Golfo de California, la dieta de una población endémica de *B. astutus* durante la primavera y encontró como alimentos principales a ortópteros, escarabajos Tenebrionidae, escorpiones, al ratón *Chaetodipus spinatus*, la rata *Neotoma lepida* y los frutos de *Phaulothamnus spinecens*. También encontró evidencias del consumo de carroña.

Castellanos (2006) realizó un estudio sobre el ámbito hogareño y los hábitos alimentarios de *B. astutus* en la reserva ecológica “El Pedregal de San Ángel”. Donde se colectaron 52 excretas, en tres periodos: de agosto a octubre de 2002, de enero a noviembre de 2003 y en febrero de 2004. Realizando la colecta en caminos, veredas y partes transitables de la reserva para realizar análisis de hábitos alimentarios. Una vez analizadas las excretas se obtuvo que los elementos de origen animal y vegetal se encontraron prácticamente en la misma proporción (FRAnimal = 40.74; FRVegetal = 39.51); también se encontraron elementos de origen antrópico (N = 13; PO = 25 y FR = 16.05) y elementos que no pudieron ser identificados (N = 3; PO = 5.77 y FR = 3.7). Llegando a la conclusión de que los cacomixtles aprovechan en gran medida los recursos alimenticios proporcionados por la reserva y en baja medida los alimentos proporcionados por los trabajadores y visitantes de la reserva.

Castillo (2008) expuso que los elementos más importantes en la dieta del cacomixtle en Arcos del Sitio fueron los frutos del nopal *Opuntia streptacantha* y *O. megacantha*, los escarabajos melolóntidos y los restos de alimentos desechados por el hombre, como papel aluminio y plástico. En Tepeji del Río fueron los frutos de *Myrtillocactus geometrizans*, la rata *Sigmodon hispidus* y los escarabajos de la familia Melolonthidae. El cacomixtle explotó los distintos recursos alimentarios de acuerdo a su mayor disponibilidad dependiendo del tipo de vegetación presente y de la época del año, además de aprovechar otros elementos producto de la perturbación humana, lo que reflejó su carácter como omnívoro oportunista.

Navarrete (2011) determinó que la riqueza taxonómica de su alimentación fue de 72 taxa, y estuvo comprendida en cinco grandes clases de alimento: materia vegetal, insectos y otros artrópodos, mamíferos, aves y reptiles. El Valor de Importancia Alimentaria (V.I.A.), reveló que en la zona de estudio el cacomixtle tiende al consumo especialista de materia vegetal (principalmente frutos y semillas), constituyendo la fuente primordial de alimento en su dieta tanto anual como mensualmente.

Frugivoría por carnívoros

Cossíos (2006) estudió la dieta del zorro de Sechura, *Lycalopex sechurae*, en el Santuario Histórico Bosque de Pómac, Lima, Perú a través de excretas. Se identificó ocho especies de semillas (algarrobo, *Prosopis pallida*; zapote, *Capparis scabrida*; vichayo, *Capparis avicenniifolia*; overo, *Cordia lutea*; faique, *Acacia macracantha*; pajuro, *Erythrina edulis*; cerezo, *Muntingia calabura* y hierba alacrán, *Heliotropum ferreyrae*) y diez categorías de origen animal. Los porcentajes de germinación fueron medidos en grupos de semillas pre y post ingestión por *L. sechurae*, encontrándose que el porcentaje de semillas germinadas aumenta significativamente tras el paso por el tracto digestivo del zorro en los casos del algarrobo, faique y cerezo. El porcentaje de germinación disminuyó de manera significativa en el caso de la hierba alacrán y no presentó diferencias significativas en los casos del zapote, vichayo y overo. El hecho de encontrar semillas viables en las excretas muestra a *L. sechurae* como un dispersor legítimo de las ocho especies de semillas encontradas en su dieta. Los resultados de este estudio muestran la importancia de *L. sechurae* como dispersor primario de semillas en el bosque seco del norte del Perú.

Domínguez (2005) evaluó y comparó el efecto que tiene el paso de las semillas de *Ficus tecolutensis*, *Ficus tuerckheimii* y *Ficus insipida* por el tracto digestivo de tres especies de vertebrados frugívoros, se ofrecieron frutos a individuos cautivos de iguana verde (*Iguana iguana*), tucán (*Ramphastos sulfuratus*) y mono araña (*Ateles geoffroyi*), bajo las hipótesis de que las semillas de estas tres especies de *Ficus* presentan diferente éxito de germinación cuando son ingeridas por los frugívoros. Los resultados mostraron que el tiempo más corto (cinco días) para iniciar el proceso de germinación lo registraron las semillas de *Ficus tecolutensis* extraídas de las excretas de los tucanes y las provenientes del grupo control, dejando atrás a las semillas ingeridas por los monos arañas, ya que estos son selectivos al momento de ingerir un fruto casi siempre descartando las semillas.

González (2010) evaluó la respuesta germinativa de las semillas de los principales frutos consumidos por el cacomixtle antes y después de la ingesta. Realizó una recolecta de excretas de cacomixtle a lo largo de la Cañada Tochatlac, Posteriormente se realizó 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 encontraron presentes a lo largo del año; *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.

Morales-Paredes et al. (2015) evaluó el papel de los perros y zorros en la germinación y viabilidad de semillas de *Lithrea casutica*, comparando la eficacia de estos dos grupos de cánidos como dispersores mediante la germinación y viabilidad post-germinativa de semillas provenientes de heces, más un control dado por semillas colectadas directamente desde los árboles. La viabilidad de las semillas post germinación no difirió significativamente según el tipo de consumidor, aunque hubo una tendencia a que las semillas consumidas por perros fuesen menos viables que las consumidas por zorros.

El paso por el tracto digestivo es un proceso crítico para la dispersión de semillas por medio de endozoocoria, ya que puede afectar positiva o negativamente el éxito de la germinación. El paso de las semillas por el tracto digestivo puede también prevenir o detener el ataque de insectos (Cossíos, 2006), aumentando el porcentaje de semillas germinadas, al disminuir el tiempo de exposición de las semillas a los depredadores. De igual manera es posible el caso que el porcentaje de germinación de las semillas de diversas especies vegetales se vea incrementado tras su pasaje por el tracto digestivo de un dispersor pero en el caso de otros conjuntos planta-dispersor animal, este porcentaje puede verse disminuido, por lo que este efecto puede variar dependiendo de las especies involucradas (Cossíos, 2006).

Cuadro 1. Resumen de las investigaciones (1954-2011) sobre la alimentación del cacomixtle, *Bassariscus astutus*, actualizado y modificado de Calderón (2002). Los datos representan la frecuencia relativa o porcentaje de ocurrencia según cada estudio.

Autor y localidad	Tipo y número de muestras	Análisis cuantitativo	Temporalidad	GRUPO CONSUMIDO					
				Mamíferos	Aves	Reptiles /peces	Artrópodos	Plantas	Otros
Wood (1954) Post Oak Woods, Texas	Tracto digestivo (10) y excretas (19)	Volumen agregado (%)	Anual No especifica temporadas	42.7	19.3	nr	9.1	27.9	-
Nava (1994) Ejido Plan Colorado, Hidalgo	Excretas (98)	Valor de importancia	Prelluvias	50	16	-	80	180	-
			Lluvias	25	11	-	74	195	-
			Postlluvias	24	-	-	62	170	-
Rodríguez et al. (2000) I. San José, Golfo de California	Excretas (104)	Frecuencia de ocurrencia (%)	Primavera	58.7	4.8	50	91.4	56.7	-
			Secas - 1 (SC1)	50.5	5.1	24.2/5.5	73.4	62.8	11.6
Calderón (2002) Isla Espíritu Santo, Golfo de California.	Excretas y letrinas (974)	Frecuencia de ocurrencia (%)	Lluvias	22.0	1.5	19.0/-	61.5	86.5	-
			Secas - 2 (SC2)	26.0	4.7	14.2/0.9	69.5	92.3	2.1
			Anual	33.7	4.1	18.9/2.3	68.9	80.5	4.9
Castellanos (2006) El Pedregal de San Ángel	Excretas (52)	Frecuencia relativa (%)	Ene - Nov	11.11	7.41	-	22.22	39.51	19.75
Navarrete (2011) Tlazala de Fabela, Estado de México	Excretas (39)	Valor de importancia	Ago 2005 - Jul 2006	18.52	15.74	1.85	27.78-	36.11	-

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo a los antecedentes, el presente estudio pretende responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué elementos compondrán la dieta del cacomixtle?
2. ¿Qué diferencias habrá en el contenido de su alimentación, en los sitios de estudio y durante las temporadas del año (secas y lluvia)?
3. ¿Qué efecto tendrá el paso por el tracto digestivo del cacomixtle sobre la germinación de algunas especies vegetales que consume?

HIPÓTESIS

- La dieta del cacomixtle *Bassariscus astutus*, al estar constituida de contenido vegetal y animal en distintas proporciones, se verá modificada de acuerdo a la abundancia espacial y temporal de dichos recursos.

Predicciones posibles

1. Mayor porcentaje de recurso animal en época de lluvias, que secas.
2. Mayor porcentaje de materia vegetal ingerida en hábitats con frutos disponibles.

- El paso por el tracto digestivo de las semillas ingeridas por el cacomixtle *Bassariscus astutus*, al escarificarse por la acción de los ácidos gástricos, favorece su viabilidad y germinación.

Predicción posible

1. Mayor proporción de germinación de las semillas ingeridas por el cacomixtle, encontradas en sus excretas, que aquellas obtenidas directamente del fruto.

OBJETIVOS

General

- Determinar los hábitos alimentarios del cacomixtle *Bassariscus astutus*, así como el efecto del paso por su tracto digestivo sobre la germinación de semillas ingeridas, en la localidad de San Juan Tlacotenco, Municipio de Tepoztlán, Morelos.

Particulares

- Determinar los elementos que integran la dieta de *B. astutus* a partir del análisis de sus excretas en diferentes hábitat y épocas del año.
- Evaluar la variación en la capacidad de germinación de las semillas de las especies de frutos más abundantes ingeridos por *B. astutus* con relación a las no ingeridas.

MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El pueblo de San Juan Tlacotenco, con aproximadamente 2 000 habitantes, está ubicado en un área montañosa en el Municipio de Tepoztlán, Morelos, al pie de la zona boscosa que forma parte del corredor biológico Ajusco Chichinautzin. Es una comunidad con una alta tasa de crecimiento con características culturales rurales. Localidad de San Juan Tlacotenco en el municipio de Tepoztlán (Quintana et al. 2008).

Los asentamientos humanos de San Juan Tlacotenco comprenden una superficie aproximada de 103.34 ha. ubicada entre las coordenadas geográficas extremas de los 19°01'23", 19°01'14", 19°00'44" y 19°01'03" de latitud y los 99°05'38", 99°05'09", 99°05'36" y 99°06'39" de longitud. Entre un gradiente altitudinal que fluctúa entre los 2 280 y los 2 470 m s. n. m. (CONANP 2008).

La propiedad es comunal, pertenece al Municipio de Tepoztlán. Cuenta con una población aproximada de 1 839 habitantes, con un total de 422 viviendas. Al norte colinda con las subzona de preservación Barbechos; al sur, este y oeste con la subzona de uso tradicional Atongo-Valle Sagrado (CONANP 2008).

Las principales vías de acceso están representadas por la autopista México-Cuautla y las carreteras federales Cuernavaca-Tepoztlán y Tepoztlán-San Juan Tlacotenco. Atraviesa la extinta vía del ferrocarril Cuernavaca-Xochimilco, la cual es utilizada como acceso a esta subzona y para realizar actividades ecoturísticas como caminatas para la observación de la naturaleza y ciclismo de montaña (CONANP 2008).

Es una comunidad cuyas principales actividades productivas están representadas por la ganadera, agricultora y fruticultura, las que realizan en la subzona contigua de Atongo-Valle Sagrado (CONANP 2008).

Hidrografía

Desde el punto de vista hidrográfico, el municipio de Tepoztlán está dividido por el arroyo de Atongo, cuya trayectoria va de norte a sur y se flexiona únicamente para salvar los obstáculos que presentan las montañas. En el transcurso de los últimos años no lleva agua en el periodo de sequía, pero ocurren grandes avenidas en el periodo de lluvias. También cuenta el municipio con algunos manantiales, que abastecen de agua potable a Tepoztlán, San Andrés de la cal, Santiago Tepetlapa, Amatlán, Santo Domingo Ocotitlán y San Juan Tlacotenco (Gobierno del Estado de Morelos 2012).

Clima

Templado subhúmedo (C(w2"')(w)big), con temperatura media anual entre 12 y 18 °C, con un régimen de lluvias en verano, el más húmedo de los subhúmedos, con canícula, porcentaje de lluvia invernal menor de cinco milímetros, verano fresco y largo, isotermal y marcha de temperatura tipo Ganges (CONANP 2008).

El terreno en el que está situado San Juan Tlacotenco comprende parte de las faldas de la sierra del Ajusco, lo que hace encontrar un suelo accidentado y poroso además de no contar con ningún tipo de planicie por su situación geográfica. Se caracteriza por presentar un clima generalmente frío y semicálido con una precipitación anual 1000 - 1500 mm y una temperatura 18 - 22° C con lluvias en verano (CONABIO 2010).

Vegetación

La vegetación que presenta el área es bosque de coníferas, representado por oyamel (*Abies religiosa*); pino (*Pinus teocote*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. leyophila*, *P. rudis*, *P. hartwegii*, *P. lawsoni*), los cuales constituyen el 25.39% del ANP y bosques de encino (*Quercus rugosa*, *Q. microphila*, *Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. hartwegii*, *Q. obtusata*, *Q. laurina*, *Q. diversifolia*, *Q. acutifolia*, *Q. conglomerata*); selva baja caducifolia (*Lysiloma acapulcensis*, *L. divaricata*, *Ipomea murucoides*, *Juglans mollis*, *Trichiliahirta*, *T. pringlei*, *Bursera copallifera*, *B. glabrifolia*, *B. fagaroides*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Leucaena*

microphylla y *Ficus* sp.) equivalen al 32.69% de toda el ANP. Igualmente presenta bosque mixto, caracterizado por diversas especies de pino, encino, los cuales mantienen el 11.6% de la superficie (*Arbutus xalapensis*, *Juniperus flaccida*, *Ternstroemia pringlei*). El 2.18% está constituido de matorrales (*Hechita podantha*, *Agave horrida*, *Sedumoxy petalum*, *Echeverría gibbiflora*, entre otras (Vega-Guzmán et al. 2008).

El género *Pinus* también comprende el bosque mixto en comunidades mezcladas en diversa proporción con el género *Quercus*. Se distribuye en áreas con altitudes de 2000 a 2500 m con temperaturas que varía entre 10 y 20 °C y una precipitación que va de los 600 y 1200 mm (CONANP 2008).

Fauna

Esta localidad se encuentra dentro del Corredor Biológico Chichinautzin donde se han registrado algunas especies características de la región como el Teporingo (*Romerolagus diazi*), el gorrión zacatero (*Xenospiza baileyi*), el colibrí (*Amazilia beryllina*), el vencejo (*Streptoprocne semicollaris*), halcón cernícalo (*Falco sparverius*), conejo silvestre (*Sylvilagus* sp.), lince (*Lynx rufus*), zorrillo (*Mephitis macroura*), ardilla (*Sciurus aureogaster*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), ajolote (*Rhyacosiredon zempoalensis*), ratón de los volcanes (*Neotomodon alstoni*) y codorniz arlequín (*Cyrtonyx montezumae*; Arriaga, et al. 2000).

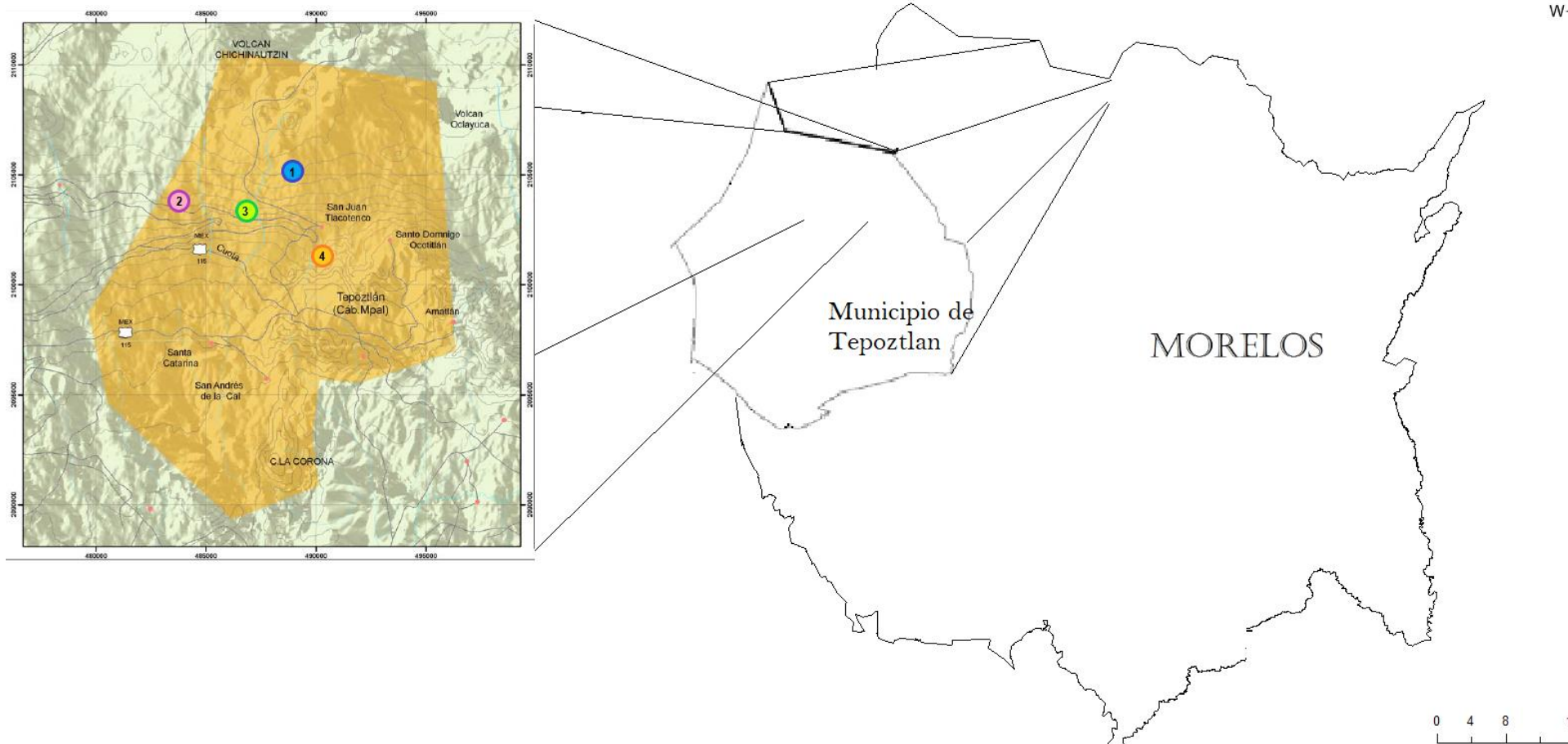


Fig. 5. Ubicación geográfica de las localidades muestreadas en el municipio de San Juan Tlacotenco: 1. Bosque de encino-pino (BP-Q), 2. Pedregal (XISC), 3. Bosque de encino (BQ), 4. Selva baja (SB). Fuente: Modificado de CONAP (2008).

TRABAJO DE CAMPO

Recolección de excretas

El trabajo de campo se llevó a cabo de enero a noviembre de 2016, de forma que durante el muestreo pudieron abarcarse las temporadas de secas (diciembre a marzo) y lluvias (junio a noviembre) de todo un año. Se realizaron 4 salidas de campo, acumulando un total de 20 días de trabajo efectivo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Visitas hechas al municipio de San Juan Tlacotenco para realizar el trabajo de campo.

No. de salida	Periodo	Duración (días)
1	26 a 31 de enero de 2016	6
2	29 de marzo a 3 de abril de 2016	6
3	23 a 28 de junio de 2016	6
4	23 de octubre y 5 de noviembre de 2016	2
TOTAL		20

Se realizaron recolecciones de excretas en la localidad haciendo recorridos a pie de 1.2 km a largo de cuatro zonas de estudio: bosque de encino–pino, pedregal, bosque de encino y selva baja, en donde se abarcó un aproximado de 5 a 7 metros lateralmente para poder recolectar las excretas (Fig. 5).

Las cuatro zonas de estudio seleccionadas representan los cuatro tipos de vegetación más representativos del municipio (pino-encino, matorral rosetofoilo, bosque de encino y selva baja caducifolia), con un gradiente altitudinal marcado de los 2 805 a 2 209 m s. n. m. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Zonas de San Juan Tlacotenco que fueron muestreadas.

Tipo de vegetación	Altitud (m s. n. m.)	Vegetación
Selva baja	2 209	Géneros <i>Bursera</i> y <i>Rubus</i>
Bosque de encino	2 400	Género <i>Quercus</i>
Pedregal rosetoñilo	2 601	Matorral rosetoñilo
Bosque de encino-pino	2 805	Transición entre bosque de encino a bosque de pino.

Se tomaron los siguientes datos en las excreta recolectadas: longitud, diámetro, forma y color, comparándolas con el manual de Aranda (2000) para verificar que corresponden a la especie de *B. astutus*. Se fueron registrando los siguientes datos: el número de registro, fecha, hora, longitud y grosor (utilizando un vernier), macrohábitat (tipo de vegetación asociada), microhábitat (lugar donde se encontró: roca -letrina- o senderos del hombre), condición (fresca o seca) y ubicación (Coordenadas GPS Garmin, Modelo: MAP-62sc). Posteriormente se colocaron en bolsas de papel estraza y se almacenaron en una caja de cartón para evitar su deterioro y la formación de hongos, hasta su traslado al laboratorio en donde se procedió a su análisis.

Es bien sabido que el análisis de la dieta a partir de muestras fecales semeja de manera bastante cercana al examen de contenidos del tracto digestivo, además de que permite la obtención de muchas muestras sin necesidad de sacrificar a los individuos. Este tipo de estudios es recomendable para carnívoros, cuyas presas pueden ser identificadas por restos óseos o pelos (Gallina y López-González, 2011).

El método funciona mejor para los animales que ingieren su alimento sin desmenuzarlo, tal como ocurre en muchos reptiles y aves. Permite medir la cantidad del contenido en el momento del muestreo aunque no estima el consumo diario (Ojasti y Dallmeier, 2000). Aunque muchas presas pueden ser identificadas macroscópicamente, algunas partes pequeñas de los restos de animales o plantas se necesita el microscopio, y algunas serán material no identificado (Gallina y López-González, 2011).

Registro del cacomixtle en estaciones olfativas y fototampas

Además de la búsqueda de excretas, se realizaron seis estaciones olfativas por cada zona de vegetación para registrar la presencia del cacomixtle. Dicha técnica se basa en provocar la visita de los organismos, mediante atrayentes olfativos, a uno o más transectos conformados por estaciones constituidas por un círculo de tierra tamizada, de un diámetro determinado, en cuyo centro se dispone el atrayente o cebo, registrándose la presencia de los animales que visitan dichas estaciones mediante la identificación de sus huellas (Muñoz-Pedrerros,1995). La elaboración de dichas estaciones fue para obtener huellas y verificar que *B. astutus* se encontraba en las zonas de estudio. En las estaciones olfativas se colocaron cebos variados (Fig. 6), que pudieran atraer a los individuos, como crema de cacahuete, frutas, carne entre otras.

En total se colocaron 24 estaciones olfativas, seis en cada tipo diferente de vegetación. Con el propósito de recolectar el mayor número de información se colocaron fototampas en dirección a algunas de las estaciones olfativas con el fin de confirmar las presencia de los individuos en las zonas de estudio, de esta forma se verificara por dos medios visuales su presencia en el área.



Fig. 6. Colocacion de fototampas acompañadas de estaciones olfativas en la zonas de moitoreo de *B. astutus* (Foto: Jimena Pimentel P.).

TRABAJO DE LABORATORIO

Análisis de excretas

Las bolsas de estroza que contenían las excretas recolectadas, fueron colocadas en charolas expuestas a la luz del sol para evitar la formación de hongos y poder conservarlas hasta su análisis. Se registró el peso en seco de las muestras mediante una balanza digital marca Ohaus. Para identificar los componentes alimentarios, los excrementos fueron separados a mano, apartando los componentes en grupos: fragmentos óseos, pelos, semillas y exoesqueletos de artrópodos. La identificación de los restos de las presas en las heces se realizó con la ayuda de un microscopio estereoscopio y la colección de mamíferos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Se siguió el procedimiento propuesto por Korschgen (1987) para la separación de categorías alimenticias. Se determinaron cinco categorías alimentarias: mamíferos, aves, reptiles, invertebrados, vegetación y materia inorgánica. Se identificaron hasta nivel especie de ser posible de acuerdo al estado de conservación de los restos encontrados.

Se siguieron tres fases para el análisis de las excretas:

- I. Las excretas fueron colocadas de forma individual en un tamiz (Monroy, 2001), luego se depositaron en recipientes con agua hirviendo para que sus elementos se separen y se facilite el procedimiento de lavado hasta que se desprenda toda la materia fecal, quedando solo los materiales no digeridos, que se dejan secar a temperatura ambiente en cajas Petri para posteriormente ser aislados de forma manual con la ayuda de pinzas entomológicas y un microscopio estereoscópico.
- II. Los componentes separados se colocaron en bolsas de papel celofán o frascos de plástico que se rotularon de acuerdo al número de registro, fecha de colecta y a las clases de alimento:
 - ◇ Contenido vegetal (semillas, cáscaras y hojas)

- ◇ Insectos y otros artrópodos (fragmentos de cutícula, élitros, alas y apéndices)
- ◇ Reptiles (huesos y escamas)
- ◇ Aves (huesos, plumas y restos de cascarones)
- ◇ Mamíferos (pelos, dientes y huesos)
- ◇ Materia Inorgánica (plástico, piedras y papel)



Fig. 7. Procesamiento y separación de componentes de excretas en el laboratorio de Vertebrados de la Facultad de Ciencias, UNAM (Foto: Jimena Pimentel P.).

Identificación de categorías alimentarias

- Identificación de material vegetal

Las semillas y restos vegetales se identificaron a nivel de especie de ser posible, de acuerdo al estado de los restos encontrados en las excretas. Se contrastaron con el material proporcionado por la Colección de Frutos y Semillas del Instituto de Biología, de la UNAM, y con material de referencia colectado en la zona de estudio.

Las semillas encontradas se separaron de acuerdo a los distintos tipos de morfología que presentaron, identificando 16 tipos diferentes. Estos a su vez fueron llevados a la Colección de Frutos y Semillas del Instituto de Biología, para ser identificados por la curadora, la M. en C. Martha Olvera García. Los ejemplares ahí depositados se utilizaron como referencia para la identificación de las especies encontradas en las muestras.

- Identificación de invertebrados

Los restos de invertebrados se compararon con la colección de referencia de los invertebrados colectados en la zona de estudio. A partir de esta comparación y con el apoyo de la M. en C. Alicia Rojas Ascencio, se buscó llegar al menor nivel taxonómico posible de los restos encontrados en las excretas.

- Identificación de reptiles

Los restos de reptiles encontrados se compararon con el material proporcionado por la colección de anfibios y reptiles del museo Colección Herpetológica del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", con el apoyo del M. en C. Edmundo Pérez Ramos.

- Identificación de aves

A pesar de que se lograron localizar restos de hueso y plumas en las excretas, estos se encontraban demasiado degradados para su identificación.

- Identificación de mamíferos

Se realizó un estudio comparativo de los dientes y huesos encontrados en las muestras con el material presente en la Colección de Mamíferos en el Instituto de Biología de la UNAM con el apoyo de la M. en C. Yolanda Hortelano Moncada y el M. en C. Noé Pacheco Coronel.

Pruebas de viabilidad y germinación

Las pruebas de germinación se realizaron al finalizar las salidas de campo, ya que en dichas fechas se hubieran obtuvieron un número considerable de semillas para realizarlas.

Las semillas control se obtuvieron a partir de frutos colectados en la zona de estudio. En el caso de *Rubus aff. adenotrichus* se obtuvieron semillas a partir de frutos con grado de madurez 6 (Fig. 8). Estos se depositaron en un recipiente plástico, en el que se adicionó

agua; luego, se maceraron manualmente y se dejaron en reposo durante 72 h, para que se diera el proceso de fermentación, el cual facilitó la separación de la pulpa y la semilla.

Posteriormente, las simientes se colocaron en un cedazo y se lavaron con agua corriente para terminar su limpieza. Éstas se sometieron a secado al sol durante 48 h y posteriormente fueron almacenadas en seco, hasta el momento de la germinación (Díaz, 2011). Se ha reportado que bajo condiciones ideales la zarzamora comienza su germinación en el décimo día (Martínez-Cruz et al. 2013).



Fig. 8. Grados de madurez de la zarzamora de acuerdo con Díaz (2011) utilizados como referencia en la recolección de frutos control.

Las semillas de capulín (Fig. 9) se obtuvieron de un árbol localizado en la región, en donde se observaba un efecto de maduración completo en los frutos, se recolectaron frutos aun presentes en el árbol y aquellos que ya se habían desprendido de él. Posteriormente se les quitó la pulpa de forma manual y se lavaron con agua corriente para terminar su limpieza. Se dejaron secar y se almacenaron para su uso posterior.

La colecta de semillas de excreta de *Prunus aff. capuli* se realizó en enero, marzo y abril de 2016, mientras que las semillas control se colectaron en los meses de abril y mayo de 2017 y se germinaron en junio de 2017, dando un tiempo de almacenamiento considerable, esto fue debido a que era necesario concluir el muestreo anual para considerar que especies eran más consumidas por *B. astutus* y poder establecer el protocolo de germinación de dichas semillas,

por lo que fue necesario realizar pruebas de viabilidad antes de iniciar el proceso de germinación para corroborar que las semillas aún se encontraran viables.



Fig. 9. Capulines control recolectados en la zona de estudio para realizar las pruebas de germinación (Foto: Jimena Pimentel P.).

El proceso de germinación está influenciado tanto por factores internos como externos. Dentro de los factores internos están la viabilidad del embrión, la cantidad y calidad del tejido de reserva y los diferentes tipos de dormancia es decir una reducción de actividad y baja de metabolismo en las plantas. Algunos de los factores externos que regulan el proceso son el grosor de la testa, disponibilidad de agua, temperatura y tipos de luz. Por este motivo se llevaron a cabo pruebas de viabilidad con las semillas que se encontraron en los excrementos (consumidas) y con aquellas que se recolectaron en campo (no consumidas).

Se utilizó la prueba de flotación para las semillas de *P. aff. capuli* tanto para las obtenidas de excretas como para las que fueron extraídas manualmente de la planta con fruto carnoso (a estas 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).

Se realizaron pruebas de imbibición, la cual es el proceso de absorción de agua por la semilla; con cinco lotes de 20 semillas cada uno para *P. aff. capuli*; y cinco lotes de 50 semillas para *R. aff. adenotrichus*, iniciando con la obtención del peso de cada lote estos se someterán a

exposición al agua por periodos de 15 min, posteriormente aumentando a 1, 2, 4, 6, 8, 16 y 24 h. Cada lapso de tiempo se registró el peso correspondiente.



Fig. 10. Registro del peso de las semillas de *Prunus aff. capuli* y *Rubus aff. adenotricus* a lo largo de las pruebas de viabilidad (Foto: Jimena Pimentel P.).

Otro método empleado para distinguir entre semillas viables-latentes y aquellas no viables fue la prueba del cloruro de trifenil tetrazolio (TTC) o, en forma abreviada, del tetrazolio, la cual se ha considerado como un procedimiento rápido de determinación de viabilidad, el que se basa en la actividad de las deshidrogenadas que catalizan la actividad mitocondrial; ésta, indica la viabilidad por medio de la alteración del color del tejido de la semilla, como secuela de una reacción de óxido reducción con el TTC adicionado, el cual se transforma en formazán, que es un pigmento rojo estable. Lo anterior, está relacionado con respiración mitocondrial, la que permite diferenciar entre los tejidos normales, que exhiben tinción y aquellos anormales, que no tiñen o lo hacen de forma irregular (Díaz, 2011).

Se aplicó esta prueba a tres lotes de cinco semillas cada uno, los cuales se dejaron en imbibición por 12 h, después de ello se rompió el endocarpo para extraer el embrión que se cortó a la mitad para después exponerlo a una solución de tetrazolio al 1%. Se mantuvo durante dos horas en condiciones a temperatura de laboratorio y se observó el color que presentaron los embriones para evaluar su viabilidad. Para la prueba de tetrazolio se hicieron

tres lotes con cinco semillas control y tres lotes con cinco semillas extraídas de excretas para *P. aff. capuli* y tres lotes con 10 semillas para *R. aff. adenotrichus*



Fig. 11. Pruebas de Imbibición realizadas a las semillas de *Prunus aff. capuli* y *Rubus aff. adenotrichus* (Foto: Jimena Pimentel P.).

De forma simultánea se eligieron muestras aleatorias tanto de *P. aff. capuli* como de *R. aff. adenotrichus* así ambas temporadas del año serían representadas (en caso de que se hayan encontrado semillas durante todo el año), para determinar el tamaño de los lotes de germinación.

Una vez terminada la imbibición todas las semillas recibieron un enjuague de Captan al 2% para reducir la aparición de hongos que puedan afectar al proceso de germinación.

Las semillas de *P. aff. capuli* previamente expuestas a imbibición se colocaron en 5 lotes de 20 semillas cada uno en recipientes de plástico transparente tipo panera de 17 por 14 cm. Con papel absorbente en la base y como cubierta, se cerraron y se envolvieron en bolsa de plástico transparentes para evitar la pérdida de humedad. Se regaron con 10 ml de agua destilada de acuerdo a la humedad que presenten cada tercer día.

Para *R. aff. adenotrichus* se siguió el mismo procedimiento descrito para *P. aff. capuli* pero en este caso se utilizaron 5 lotes de 50 semillas cada uno. Y en las pruebas de viabilidad se utilizaron tres lotes de 20 semillas. En las pruebas de germinación se colocaron en cajas petri,

con papel absorbente como sustrato y como cubierta. Se realizaron esquemas para tener un control de las semillas en cada uno de los lotes (Fig. 12).

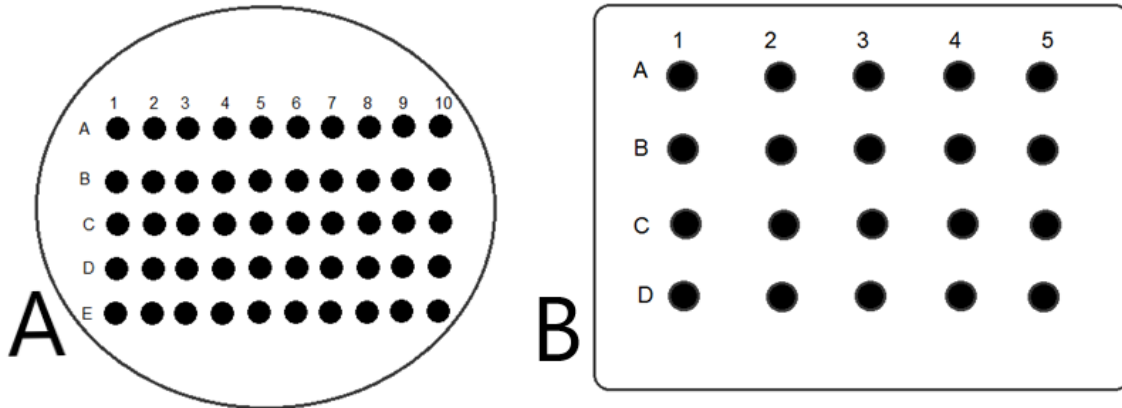


Fig. 12. Organización de semillas en caja de germinación de *Rubus aff. adenotrichus* (A) y *Prunus aff. capuli* (B). Esquema elaborado por la autora.

En condiciones naturales la germinación de *Prunus capuli* 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 (*Prunus serotina*, 1949), de igual manera se ha reportado que bajo condiciones ideales la *Rubus adenotrichus* comienza su germinación en el décimo día a una temperatura de 22°C + 2°C (Martínez-Cruz et al. 2013), por lo que se esperó que en un lapso de un mes se obtuvieran resultados en las semillas germinadas.

El día de siembra de semillas se agregaron 10 ml de agua destilada, y en días posteriores se agregaron un promedio de 5 ml para mantenerlas húmedas; la revisión de las semillas se realizó diario durante dos meses.

Las cajas petri y las cajas paneras (Fig. 13) se mantuvieron en condiciones controladas de humedad y temperatura dentro de la germinadora del Taller de Plantas I y II de la Facultad de Ciencias a 25 °C.



Fig. 13. Contenedores con semillas en proceso de germinación (Foto: Jimena Pimentel P.).

La germinación se define como el surgimiento y desarrollo, a partir del embrión de la semilla, de las estructuras esenciales que indican la capacidad de la semilla para producir una planta normal en condiciones favorables. La germinación se expresa como el porcentaje de semillas puras que produce plántulas normales o como el número de semillas que germinan por unidad de peso de la muestra (Willan 1991).

Al poder observar el desarrollo de las semillas obtenidas de las excretas junto al de las semillas control, se pudo observar si el paso por el tracto digestivo de *B. astutus* representa una ventaja adaptativa en el proceso de dispersión de las semillas en su hábitat.

ANÁLISIS DE DATOS

Para cuantificar la importancia de los componentes a encontrar en las muestras, se utilizaron como estimadores, la Frecuencia de aparición (Fa) y el porcentaje de aparición (Pa), de cada especie.

Frecuencia de aparición (Fa): El resultado que se obtiene para cada alimento representa el porcentaje de las excretas en las que apareció dicho alimento (Aranda 2000).

$$Fa = f_i/N \times 100.$$

En donde f_i = es el número de veces en las que aparece la especie (individuo) presa i y N = número total de excrementos analizados. Con esta fórmula se obtiene la frecuencia de aparición de cada especie presa con relación al número total de excrementos representada en porcentaje.

El Porcentaje de aparición (P_a): El porcentaje de aparición para apreciar la frecuencia del consumo de cierta especie con respecto a las demás (Maher y Brady 1986).

$$P_a = f_i/F \times 100.$$

En donde

f_i = es el número de veces en las que aparece la presa i

F = al número total de apariciones de todas las especies en todas las muestras, que se obtuvo sumando todos los f_i .

Es la manera de conocer qué presa o presas son utilizadas con mayor frecuencia por la especie en estudio con relación a las demás (Maher y Brady 1986).

Índice de diversidad de Simpson

La diversidad alimentaria se calculó anual y mensualmente mediante el índice de diversidad Simpson (Brower et al. 1989) con el número de apariciones de los taxones o elementos presa determinados en las muestras, mediante la siguiente fórmula:

$$D_s = 1 - \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Dónde:

n_i = Abundancia de la especie i o número de excretas en las que aparece la especie i .

N = Abundancia total de todas las especies o número total de apariciones de todas las especies, que se obtiene sumando todas las n_i .

Los valores del índice de Diversidad de Simpson (Cuadro 4) indican baja diversidad cuando tienden a 0 y mayor diversidad cuando tienden a 1. Asimismo, con los valores obtenidos de

diversidad se determinó la forma en la que el cacomixtle consumió sus alimentos, es decir, su carácter alimentario según los Criterios de Especialización Alimentaria de Navarrete-Salgado et al. (2007):

Cuadro. 4. Valores del índice de diversidad de Simpson

Valor de D_s	C.E.A.
0.75 - 1.00	muy generalista
0.50 - 0.74	generalista
0.25 - 0.49	especialista
0.00 - 0.24	muy especialista

Se determinaron dos épocas, una seca (de diciembre a mayo) y otra de lluvias (de junio a noviembre).

Germinación de semillas en laboratorio

Velocidad de germinación (M). Es la relación del número de semillas germinadas con el tiempo de germinación (González- Zertuche y Orozco-Segovia 1996).

$$M = \sum \left(\frac{ni}{t} \right)$$

Donde:

M: velocidad de germinación

ni: número de semillas germinadas el día i

t: tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

Para determinar las diferencias entre las medidas de velocidad de germinación. Estos parámetros se utilizaron entre los tratamientos la prueba t de Student para datos normales, con las semillas de excretas y semillas de frutos como factores.

RESULTADOS

RECOLETA DE EXCRETAS

A lo largo del año se obtuvieron 171 excretas de *B. astutus* durante las cuatro visitas de enero a noviembre de 2016. La cantidad de muestras por temporada fue de 104 para la temporada de secas y 67 para la temporada de lluvias. La zona de vegetación que tuvo mayor cantidad de muestras fue el bosque de encino con un total de 92 excretas, mientras que la zona que con menor número de registros fue la zona de bosque de encino–pino (Fig. 14).

Del total de las excretas recolectadas 96 fueron encontradas de forma única sobre el sustrato y 75 fueron colectadas de letrinas. Las heces de *B. astutus* presentaron un peso seco promedio de 4.35 g.

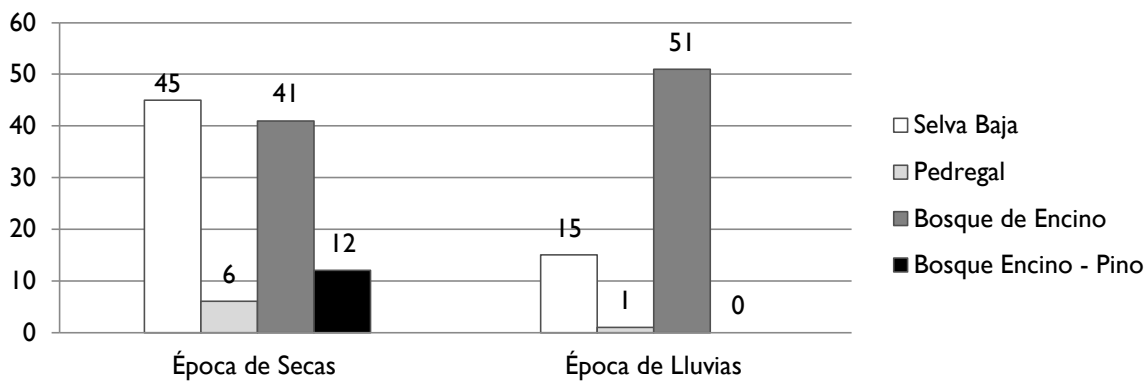


Fig. 14. Número de excretas de cacomixtle, *Bassariscus astutus* recolectadas en cada zona de estudio a lo largo del año de monitoreo.

Se obtuvieron registros indirectos de la presencia de *B. astutus* en la totalidad de las zonas de vegetación estudiadas, lo cual corroboró con la observación de huellas de organismos correspondientes a la especie, de acuerdo con el índice de Aranda (2000) en las estaciones olfativas y fotografías capturadas con fototampas colocadas en la zona de selva baja, bosque de encino y pedregal, las cuales confirmaron la presencia de la especie en la zona.

De las 171 excretas registradas en los hábitats y las dos épocas consideradas en el presente estudio, se determinaron seis categorías alimentarias: materia vegetal, insectos, reptiles, aves, mamíferos y materia no identificada. Se encontraron en las excretas un total de 16 especies vegetales, dos géneros de insectos, un género de reptil y cuatro géneros de mamíferos; de los cuales 17 taxones se registraron a la época de lluvias y 17 taxones a la época de secas. Es importante mencionar que durante el procesamiento de las excretas se hallaron restos de vegetales y animales que no pudieron ser identificados.

Para la materia vegetal se contabilizó el número de veces que las especies identificadas se encontraron en el total de excretas, por temporada y por zona de estudio (Cuadro 5), así como también se realizó el conteo de cuantas semillas por especie se encontraron en todas las excretas (Cuadro 6), lo que ayudo a determinar las especies que serían utilizadas para el estudio de germinación que se llevó a cabo posteriormente.

En el caso de los restos animales: artrópodos, reptiles, aves y mamíferos, no fue posible determinar número de individuos encontrados en las excretas ya que los restos encontrados eran muy variados (alas, patas, muelas, plumas y huesos) y no se contaba con la seguridad de que pertenecieran a un solo individuo en concreto por lo que solo se menciona la presencia de las especies (Cuadro 7) en las excretas recolectadas en cada una de las zonas de estudio durante las temporadas de secas y lluvias.

Cuadro 5. Se presenta el número de veces que cada taxón vegetal apareció en el total de excretas. Total de excretas 171. El orden taxonómico de las especies se presenta de acuerdo con: Global Biodiversity Information Facility (2018), Naturalista (CONABIO, 2018). La abreviatura aff. es utilizada para referirse a que el espécimen pertenece al género mencionado y que tiene características similares a la especie mencionada.

Phylum	Selva baja		Bosque encino		Bosque encino-pino		Pedregal rosetofilo		Total
	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	
Pinophyta									
Pinopsida									
Pinales									
Cupressaceae									
<i>Juniperus</i> sp.	8	7	10	16	4	0	3	0	48
Magnoliophyta									
Magnoliopsida									
Rosales									
Rosaceae									
<i>Crataegus mexicanus</i>	0	0	5	1	0	0	1	0	7
<i>Prunus</i> aff. <i>capuli</i>	2	0	5	14	0	0	0	0	21
<i>Rubus</i> aff. <i>adenotrichus</i>	23	0	19	1	5	0	3	0	51
Moraceae									
<i>Ficus</i> sp.	0	9	0	0	0	0	5	0	14
Vitales									
Vitaceae									
<i>Vitis</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Caryophyllales									
Cactaceae									
<i>Opuntia</i> aff. <i>ficus indica</i>	0	0	0	3	0	0	0	1	4
Phytolaccaceae									
<i>Phytolacca icosandra</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Solanales									
Solanaceae									
<i>Physalis</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Solanum lycopersicum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Asterales									
Asteraceae									
<i>Gnaphalium</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	1

Cuadro 6. Número de semillas que cada taxón vegetal presenta en el total de excretas. Total de excretas 171. El orden taxonómico de las especies identificadas se presenta de acuerdo con: Global Biodiversity Information Facility (2018), Naturalista (CONABIO, 2018).

Phylum	Clase	Orden	Selva baja		Bosque encino		Bosque encino-pino		Pedregal roseto filo		Total de semillas
			Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	
Familia			Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	
Especie			Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	
Pinophyta											
Pinopsida											
Pinales											
Cupressaceae											
<i>Juniperus</i> sp.			136	139	172	316	105	0	76	0	944
Magnoliophyta											
Magnoliopsida											
Rosales											
Rosaceae											
<i>Crataegus mexicana</i>			0	0	22	2	0	0	24	0	48
<i>Prunus</i> aff. <i>capuli</i>			14	0	23	159	0	0	0	0	196
<i>Rubus</i> aff. <i>adenotrichus</i>			484	0	401	21	105	0	63	0	1074
Moraceae											
<i>Ficus</i> sp.			0	1377	0	0	0	0	1866	0	3243
Vitales											
Vitaceae											
<i>Vitis</i> sp.			0	22	0	0	0	0	0	0	22
Caryophyllales											
Cactaceae											
<i>Opuntia</i> aff. <i>ficus indica</i>			0	0	0	399	0	0	0	83	482
Phytolaccaceae											
<i>Phytolacca</i> <i>icosandra</i>			0	0	0	0	15	0	0	0	15
Solanales											
Solanaceae											
<i>Physalis</i> sp.			32	0	0	0	0	0	0	0	32
<i>Solanum lycopersicum</i>			0	0	39	0	0	0	0	0	39
Asterales											
Asteraceae											
<i>Gnaphalium</i> sp.			0	0	0	8	0	0	0	0	8

Cuadro 7. Se presenta el número de veces que cada grupo animal apareció en el total de excretas. Total de excretas 171. El orden taxonómico de los grupos de artrópodos se presenta de acuerdo con Brusca (2016) y de vertebrados con: Global Biodiversity Information Facility (2018), Naturalista (CONABIO, 2018), Hickman et al. (2009) El grupo de las aves es mencionado pero no fue posible realizar una identificación taxonómica.

Phylum	Subphylum	Clase							Total	
			Selva baja		Bosque encino		Bosque encino-pino			Pedregal rosetofoilo
Orden	Familia	Subfamilia	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias
Especie										
Artropoda										
Hexapoda										
Insecta = Ectognatha										
Orthoptera										
Acrididae										
Melanoplinaea										
<i>Aidemona</i> sp.	10	9	9	14	5	0	0	0	47	
Coleoptera										
Scarabaeidae										
Dynastinae										
<i>Xylorictes</i> sp.	17	7	7	9	3	0	4	0	47	
Chordata										
Reptilia										
Squamata										
Phrynosomatidae										
<i>Sceloporus</i> sp.	1	0	1	1	0	0	0	0	3	
Aves	4	0	5	6	2	0	0	0	17	
Mammalia										
Rodentia										
Muridae										
Arvicolinae										
<i>Microtus</i> sp.	0	0	1	1	0	0	0	0	2	
Sigmodontinae										
<i>Neotoma</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
<i>Neotomodon</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
<i>Peromyscus</i> sp.	1	0	2	6	2	0	1	0	12	

ELEMENTOS IDENTIFICADOS EN LA DIETA DE B. ASTUTUS



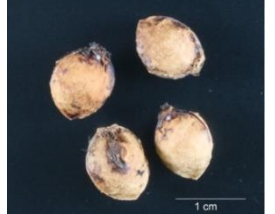
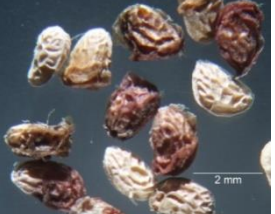
Materia vegetal

La materia vegetal presente en las excretas analizadas, estuvo compuesta por las familias: Asteraceae, Cacteacea, Cupressaceae, Moraceae, Phytolacaceae, Rosaceae, Solanaceae y Vitaceae (Cuadro 8.); además de siete morfos que no lograron identificarse y se ubicaron dentro de la categoría de “semillas no identificadas” (Fig.15).

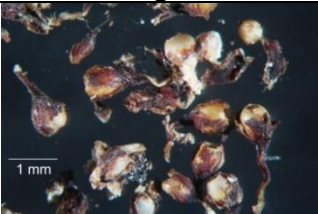

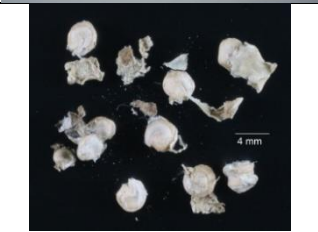
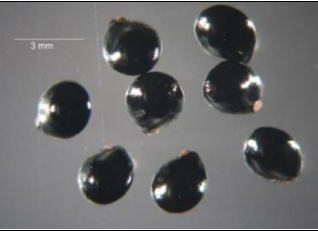

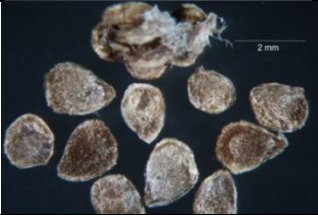

Los géneros y las especies identificadas fueron: *Juniperus* sp., *Crataegus mexicanus*, *Prunus* aff. *capuli*, *Rubus* aff. *adenotrichus*, *Ficus* sp., *Vitis* sp., *Opuntia* aff. *ficus indica*, *Phytolacca icosandra*, *Physalis* sp. *Solanum lycopersicum* y *Gnaphalium* sp.

Las especies no identificadas fueron designadas de con las letras A, B, C, D y E.

Cuadro 8. Especies y géneros de semillas identificadas en las excretas recolectadas de B. astutus en los tipos de vegetación visitados. (Fotos: Jimena Pimentel P.).

Nombre científico	Nombre común	Fotografía
<i>Juniperus</i> sp.	Junípero	
<i>Crataegus mexicanus</i>	Chabacano	
<i>Prunus</i> aff. <i>capuli</i>	Capulín	
<i>Rubus</i> aff. <i>adenotrichus</i>	Zarzamora	

Cuadro 8. Continuación

Nombre científico	Nombre común	Fotografía
<i>Ficus sp.</i>	Higo	
<i>Vitis sp.</i>	Uva	
<i>Opuntia aff. ficus indica</i>	Nopal	
<i>Phytolacca icosandra</i>	Mazorquilla	
<i>Physalis sp.</i>	Tomatillos	
<i>Solanum lycopersicum</i>	Jitomate	
<i>Gnaphalium sp</i>	Gordolobo	

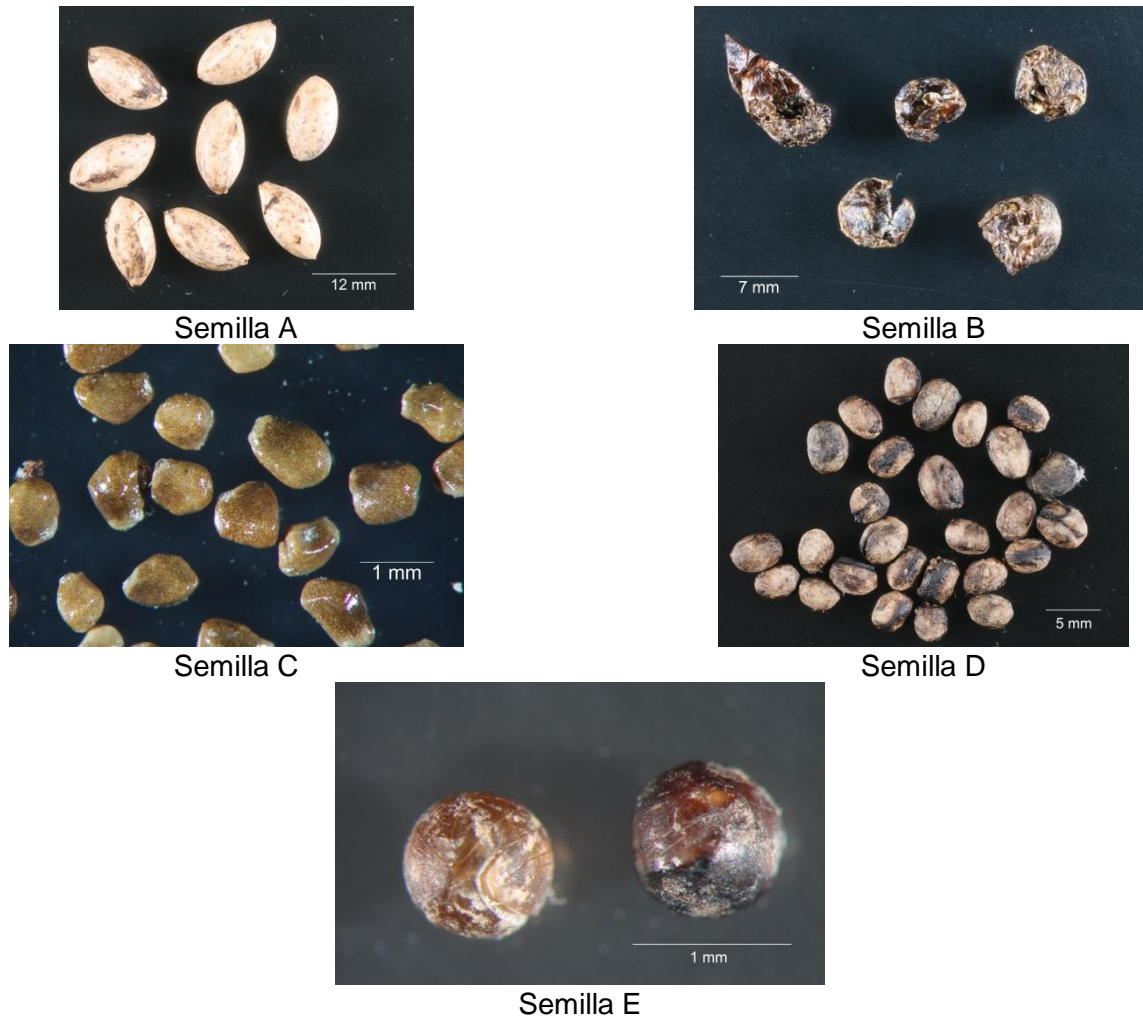


Fig. 15. Semillas no identificadas encontradas en excretas de *B. astutus* en los tipos de vegetación monitoreados. (Foto: Jimena Pimentel P.).

Materia Animal

- Insectos

En las excretas analizadas se encontraron restos de insectos como alas, abdómenes, patas y cabezas, a partir de ellas se determinaron dos taxones pertenecientes a los órdenes Coleoptera y Orthoptera; apoyándonos en la colección de referencia que se obtuvo en las salidas de campo (Fig. 16).

Comparando los restos obtenidos se llegó a la identificación de un coleóptero del género *Xyloryctes*, a partir de los tarsos localizados en los restos y la venación de las alas encontradas; además de corroborar la identificación con lo citado por Bitar y Morón (2014) para la región.



Fig. 16. **a.** Fotografía de un ejemplar de orden Coleoptera colectado en la zona; **b.** Ala de la subfamilia Dynastinae, Familia Scarabaeidae, Orden Coleoptera; **c.** Tarso de la pata media de un coleóptero recolectada en las excretas de *B. astutus* (Fotos: Jimena Pimentel P.).

Se obtuvieron patas, alas y cabezas del orden Orthoptera, Familia Acrididae, Subfamilia Meloplinae, género *Aidemona*, la identificación estuvo a cargo del M. en C. Enrique Mariño Pedraza, del Instituto de Biología.



Fig. 17. **a.** Ala posterior. **b.** ala anterior y **c.** apéndices locomotores de ortópteros obtenidos en las excretas de *B. astutus* (Fotos: Jimena Pimentel P.).

- Reptiles

Se obtuvieron escamas y dientes de lagartija (Fig. 19), que fueron identificados por M. en C. Edmundo Pérez Ramos en La colección de anfibios y reptiles del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Después de la medición y comparación de las escamas con los ejemplares

depositados se llegó a una posible especie *Sceloporus torquatus* coincidiendo en la distribución geográfica de nuestra zona de estudio.



Fig. 18. **a.** Escama quillada. **b.** Mandíbula con piezas dentales de lagartija. Ambas encontradas en las heces de *B. astutus* (Fotos: Jimena Pimentel P.).

- Aves

Los restos de aves no pudieron ser identificados a un nivel taxonómico, se mencionan en el contenido de la dieta ya que existe presencia de plumas en las excretas (Fig.19).

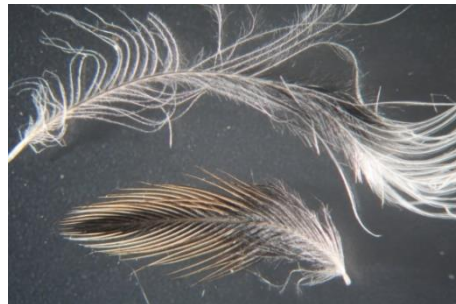


Fig. 19. Plumas encontradas en las excretas colectadas (Foto: Jimena Pimentel P.).

- Mamíferos

En el análisis de las excretas fueron encontrados restos óseos pertenecientes a cuatro géneros de roedores de la familia Muridae.

Se compararon los restos encontrados en las excretas con los depositados en la Colección de Mamíferos del Instituto de Biología, de esta manera se logró identificar cuatro géneros de roedores: *Microtus* sp., *Peromyscus* sp., *Neotomodon* sp. y *Neotoma* sp. Todos registrados anteriormente en la zona de estudio.



Fig. 20. Piezas dentarias encontradas en las excretas de *B. astutus* colectadas en las áreas de estudio (Fotos: Jimena Pimentel P.).

Los registros de estos géneros en la dieta de *B. astutus* coinciden con lo reportado por Navarrete (2007), Nava-Vargas (1999), Calderón (2002), Castellanos (2006) y Castillo (2008).

Teniendo en cuenta la localización de las muestras y de nuestra zona de estudio se puede considerar que la especie *Microtus mexicanus* sea la que corresponda con aquellas muelas identificadas para este género halladas en las heces, según lo que registrado para el estado de Morelos por Álvarez-Castañeda (1996). En el caso de *Neotomodon* sp. es la primera vez que se registra en la dieta del cacomixtle, dicho género únicamente presenta una especie en el país, *Neotomodon alstoni* (Álvarez-Castañeda, 1996), en este caso pese a no poder realizar una identificación más minuciosa de los restos dentarios encontrados es seguro afirmar que las muelas del género *Neotomodon* sp. localizadas en las heces pertenecen a esta especie.

ANÁLISIS DE LA DIETA DE *B. astutus*

Los valores del análisis de las excretas del cacomixtle fueron expresados en porcentaje de aparición (Pa) de cada individuo y componente; los valores por grupo alimentario representan la suma de los porcentajes de aparición de cada individuo y componente.

Se analizaron 171 heces de cacomixtle y se obtuvieron un total de 18 especies-presa identificadas, que corresponden a cinco grupos: frutos (semillas), insectos (alas, abdómenes, cabezas y patas), reptiles (escamas), aves (plumas) y mamíferos (huesos y pelos), al obtener el valor del porcentaje de aparición por grupo encontrado en los excrementos, se observa que los frutos representan el 51.13%, seguido de los insectos con 35.34%, las aves con 6.39%, los mamíferos con 6.02% y por último se encontró un porcentaje de aparición de 1.13% para el grupo de los reptiles (Cuadro 9).

Cuadro 9. Valor de frecuencia (Fa) y porcentaje de aparición (Pa) anual para cada categoría alimentaria registrada en las 171 excretas de *B. astutus*. fi: El número de veces que aparece una presa en la muestra.

Categoría alimentaria	Enero a noviembre 2016		
	fi	Fa	Pa
		n = 171	n = 266
Materia vegetal	150	87.72	56.39
Insectos	94	54.97	35.34
Reptiles	3	1.75	1.13
Aves	17	9.94	6.39
Mamíferos	16	9.36	6.02

Cuadro 10. Valor de frecuencia de aparición (Fa) y porcentaje (Pa) para cada categoría alimentaria en las temporadas de lluvias y secas. fi: El número de veces que aparece una presa en la muestra.

Categoría alimentaria	Época					
	fi	Secas		fi	Lluvias	
		Fa n = 104	Pa n = 172		Fa n = 67	Pa n = 108
Materia Vegetal	96	0.92	0.56	54	0.81	0.50
Artrópodos	55	0.53	0.32	39	0.58	0.36
Reptiles	2	0.02	0.01	1	0.01	0.01
Aves	11	0.11	0.06	6	0.09	0.06
Mamíferos	8	0.08	0.05	8	0.12	0.07

Es posible apreciar mediante el análisis como ciertas especies de semillas solo se encontraron únicamente en una temporada del año como son: *P. icosandra* y *O. aff. ficus indica*. Mientras que también encontramos especie que se ubicaron en dos temporadas como: *Ficus* sp., *P. aff. capuli*, *C. mexicanus* y *R. aff. adenotrichus*.

De igual manera la Frecuencia de aparición (FA), de los componentes en las excretas analizadas, concordó en que la material vegetal y los insectos conforman las categorías con mayor presencia en la dieta del cacomixtle a lo largo del año.

Cuadro 11. Frecuencia de aparición (Fa) y porcentaje de aparición (Pa) de las especies vegetales consumidas por *B. astutus* durante las épocas de muestreo en San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos. El número de veces que aparece una presa en la muestra está indicado por (fi).

Familia Género o Especie	Época					
	fi	Secas		fi	Lluvias	
		Fa n = 104	Pa n = 150		Fa n = 67	Pa n = 61
Cupressaceae Gray						
<i>Juniperus</i> L.	25	24.04	16.67	23	34.33	37.70
Rosaceae Juss						
<i>Crataegus mexicanus</i> DC.	6	5.77	4.00	1	1.49	1.64
<i>Prunus</i> aff. <i>capuli</i> Cav.	7	6.73	4.67	14	20.90	22.95
<i>Rubus</i> aff. <i>adenotrichus</i> Schltldl.	50	48.08	33.33	1	1.49	1.64
Moraceae Gaudich.						
<i>Ficus</i> L.	5	4.81	3.33	9	13.43	14.75
Vitaceae Juss.						
<i>Vitis</i> L.	-	-	-	1	1.49	1.64
Cactaceae Juss.						
<i>Opuntia</i> aff. <i>ficus indica</i> (L.) Mill.	-	-	-	4	5.97	6.56
Phytolaccaceae R. Br.						
<i>Phytolacca icosandra</i> L.	1	0.96	0.67	-	-	-
Solanaceae Juss.						
<i>Physalis</i> L.	1	0.96	0.67	-	-	-
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	1	0.96	0.67	-	-	-
Asteraceae Bercht. & J. Presl						
<i>Gnaphalium</i> L.	-	-	-	1	1.49	1.64
Semilla A	50	48.08	33.33	-	-	-
Semilla B	1	0.96	0.67	-	-	-
Semilla C	3	2.88	2.00	-	-	-
Semilla D	-	-	-	5	7.46	8.20
Semilla E	-	-	-	2	2.99	3.28

En el caso de las especies vegetales consumidas por *B. astutus*, durante la época de secas el porcentaje de aparición más alto fue compartido por *R. aff. adenotrichus* y la especie A (33.33%), seguido de *Juniperus* sp. (16.67%) y el menor porcentaje fue para *P. icosandra*, *Physalis* sp., *S. lycopersicum* y la especie B (Todas con un porcentaje de 0.67%). En la época de lluvias el porcentaje más alto correspondió a *Juniperus* sp. (37.70%), la segunda especie más consumida es *P. aff. capuli* (22.95%) aquellas con el menor porcentaje en lluvias fueron *Gnaphallium* sp., *Vitis* sp., *C. mexicanus* y *R. aff. adenotrichus* (Todas con un porcentaje de aparición de 1.64%).

Cuadro 12. Frecuencia de aparición (Fa) y porcentaje de aparición (Pa) de las especies animales consumidas por *B. astutus* durante un año de muestreo en San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos. El número de veces que aparece una presa en la muestra está indicado por (fi).

Phylum Subphylum Clase Orden Familia Subfamilia Especie	Época					
	fi	Secas		fi	Lluvias	
		Fa n = 104	Pa n = 76		Fa n = 67	Pa n = 54
Artropoda						
Hexapoda						
Insecta = Ectognatha						
Orthoptera						
Acrididae						
Melanoplinaea						
<i>Aidemona</i> sp.	24	23.08	31.58	23	34.33	42.59
Coleoptera						
Scarabaeidae						
Dynastinae						
<i>Xylorictes</i> sp.	31	29.81	40.79	16	23.88	29.63
Chordata						
Reptilia						
Squamata						
Phrynosomatidae						
<i>Sceloporus</i> sp.	2	1.92	2.63	1	1.49	1.85
Aves	11	10.58	14.47	6	8.96	11.11
Mammalia						
Rodentia						
Muridae						
Arvicolinae						
<i>Microtus</i> sp.	1	0.96	1.32	1	1.49	1.85
Sigmodontinae						
<i>Neotoma</i> sp.	-	-	-	1	1.49	1.85
<i>Neotomodon</i> sp.	1	0.96	1.32	-	-	-
<i>Peromyscus</i> sp.	6	5.77	7.89	6	8.96	11.11

Al comparar el porcentaje de aparición para cada uno de los componentes por temporada (Cuadro 12), se observa que en la época de secas la especie con el porcentaje de aparición más alto fue *Xylorictes* sp. (40.79%), seguida por *Aidemona* sp. (31.58%) y el conjunto de las aves (14.47%), después el roedor *Peromyscus* sp. (7.89%) y la lagartija *Sceloporus* sp. (2.63%) y el menor porcentaje fue para los roedores *Microtus* sp. y *Neotomodon* (1.32% para cada especie).

En la época de lluvia *Aidemona* sp. ocupa el porcentaje de aparición más alto (42.59%) seguida de *Xylorictes* sp. (29.63%), a estos le siguen el grupo de las aves y el ratón *Peromyscus* sp. con un porcentaje de ocurrencia de 11.11% para cada uno. También en la época de lluvias encontramos que los roedores *Microtus* sp., *Neotoma* sp. y la lagartija *Sceloporus* sp. presentan el mismo y menor porcentaje de aparición (1.85%).

El consumo de reptiles fue registrado únicamente en las zonas de selva baja y bosque de encino durante la temporada de secas, con poca frecuencia en relación al resto de las categorías de materia animal.

Las aves fueron consumidas en las zonas de bosque de encino, selva baja u oyamel, pero debido a que los restos se encontraban demasiado degradados no fue posible su identificación, por lo que solo se menciona su presencia, no fue posible contabilizar las cantidad exacta ni identificar la familia de aves a la que pertenecen dichos restos, por lo que son reportados como aves en general.

El cacomixtle consumió pequeños mamíferos de forma constante a lo largo del año, sin embargo estos no fueron una categoría principal durante su alimentación, al comparar las áreas donde consumió este grupo, el mayor número de restos encontrados fue localizado en la excretas pertenecientes a la zona de bosque de encino, donde se obtuvo el mayor porcentaje de restos de pequeños mamíferos.

Los géneros de roedores registrados presentaron la siguiente actividad en la dieta: *Peromyscus* sp. presentó la mayor frecuencia y porcentaje de aparición durante todo el año,

teniendo registro de su ingesta tanto en época de lluvias y secas así como también en los cuatro tipos de ecosistemas registrados, *Microtus* sp. se encontró presente en ambas épocas del año, pero únicamente en la zona de bosque de encino, *Neotoma* sp. fue registrado únicamente una vez en la temporada de secas y finalmente *Neotomodon* sp. tuvo igualmente un solo registro durante la época de lluvias, los dos últimos únicamente fueron reportados en las excretas recolectadas en la zona de bosque de encino.

Diversidad la dieta

El índice de diversidad evaluado en las zonas de estudio para la materia vegetal mostró para la temporada de lluvias valores más altos en las zonas de Pedregal rosetofilo y los más bajos para la zona de Bosque encino-pino, mientras que para la temporada de secas la zona que presentó mayor diversidad fue Bosque encino-pino y aquella más especialista en elementos vegetales fue el pedregal rosetofilo (Fig. 21).

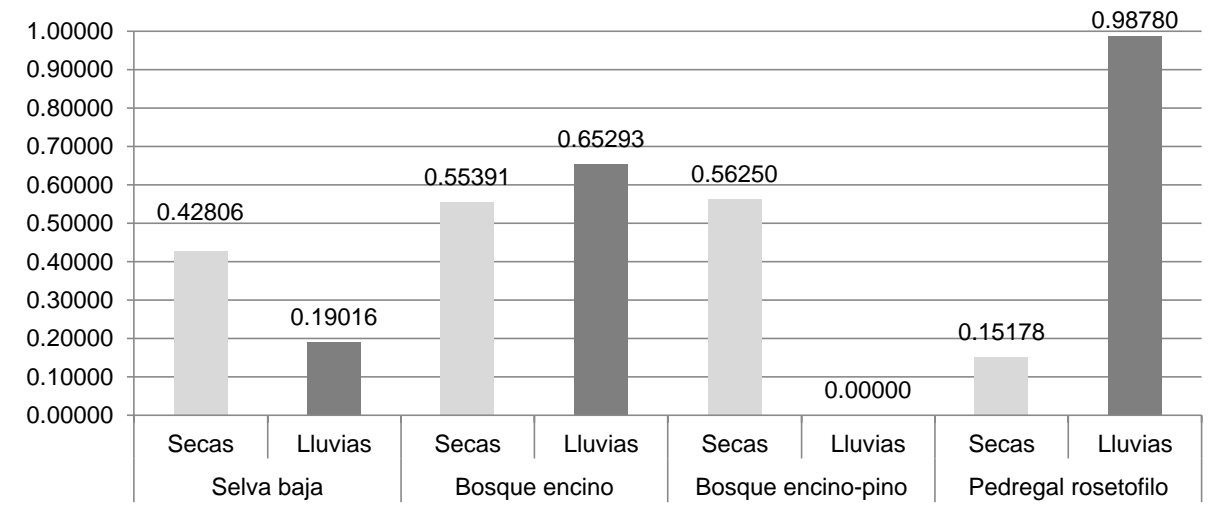


Fig. 21. Diversidad de Simpson de la materia vegetal de las temporadas de secas y lluvias en los cuatro tipos de vegetación registrados.

En el caso de la materia animal el índice de diversidad en temporada de lluvias mostró su valor más alto en el bosque de encino, y el más bajo en pedregal rosetofilo. Para la época de secas los valores más altos se encuentran en el bosque de encino, mientras que los bajos se

ubican en la Selva baja. Mostrando una tendencia generalista en su dieta en cuestión al consumo de materia animal (Fig. 22).

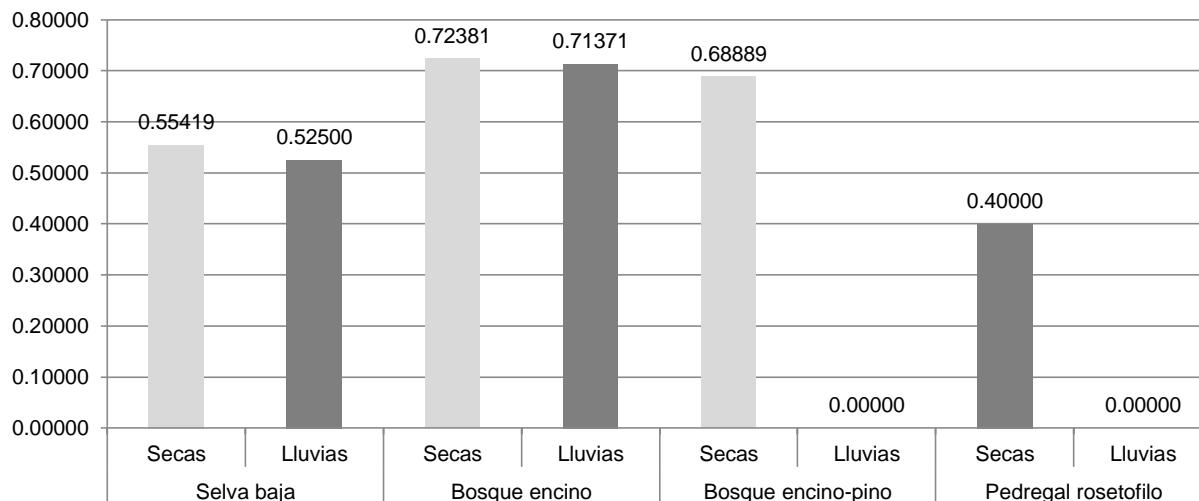


Fig. 22. Índice de Diversidad de Simpson del análisis de materia animal registrado en las excretas de cacomixtle, *Bassariscus astutus* colectadas en las temporadas de secas y lluvias, en los cuatro tipos de vegetación estudiados.

VARIACIÓN EN LA VIABILIDAD EN SEMILLAS INGERIDAS POR *B. astutus*

Las semillas de ambas especies se colectaron en el pueblo de San Juan Tlacotenco, en la zona de bosque de encino y selva baja. Se excluyeron el resto de las especies identificadas por no haberse contado con semillas para el control. También se observó que el número de semillas afectadas por el paso a través del tracto digestivo fue mínimo.

Prueba de flotación

En las pruebas de viabilidad de flotación *P. aff. capuli* obtuvo un porcentaje de 90.6% de viabilidad al tener 23 semillas no viables de 247 para el grupo control. Mientras para las semillas recuperadas de las excretas presentaron un porcentaje de viabilidad de 77.2% al tener 46 semillas no viables de un total de 156 semillas.

En *R. aff. adenotrichus* esta prueba no se realizó ya que al ser semillas tan pequeñas no era adecuada para determinar la viabilidad del embrión.

Prueba de imbibición

A lo largo de 1 440 min (24 h) la entrada de agua a través de la cubierta seminal fue considerable, tanto para las semillas colectadas del árbol como para aquellas extraídas de las excretas. El promedio del peso inicial de los frutos provenientes de las excretas fue de 4.54 g y lo del grupo control 6.46 g. El mayor incremento de peso en semillas de *P. aff. capuli* de ambos orígenes se presentó en los primeros 15 minutos a partir de este momento, el incremento fue progresivo (Fig. 23).

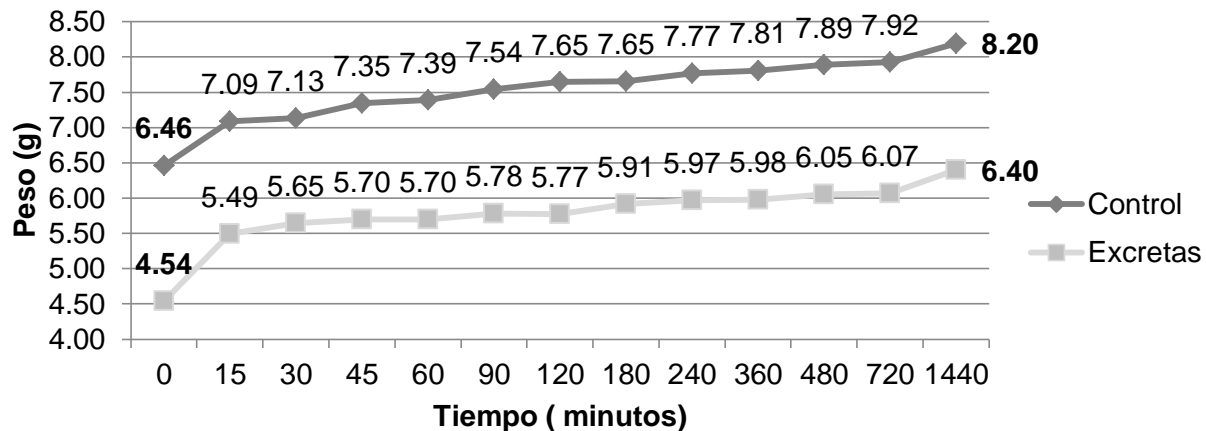


Fig. 23. Tasa de imbibición (agua absorbida) de semillas de *Prunus aff. capuli*, de dos orígenes: control y excretas.

En las pruebas realizadas en *R. aff. adenotrichus* no fue posible apreciar un cambio constante en las medidas de peso de los dos lotes de semillas, los pesos tendieron a subir y algunas a bajar sin causa aparente durante la prueba. El promedio de peso inicial de las semillas extraídas de excretas fue de 0.08994 g y del grupo control fue 0.097 g. registrando el mayor incremento de peso en los primeros 15 minutos (Fig. 24).

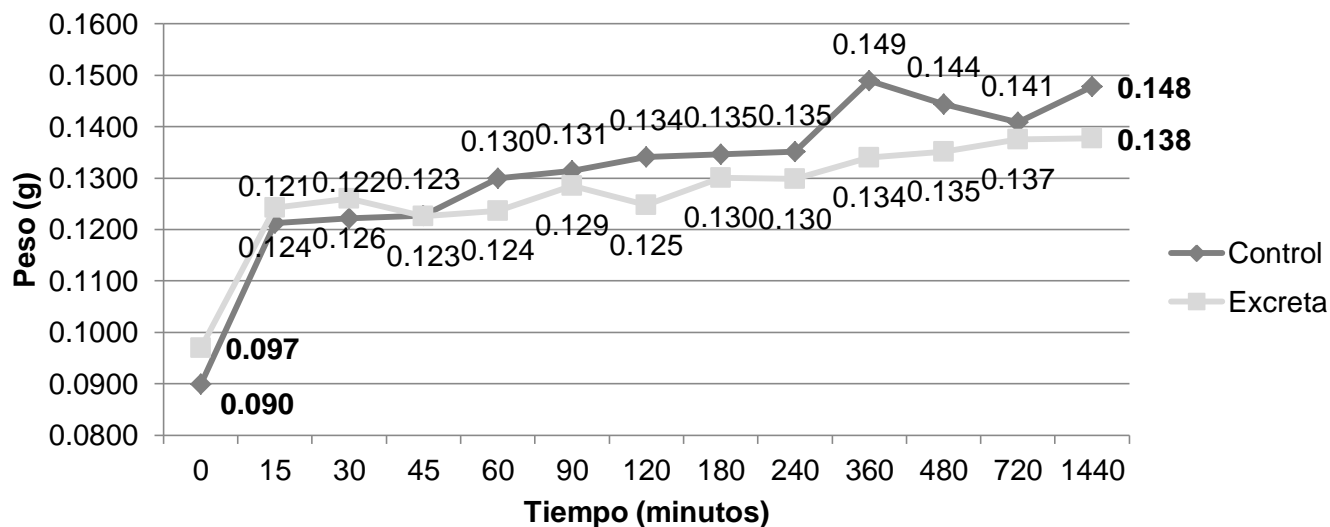


Fig. 24. Tasa de imbibición (agua absorbida) de semillas de *Rubus aff. adenotrichus*, de dos orígenes: control y excretas.

Prueba de tetrazolio

El porcentaje de viabilidad en semillas de *P. aff. capuli*, obtenido con la prueba de Tricloruro de tetrazolio (TTC), con tres lotes de cinco semillas control y cinco semillas extraídas de excretas, fue de 33% para las semillas extraídas de excretas y un 100% para las semillas control (Fig. 25).

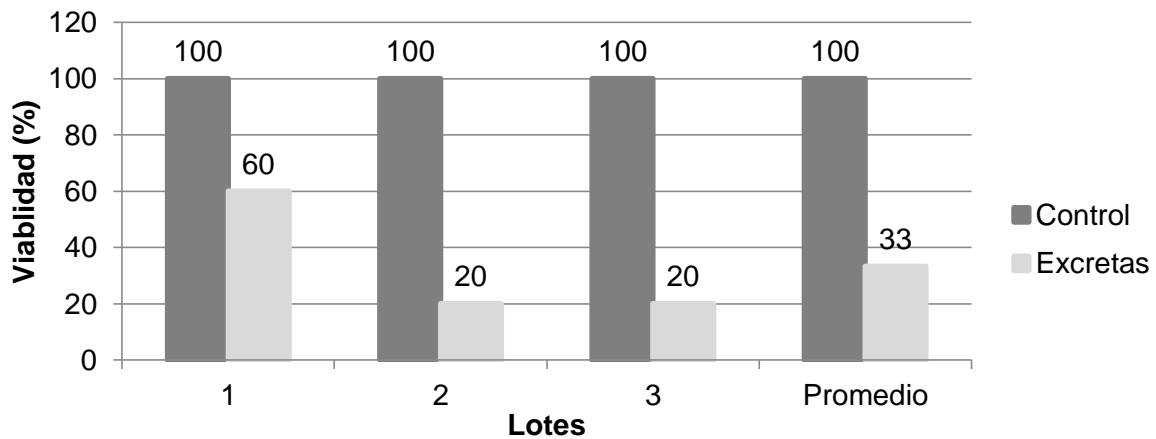


Fig. 25. Porcentaje de viabilidad de embriones de *Prunus aff. capuli* extraídos de frutos y de excretas de *Bassariscus astutus*.

El porcentaje de viabilidad en los embriones de semillas control fue mayor, en contraste con el presentado por los embriones obtenidos de las excretas de *B. astutus*. Con estos resultados se espera que la germinación promedio que se puede obtener de las semillas control sea de 100% asumiendo que todas las semillas viables germinen; en el caso de las semillas obtenidas de excretas se espera que la germinación promedio sea de 33% asumiendo que todas las semillas viables germinen.

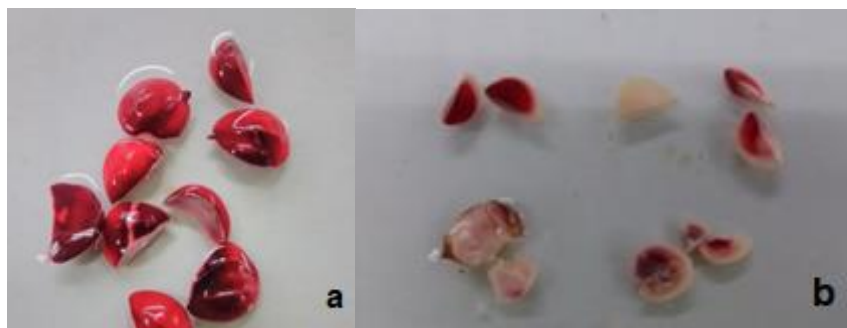


Fig. 26. Viabilidad de las semillas de *Prunus* aff. *capuli* mediante la prueba de TTC. a) embriones teñidos de semillas colectadas del árbol. b) embriones parcialmente teñidos obtenidos de semillas encontradas en excretas de *Bassariscus astutus*. (Fotos: Jimena Pimentel P.).

El porcentaje de viabilidad de *R. aff. adenotrichus* obtenido de la prueba de Tetrazolio, la cual se realizó con tres lotes con 10 semillas control y tres lotes con 10 semillas obtenidas de las excretas fue de un promedio de 27% para las semillas extraídas de excretas y un 37% para las semillas control (Fig. 27).

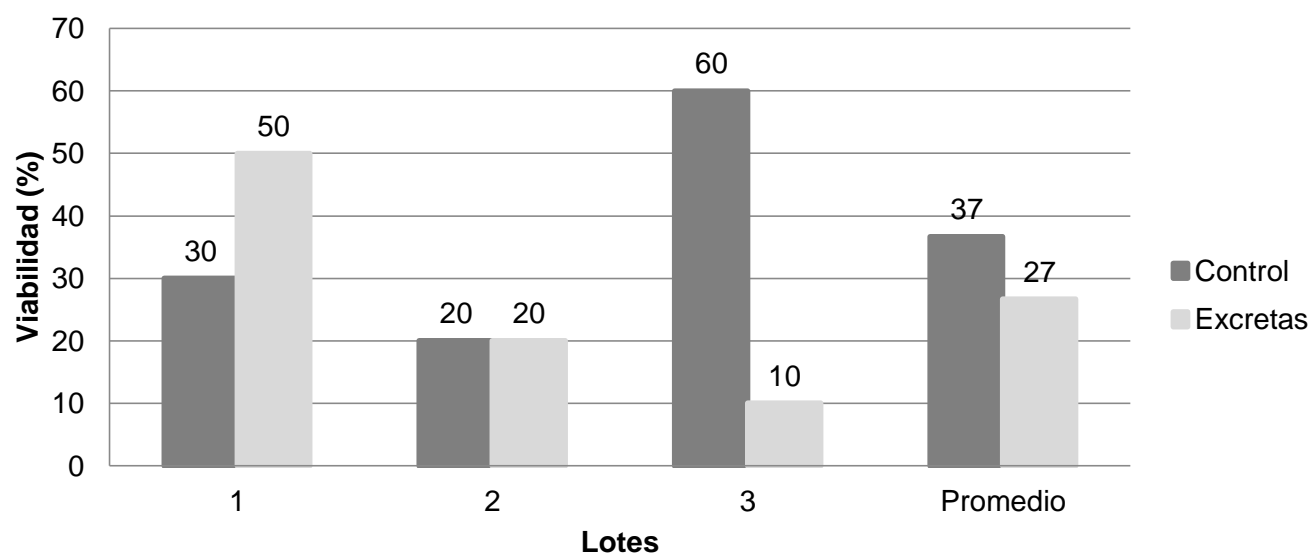


Fig. 27. Porcentaje de viabilidad en embriones de frutos control y de semillas extraídas de excretas de *Rubus* aff. *adenotrichus*.



Fig. 28. Viabilidad de las semillas de *Rubus* aff. *adenotrichus* mediante la prueba de TTC. a) embriones teñidos de semillas colectadas de frutos maduros. b) embriones parcialmente teñidos obtenidos de semillas encontradas en excretas de *Bassariscus astutus* (Fotos: Jimena Pimentel P.).

PRUEBAS DE GERMINACIÓN DE *Prunus* aff. *capuli*

Los lotes de semillas de *P.* aff. *capuli* Control, después del día 20 tuvieron una respuesta de germinación que rebasó el 50%, alcanzando su máximo al día 37. Los registros a los 60 días mostraron un porcentaje de germinación considerable, alcanzando un 76%. Las semillas de excretas presentaron un incremento paulatino de semillas germinadas, alcanzando un incremento considerable alrededor de los 20 días, como las semillas Control, pero con porcentajes bajos que en el registro a los 60 días, alcanzando un porcentaje de germinación de 14%.



Fig. 29. Surgimiento de radícula en semilla de *Prunus* aff. *capuli* y plántulas de *Prunus* aff. *capuli* emergidas de semillas control.

Se observó la primera germinación de semillas a los seis días de empezar el experimento, mostrando la emergencia de la radícula inicialmente en el grupo de las semillas extraídas de las excretas (Fig. 30)

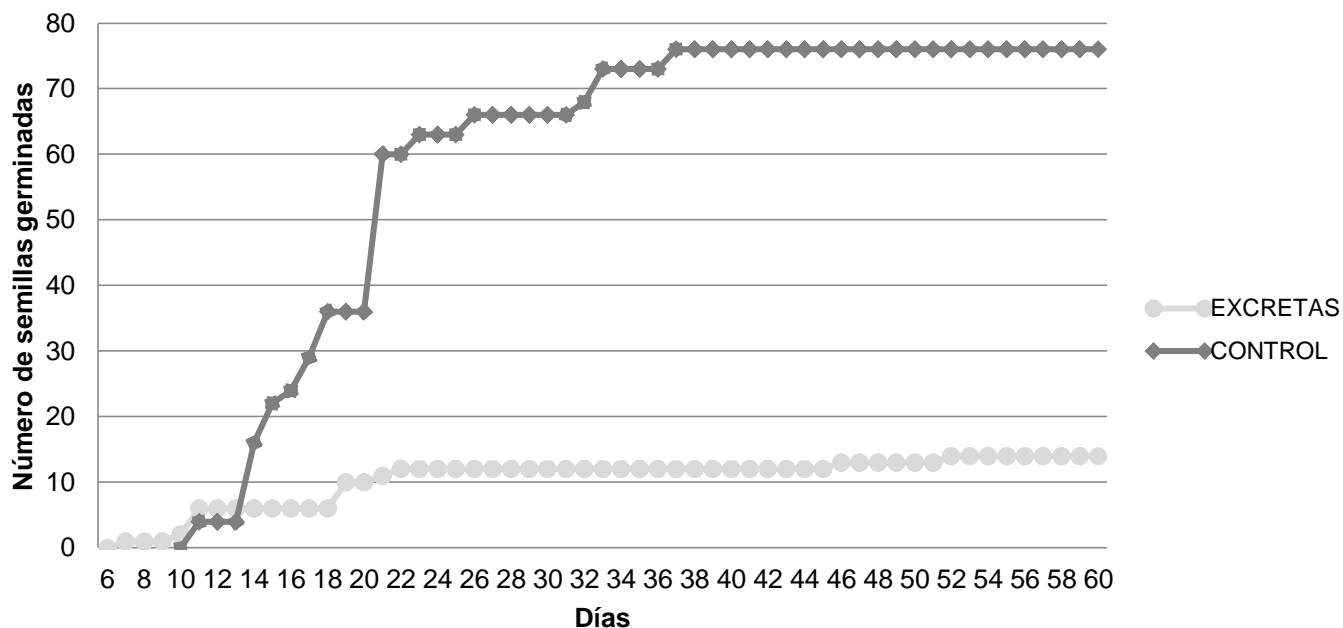


Fig. 30. Germinación acumulada de las semillas de *Prunus aff. capuli*

Se pudo observar como las semillas de *P. aff. capuli* extraídas de las excretas tuvieron una germinación más rápida por seis días, en comparación con las semillas control corroborando lo registrado por González (2010); sin embargo se registró un estancamiento en la germinación de las semillas excretas a partir del día 14 donde las semillas control comenzaron a germinar en un volumen mayor, a pesar de comenzar el proceso de una forma más tardía.

Se realizó una prueba de t de *Student* para determinar si en el número de semillas germinadas del grupo de excretas y el grupo control hubo diferencias significativas los días 13, 15, 20 y 40.

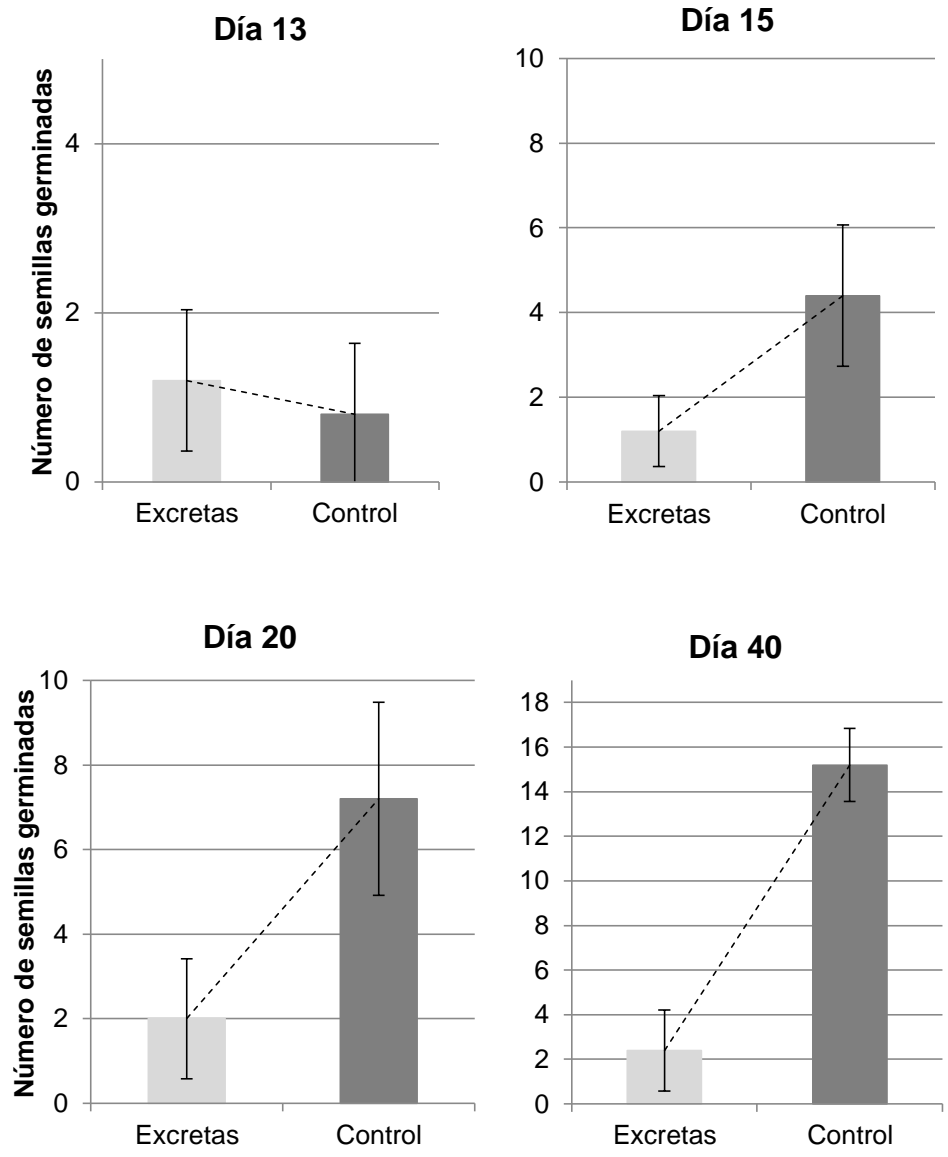


Fig. 31. Prueba de t de *Student* para de los días 13, 15, 20 y 40 de la germinación de semillas de *Prunus aff. capuli*

Cuadro 13. Valores de promedio de semillas germinadas, desviación estándar (DE) y prueba de t de Student en los días 13, 15, 20 y 40 de germinación de *Prunus aff. capuli*

Día	Promedio de semillas germinadas		DE		Prueba de t
	Excretas	Control	Excretas	Control	
13	1.2	0.8	0.84	0.84	0.4714
15	1.2	4.4	0.84	1.67	0.0090
20	2.0	7.20	1.41	2.82	0.0038
40	2.4	15.2	1.82	1.64	0.0000

En el caso de la prueba de t de Student aplicada, se observó cómo hasta el día 13 las diferencias entre tratamientos no son significativas, sin embargo a partir del día 14 ambos grupos presentan diferencias significativas lo que refuerza lo citado por Vaugh (1951) donde se menciona que *Prunus capuli* germina en condiciones de laboratorio sin ningún tipo de procesamiento germina en un tiempo aproximado de 14 días a temperaturas de 18 y 22 °C., por lo que los resultados observados en el grupo control donde se observó una germinación acelerada de las semillas después del día 13 corresponden a lo registrado en la literatura.

VELOCIDAD DE GERMINACIÓN DE *Prunus aff. capuli*

En la velocidad de germinación encontramos diferencias para *P. aff. capuli* entre tratamientos. En promedio obtuvimos 10.33 (± 1.2970) semillas control germinadas por día; mientras que las semillas de excretas germinaron en promedio 1.92 (± 0.9600).

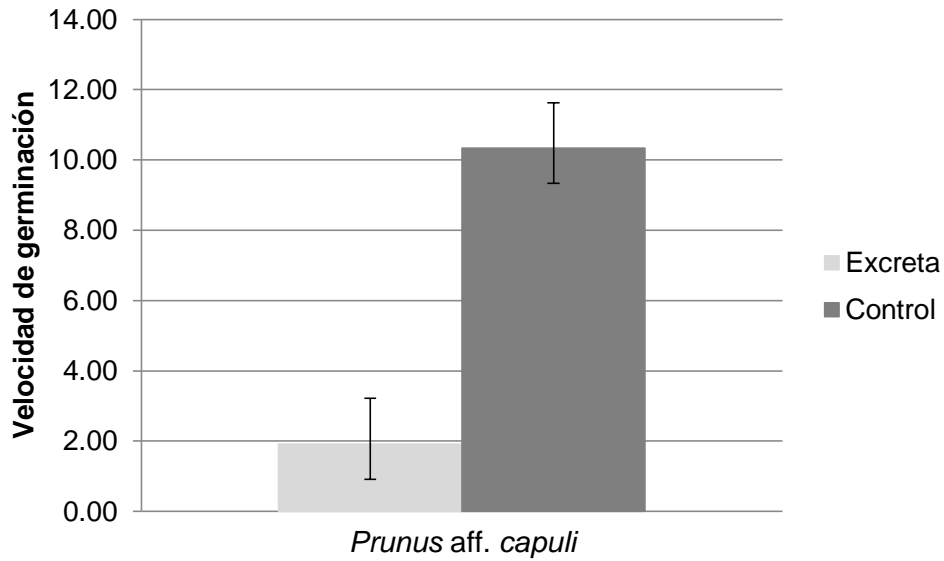


Fig. 32. Velocidad de germinación de semillas control y de excretas de *Prunus aff. capuli*.

PRUEBAS DE GERMINACIÓN DE *Rubus aff. adenotrichus*

En el caso de las semillas de *R. aff. adenotrichus* no se registró ninguna presencia de germinación en ambos lotes (control y extraídas de excretas), debido a esto no fue posible realizar ningún análisis para esta especie.

DISCUSIÓN

COLECTA DE EXCRETAS

Gallina y López-González (2011) consideran que el número de excretas ideal para conocer la dieta de una especie es de entre 50 y 100 muestras, por lo que el número de muestras utilizadas en el presente estudio representa una muestra suficiente (171 muestras), de igual manera la recolección de excretas se realizó en diferentes épocas del año, de manera que la muestra recolectada registrará el cambio en la disponibilidad de los recursos alimentarios que se encuentran disponibles para *B. astutus*.

Las condiciones ambientales fueron una limitante en la recolección de excretas, como se pudo observar en los resultados obtenidos, las recolectas en la época de lluvias (104) disminuyeron de forma considerable en comparación con la época de secas (67). Lo anterior se debió a que en la época de lluvias se presentaron complicaciones, ya que al haber precipitaciones, las excretas se disolvían y los componentes eran arrastrados por las corrientes de agua que se formaban en el terreno en declive, de manera que aquellas que no eran depositadas recientemente no fue posible coleccionarlas. Mientras que en la época de secas, de forma contraria, las condiciones ambientales fueron una ventaja, ya que las excretas después de ser depositadas, de inmediato iniciaban el proceso de secado, lo que facilitaba su procesamiento así como la separación de sus componentes. Estas al encontrarse expuestas al sol, se secaban relativamente al momento de su registro, lo que las hacía más fáciles de coleccionar. Los números muestran que las mayores recolecciones de excretas, en todas las zonas de vegetación muestreadas, fueron durante dicha temporada.

Al procesar las excretas de una manera rápida se buscó evitar el desarrollar infecciones de hongos en los componentes de la dieta, de forma que al procesarlos estos se encontrarán lo más conservados posible y fuera posible llegar a la identificación de los mismos. Esto también se realizó para evitar que las semillas encontradas en las excretas fueran contaminadas de alguna manera que perjudicara las pruebas de germinación que se harían posteriormente.

En el análisis de las excretas se encontraron restos amorfos de materia vegetal, huesos, plumas, pelo e insectos, posiblemente pertenecientes a algunas de las presas o frutos ingeridos por *B. astutus*, sin embargo debido a su alto estado de degradación estos restos no pudieron ser identificados taxonómicamente, a pesar de esto los restos se guardaron para no perder la información.

ASPECTOS GENERALES DE LA DIETA DE *B. astutus*

En estudios previos acerca de la dieta de *B. astutus*, Nava et al. (1999), Rodríguez et al. (2000), González (2010) y Navarrete (2011) reportaron que el cacomixtle tiende al consumo especialista de materia vegetal (principalmente frutos y semillas), constituyendo la fuente primordial de alimento en su dieta tanto anual como mensualmente, lo que concuerda con los datos arrojados en el presente trabajo.

A lo largo de los análisis y el registro de la dieta se observó que el mayor recurso explotado por el cacomixtle nuevamente fue la materia vegetal y los artrópodos (insectos), lo mismo que reporta Navarrete et al. (2007) y Calderón (2002). Esto puede suceder ya que dichas categorías de alimento son más accesibles a lo largo del año y por consiguiente se observa una mayor presencia de estas en las excretas registradas. Castellanos (2006) mencionó que en un ambiente natural y urbano *B. astutus* depende en gran medida de los recursos que le brinda su hábitat.

Al comparar el porcentaje de aparición de las categorías alimentarias en temporada de secas y lluvias, se observa que no existe una variación, ya que en las dos temporadas del año los grupos que se consumen principalmente son materia vegetal y artrópodos en proporciones muy similares, sin que haya un aumento o disminución de alguna de estas, dejando a las categorías de reptiles, aves y mamíferos como ingestas ocasionales o incidentales. Lo que concuerda con lo registrado por Castellanos (2006).

CATEGORÍAS ALIMENTARIAS REGISTRADAS EN LA DIETA DE *B. astutus*

Materia vegetal

Entre las especies vegetales encontradas, los elementos cuyo número de semillas se presentó en mayor cantidad en las excretas registradas de *B. astutus* fueron *Opuntia ficus indica* presente en bosque de encino, *Juniperus* sp., *Prunus* aff. *capuli* y *Rubus* aff. *adenotrichus* registradas en todas las áreas de estudio. Esto se debe posiblemente a que dichas especies tuvieron una mayor disponibilidad en comparación con las demás identificadas en las excretas.

Cossíos (2006) reportó que el valor de importancia de un ítem vegetal estaría fuertemente influenciado por la oferta del medio. Esto podría ser indicativo tanto en la zona de estudio como en otros lugares, del papel que juega la dominancia de los recursos vegetales en el hábitat sobre la ingesta de la especie en el tiempo o el espacio.

La ingesta de especies vegetales con frutos carnosos puede estar relacionada con lo planteado por Herrera (1996), quien propone 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 separación de los frutos una vez que están maduros, como en el caso de *P. aff. capuli*, *R. aff. adenotrichus* y *Opuntia* sp., lo cual permite que sean más accesibles para el cacomixtle, pues el olor puede facilitarles localizarlos.

Como se observa en los diferentes estudios sobre los hábitos alimentarios del cacomixtle (Nava et al. 1999; Rodríguez et al. 2000; González, 2010; Navarrete, 2011), el empleo y variedad de la materia vegetal que consume la especie se encuentra relacionado con las distintas comunidades vegetales presentes en su intervalo de distribución y a los recursos que estas pueden ofrecer. A partir de los registros obtenidos en el presente estudio se acepta la segunda predicción de la hipótesis propuesta, al observar que el mayor número de especies vegetales fue registrado en la zona de bosque de encino donde *B. astutus* tiene mayor acceso

a especies con frutos como las zarzamoras y los capulines, lo que indica un incremento en su forrajeo de esta zona en la temporada de maduración de estas especies.

Material animal

- Insectos

Otro componente importante presente en la dieta del cacomixtle fueron los insectos, registrados en las diferentes épocas del año (secas y lluvias), únicamente variando en los diferentes tipos de vegetación estudiados. Se observó, a través de los análisis, cómo *Xylorictes* sp. y *Aidemona* sp. se registraron en las excretas recolectadas en ambas épocas del año, observando una variación en los porcentajes de una a otra época. El escarabajo *Xylorictes* sp. presenta un mayor porcentaje en la temporada de secas, mientras que el saltamontes *Aidemona* sp. aumenta el propio al llegar la temporada de lluvias, lo que podría estar relacionado con las épocas en las que tanto los coleópteros como los ortópteros presentan una población de individuos adultos más abundante y la ingesta del cacomixtle únicamente varía de una especie a otra, sin que este consuma un aumento de alguna de las otra categorías alimentarias, tal como lo reporta Castellanos (2006) y Nava-Vargas (1999).

Los insectos se registraron en las excretas colectadas en todas las zonas de estudio, los restos de grillos pertenecientes al género *Aidemona* sp. corresponden a las excretas encontradas en las zonas de selva baja, bosque de encino y bosque de encino-pino y los escarabajos del género *Xylorictes* sp. se localizaron en todas las zonas monitoreadas. Estos resultados concuerdan con lo reportado en trabajos de Navarrete (2011), Nava-Vargas (1999), Villanueva (2008) y Castillo (2008).

- Reptiles

Se registró una frecuencia baja para el grupo de los reptiles en las excretas recolectadas de *B. astutus*, esto se debe a que los miembros del género *Sceloporus* sp. son organismos diurnos por lo que el encuentro entre los dos animales es esporádico, dadas las diferencia en su horario de actividad. Es posible que el consumo de reptiles reportado en este estudio se deba

a un encuentro incidental entre *B. astutus* y un organismo de *Sceloporus* sp., el cual se encontrara dentro del área de forrajeo del cacomixtle.

- Aves

A pesar de que los restos de este grupo no fueron identificados, su porcentaje de aparición describe a este grupo como una constante en la alimentación del cacomixtle, es probable que durante su forrajeo nocturno *B. astutus* aproveche el reposo de ciertas especies de aves para alimentarse con un menor gasto energético y una mayor recompensa alimentaria. Esto podría ser el motivo por el cual el grupo de las aves presenta un porcentaje tan alto dentro de la dieta de *B. astutus*.

- Mamíferos

Se pudo observar que cuatro géneros del orden Rodentia presentaron frecuencias distintas dentro de la dieta: *Peromyscus* sp. se encontró en mayor proporción a lo largo del año y en todos los tipos de vegetación registrados, lo que muestra que se trata de un elemento accesible y abundante para que *B. astutus* lo consuma, en comparación con el resto de los géneros registrados. Es posible que la población de dicho género sea abundante en la zona, lo que representaría un elemento accesible para complementar la dieta del cacomixtle. En el caso de *Microtus* sp. se observó que a pesar de encontrarse presente en la dieta a lo largo del año, sus restos fueron localizados únicamente en la zona de bosque de encino, lo que podría indicar la preferencia de este género de este tipo de vegetación, en comparación a los demás ubicados en la zona de estudio, siendo así un alimento preferido por *B. astutus*, tanto en épocas de secas como en lluvias. Mientras que *Neotoma* sp. y *Neotomodon* sp. presentaron únicamente un registro cada uno, lo que puede indicar que probablemente fueron consumidos de manera incidental y no son organismos presentes en la dieta habitual.

De los cuatro roedores registrados en la dieta de *B. astutus*, tres de ellos (*Peromyscus* sp., *Microtus* sp. y *Neotomodon* sp.) presentan peso (26-50 g) y longitud total (100-250 mm) similares (Ceballos y Galindo. 1984), no obstante, de *Neotoma* sp. es de tamaño mayor (285-421 mm de longitud total), lo que podría no ser tan atractivo para el cacomixtle al momento de cazar sus presas, en comparación con el resto de los roedores registrados en su dieta.

La carne juega un papel muy importante en la alimentación de *B. astutus* (Castellanos, 2006), ya que se ha reportado que la principal contribución proteica a la dieta de este prociónido la constituye el alimento de origen animal (Calderón, 2002). En los primeros trabajos sobre dieta del cacomixtle se ha propuesto una alimentación especializada hacia un consumo primordial de mamíferos y aves, consecuencia de sus orígenes carnívoros (Calderón, 2002). Por lo que se esperaba que esta categoría ocupará un lugar importante en la alimentación de nuestra especie de estudio, es posible que al tener un mayor acceso a frutos e insectos, que no requieren una gran inversión de esfuerzo para su consumo, el cacomixtle disminuye el consumo de pequeños mamíferos para alimentarse de una gran proporción de pequeños frutos o insectos, dicho registro apoya la hipótesis planteada en la que se esperaba que *B. astutus* se concentre en consumir el grupo alimenticio que presente mayor disponibilidad y abundancia a lo largo del año. Sin embargo, los resultados obtenidos no se adecuan a lo esperado, ya que el consumo de la categoría animal no se ve afectado por la temporadas del año, ya que *B. astutus* continua consumiendo animales a lo largo del año únicamente variando de especies, sin aumentar su consumo de materia vegetal. Al tener varios grupos de organismos disponibles no presenta una disminución de consumo de materia animal o vegetal, simplemente opta por consumir otro grupo de animales, de acuerdo a la disponibilidad de estos a lo largo del año

EFFECTO DE LA INGESTIÓN DE SEMILLAS POR *B. astutus* SOBRE SU GERMINACIÓN

Viabilidad de semillas ingeridas por *B. astutus*

En el caso de *Prunus capuli* está registrado que su almacenamiento debe ser con alta o baja humedad en bajas temperaturas y en bolsas de plástico, para que este mantenga su viabilidad hasta por ocho años (Vaugh 1951), por lo que el tratamiento que se les dio de almacenamiento no debió de interferir en la capacidad de viabilidad de las semillas utilizadas en las pruebas de germinación. En el caso de *Rubus adenotrichus* se ha reportado que bajo condiciones ideales, su germinación comienza en el décimo día a una temperatura de 22°C +

2°C (Martínez-Cruz et al. 2013). De acuerdo a lo citado en la literatura se estableció un lapso de dos meses para obtener resultados en las semillas germinadas.

Pruebas de Flotación

En esta prueba se pudo observar como las semillas control de *P. aff. capuli* presentaron una viabilidad mayor que las extraídas de excretas, lo que se vio reflejado en las posteriores pruebas de germinación, se podría considerar que al estar en almacenaje las semillas extraídas de excretas fueron disminuyendo su viabilidad en comparación con las control que tenían menor tiempo de ser recolectadas. Lo que mostró claramente una diferencia en la viabilidad de los embriones

En *R. aff. adenotrichus* esta prueba fue posible realizarla debido al tamaño de las semillas, al ser tan pequeñas no era posible diferenciar las viables de las no viables, esta prueba no era adecuada para determinar la viabilidad del embrión, pese a esto fue posible realizar el resto de las pruebas de viabilidad, lo que brindo información valiosa sobre el estado de los embriones.

Pruebas de Imbibición

Las semillas de *P. aff. capuli* control y las extraídas de las excretas absorbieron de 1.74-1.86 g de agua durante 24 horas, mostrando que existe un paso de agua a través de la cubierta seminal. Los embriones de *P. aff. capuli* con mayor viabilidad correspondieron a las semillas control, en comparación con los colectados de las excretas, lo cual se contrapone a nuestra segunda hipótesis donde se esperaría que las semillas que fueron digeridas por *B. astutus* fueran capaces de absorber una mayor cantidad de agua en este tipo de pruebas, ya que han sufrido una escarificación dentro del tracto gástrico del cacomixtle, lo que reduciría la capacidad de permeabilidad de la semillas de *P. aff. capuli*.

En el caso de las semillas de *R. aff. adenotrichus* control y las extraídas de las excretas se registró que éstas absorbieron de 0.051-0.46 g de agua durante 24 horas, mostrando un posible papel de la cubierta seminal como barrera para el paso del agua. En el caso de las

semillas extraídas de excretas es posible que el paso por el tracto digestivo de *B. astutus* no produjera una escarificación relevante en las semillas, lo que aplazaría la germinación de los embriones, produciendo que la absorción de agua en esta prueba en particular fuera mínima. Dichos resultados nuevamente rechazan la segunda hipótesis no mostrando un favorecimiento en la viabilidad de las semillas de zarzamora después de ser digeridas por el cacomixtle.

Pruebas de tetrazolio

En la prueba de TTC, fue posible observar como para *P. aff. adenotrichus* los porcentajes de viabilidad más altos corresponden a las semillas control, las cuales presentaron un 100% de viabilidad en la prueba, arrojando resultados indiscutibles sobre la respiración realizada por el embrión, más en el caso de las semillas obtenidas de las excretas los porcentajes fueron considerablemente bajos, teniendo un promedio de 33% de viabilidad, lo que nos muestra que el embrión disminuye su capacidad de respiración al ser ingerido por *B. astutus*.

Para *R. aff. adenotrichus* los promedios tanto de las semillas control como de las obtenidas de excretas fueron notablemente bajos, el grupo control obtuvo un porcentaje de viabilidad promedio de 37%, mientras que el grupo obtenido de las heces mostró un porcentaje promedio de viabilidad de 27%, pese a ser porcentajes bajos, se puede observar cómo, aunque sea mínimo el grupo control, presenta un nivel más alto de viabilidad, el mismo caso que *P. aff. capuli*, observándose que las semillas control presentan mayor viabilidad en comparación con aquellas que atravesaron el tracto digestivo de *B. astutus*.

La segunda hipótesis es rechazada nuevamente al registrar un menor porcentaje de viabilidad en las semillas ingeridas por *B. astutus* que aquellas recolectadas directamente de la planta madre, ya que se observó en capulín como en zarzamora baja capacidad de los embriones para realizar la respiración una vez que han sido digeridos por el cacomixtle, lo que podría significar una disminución importante de su capacidad de germinación una vez que dichas semillas son expulsadas en las excretas.

Velocidad de Germinación

Como se puede observar, en los datos de velocidad de germinación de *P. aff. capuli*, las semillas de excretas presentaron un promedio de 1.92 semillas al día, mientras que las control presentan una velocidad promedio de 10.33 semillas al día. Pese a que los primeros días ambos grupos presentaron una velocidad de germinación similar, después del día 13 las semillas extraídas de los frutos comenzaron a germinar a una gran velocidad, corroborando lo mencionado por Vaugh (1951). Lo anterior muestra que la germinación del grupo control respondió de la manera esperada; sin embargo, el tratamiento que las semillas recibieron dentro del sistema gástrico del cacomixtle posiblemente influyó de forma negativa en su capacidad de germinación ya que los resultados fueron aún menor de los esperados basados en las pruebas de viabilidad, donde el porcentaje del grupo de excretas fue de 33%, unificando los resultados obtenidos de las pruebas de viabilidad y de germinación podemos determinar que el paso por el tracto digestivo no favoreció la capacidad y velocidad de germinación de las semillas ingeridas.

Mientras mayor es el tiempo de almacenamiento, la resistencia mecánica que ejerce la cubierta va disminuyendo. Esto propicia que la cubierta pierda dureza, permitiendo el hinchamiento de los cotiledones y la emergencia de la radícula. En condiciones naturales las semillas necesitan que se deterioren las cubiertas que las rodean, esto se produce en muchos casos tras sufrir cambios de temperatura o gracias a la acción del estómago de algunos dispersores como las aves y posiblemente mamíferos. Es posible que el tiempo, en el cual las semillas se mantuvieron en almacenamiento en espera de las pruebas de germinación, junto con el tratamiento recibido dentro del intestino del cacomixtle, produjera un efecto negativo en el embrión que se mantenía dentro de ellas.

Los resultados registrados no aceptan la hipótesis planteada, ya que contrario a lo esperado en el caso de *P. aff. capuli*, las semillas ingeridas por el cacomixtle presentaron un menor porcentaje tanto de viabilidad como de germinación en comparación con las semillas control. Los resultados muestran, que el paso por el tracto digestivo del cacomixtle no influyó positivamente sobre la viabilidad y germinación de las semillas ingeridas por este.

Estos resultados no concuerdan con lo registrado por González (2010), quien de igual manera germinó semillas de *Prunus capuli* obtenidas de excretas, las cuales presentaron una mayor germinación que las semillas control, es posible que los niveles de temperatura y el método de almacenamiento empleado por González (2010) ejercieran una variante que permitió el desarrollo de la radícula de una manera más prolífera en las semillas digeridas por el cacomixtle. Se propone realizar estudios futuros en los que se tomen en cuenta las condiciones, tanto del proyecto de González (2010) como el presente para determinar qué aspecto permitió que las semillas de *P. aff. capuli* digeridas por *B. astutus* presentaran un porcentaje de germinación mayor que aquellas no digeridas.

En el caso de *R. aff. adenotrichus*, los embriones con mayor viabilidad correspondieron a las semillas control (37%), en comparación con los colectados de las excretas (27%), lo que no se adecua a la hipótesis planteada. Sin embargo, a lo largo de los dos meses en que se realizó el experimento de germinación no se observó ningún cambio, tanto en las semillas de excretas como en las semillas control. Es posible que esto se deba a que la escarificación que sufrieron las semillas dentro del tracto digestivo de *B. astutus* no fue suficiente para que estas pudieran iniciar el proceso germinativo o que la temperatura elegida para la germinación no fuera la idónea, a pesar de lo mencionado por Martínez-Cruz et al. (2013).

El género *Rubus* pertenece a la familia Rosaceae, sus semillas presentan cubierta dura e impermeable lo que causa un fenómeno de dormancia externa (Martínez-Cruz et al. 2013). Dicho fenómeno a veces es considerado un rasgo indeseable por retrasar el proceso de germinación. Existen diferentes mecanismos de escarificación para promover la germinación de este tipo de semillas, como son la química, mecánica hormonal entre otras. La inmersión en ácido sulfúrico concentrado de 40 min a 3 h ha sido recomendada por varios autores (Nybom, 1980, Moore et al., 1974), como método de escarificación química. Por lo que se esperaría que al entrar en contacto con los ácidos estomacales de *B. astutus* estos realizarán la función de escarificar las semillas y reducir el efecto de dormancia. Pese al paso que tuvieron por el tracto digestivo del cacomixtle, es posible que la concentración o el periodo de tiempo que pasaron en los ácidos estomacales no fueran los adecuados para poder realizar un efecto positivo en la germinación de las semillas ingeridas, por lo que estas no presentaron

ningún tipo de germinación en el transcurso de los dos meses de estudio. Y en el caso de las semillas control al no ser escarificadas de ninguna manera es posible que no hayan podido realizar ningún tipo de germinación, debido a la dormancia de la cubierta seminal.

Se entiende como aporte a la dispersión de semillas, al efecto positivo en las tasas y velocidad de germinación de las especies vegetales ingeridas (Villalobos et al. 2014). Por lo que al no observar ninguna respuesta en semillas de *R. aff. adenotrichus*, se puede llegar a concluir que los resultados obtenidos indican que el paso por el tracto digestivo del cacomixtle no aportó ningún efecto positivo sobre la germinación de dichas semillas, por lo tanto no se encontró evidencia de que la especie actué como un buen dispersor de esta planta.

En este estudio encontramos que el cacomixtle puede ser considerado un dispersor legítimo para la especie *P. aff. capulí*, de acuerdo con lo propuesto por Herrera (1989) y Villalobos et al. (2014), debido a que la mayoría de las semillas encontradas en las excretas se hallaron en buen estado y sin daño mecánico, no existiendo daño a estas al pasar por el trato digestivo, manteniendo porcentajes de viabilidad. Sin embargo, en cuanto a su papel en la capacidad de germinación se logró observar, que a pesar de tener un tiempo de germinación menor en comparación al grupo control, el volumen de semillas germinadas fue menor de lo esperado de acuerdo a las pruebas de viabilidad.

No obstante, se considera necesario realizar estudios más detallados para evaluar este efecto reduciendo el tiempo de almacenamiento de las semillas procedentes de excretas, realizando las colectas en el menor tiempo posible y registrando la relación que hay entre los compuestos de las excretas. Además de que es importante que en un futuro se estudie el efecto de la dispersión de semillas lejos de la planta madre, lo que asegura una mayor capacidad de dispersión por parte de *B. astutus*. Se propone también realizar un experimento con animales en cautiverio, donde la alimentación es controlada y es posible

Las semillas que no germinaron tuvieron un deterioro debido a la necrosis del tejido del embrión y en algunos casos al ataque de hongos. Al momento de abrirlas, el tejido se mostraba blando y sin consistencia firme por lo que estas semillas ya no eran viables, esto se

puede deber al pH del sistema gástrico del cacomixtle, considerando que el ácido inhiba la viabilidad de las semillas, es necesario realizar estudios que evalúen esta relación en concreto.

Los experimentos de germinación descritos en este trabajo se realizaron en condiciones de laboratorio, sin tomar en cuenta otras variables ambientales como la humedad, periodos de iluminación en la germinación y tiempo de almacenamiento que pudieran estar afectando el proceso de germinación. Se considera importante evaluar estos tratamientos en condiciones naturales para conocer qué implicaciones puede tener el ambiente, de igual manera se propone realizar estudios con individuos de *B. astutus* en cautiverio, para registrar de forma directa el consumo de determinadas especies de frutos y poder recolectar las semillas de sus excretas de manera inmediata reduciendo así el tiempo de almacenamiento, observando de manera directa si es que el cacomixtle influye de manera positiva y negativa en la germinación de determinadas especies vegetales.

CONCLUSIONES

Los resultados de la presente investigación, permiten arribar a las conclusiones siguientes:

- La dieta de *Bassariscus astutus* en San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos, México. Se conformó principalmente por: frutos, insectos, reptiles, aves y mamíferos.
- El componente más representativo fue el vegetal en todas las áreas de monitoreo, seguido de los artrópodos y con menor cantidad los reptiles, aves y mamíferos.
- En todas las zonas de estudio la dieta de *B. astutus* muestra una conducta omnívora oportunista, con un alto consumo en frutos, ya que aprovecha distintos recursos de acuerdo a la disponibilidad de estos, ya sea por la temporada del año, el tipo de vegetación donde se encuentre o por que la situación se lo permite.
- En comparación de las temporadas de secas y lluvias a lo largo del año, los principales grupos consumidos son: frutos y artrópodos sin mostrar una variación en sus porcentajes a lo largo del año.
- El paso de las semillas de *Prunus aff capuli* por el tracto digestivo de *B. astutus*, no ocasionó un efecto positivo sobre la velocidad de germinación, no obstante, mantuvo su viabilidad. Esto representa las bases para futuros estudios en la zona y con esta especie en particular.
- El paso de las semillas de *Rubus aff. adenotrichus* por el tracto digestivo de *B. astutus* no favoreció la escarificación de las semillas, no permitiendo acelerar la germinación.
- Las semillas no consumidas por *B. astutus* presentaron mayores niveles de viabilidad que aquellas consumidas, sin embargo el tiempo de almacenamiento de las ultimas pudo tener un papel fundamental en dichos resultados.
- Es necesario realizar estudios futuros donde los individuos de *B. astutus* puedan ser monitoreados de manera directa, con el propósito de tener un control sobre los frutos que ingieren, de manera que la obtención de semillas expulsadas en las excretas sea inmediata.

LITERATURA CITADA

- Altamirano-Álvarez, T., M. Soriano Sarabia y M. de la Luz Maldonado Rosales. 2013. Alimentación del coatí *Nasua narica*, en la comunidad de las Ánimas, Municipio de Chapa de Mota, Estado de México, México. *Revista de Zoología* 24:16-26.
- Álvarez-Castañeda, S. T. 1996. Los mamíferos del estado de Morelos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Baja California Sur, México.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO- Instituto de Ecología, A. C. México, D. F., pp. 147-150.
- Arnaud, G. 1993. Alimentación del coyote (*Canis latrans*) en Baja California Sur, México. Pp. 205-215 En: R.A. Medellín y G. Ceballos (Eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. México, D.F.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (Coords.). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Bitar, A. y M. A. Morón. 2014. Revisión y análisis filogenético del género *Xyloryctes* (Coleoptera: Melolonthidae : Dynastinae: Oryctini). *Red de Biodiversidad y Sistemática*, Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México.
- Brower, J.E., J. H. Zar y C.N. von Ende. 1989. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*, 3rd edition. Dubuque, IA: William C. Brown Publishers. Dubuque, Iowa. United States of America. 237 pp.
- Brusca R. C., W. Moore y S. M. Shuster (Eds.). 2016. *Invertebrates*. 3rd edition. Sinauer Ass., Sunderland, Massachusetts. 1052 pp.
- Calderón, J. G. 2002. Hábitos alimentarios del babisuri *Bassariscus astutus saxiola* (Carnivora: Procyonidae), en la Isla Espíritu Santo, Baja California Sur. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F. 139 pp.
- Castellanos, M. G. 2006. Sobre el ámbito hogareño y los hábitos alimentarios de un carnívoro en un ambiente suburbano. El cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en la Reserva Ecológica "El Pedregal de San Ángel". Ciudad Universitaria. México, D.F. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 94 pp.

- Castellanos, M. G., P. N. García, y R. List. 2008. Uso de recursos del cacomixtle *Bassariscus astutus* y la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* en una reserva urbana de la ciudad de México. Pp. 377. En: Avances en el estudio de mamíferos de México C. Lorenzo, E. Espinoza, y J. Ortega, (Eds.). Publicaciones especiales, segundo volumen. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México.
- Castillo, G. E. 2008. Hábitos alimentarios de *Bassariscus astutus* en Arcos del Sitio Tepotzotlán, Estado de México y Tepeji del Río de Ocampo, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México.
- Ceballos, G. 1997. Revista Mexicana de Mastozoología. Vol. 2, Núm. 1
- Ceballos G. y C. Galindo. 1984. Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México. Edit. Limusa, México D.F. 299 pp.
- CONABIO. 2010. Teporingo. *Romerolagus diazi*. Fichas de Especies Mexicanas. México, D. F. (Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad).
- CONANP. 2008. Dirección Regional Centro y Eje Neovolcánico. Mayo, 2008. Programa De Manejo Parque Nacional El Tepozteco. Pp. 15, 150. (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas).
- CONANP. 2013. Ficha De Identificación, *Bassariscus astutus*. Dirección del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, Subdirección de Cultura para la Conservación Departamento de Investigación y Monitoreo. Oficina del Parque Nacional Izta-Popo. (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas).
- Cossíos, E. D. 2006. 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, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. 81 pp.
- Díaz, C. A. 2011. Categorización de la latencia en semillas de mora (*Rubus glaucus* Benth.), para el apoyo a programas de mejoramiento y conservación de la especie. Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de: Master en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Medellín, Colombia.

- Domínguez, L. E. 2005. Germinación de semillas de tres especies de *Ficus* ingeridas por vertebrados frugívoros. Tesis de Maestría en Ecología Forestal. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.
- Gallina, S. y C. López-González. 2011. Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna. México: Instituto de Ecología, A.C de la Universidad Autónoma de Querétaro.
- Gallina, S., R.H. Manson y A. González. 2008. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México, pp. 162.
- Gobierno del Estado de Morelos. 2012. Compendio Estadístico para un Desarrollo Integral y Sustentable del Sector Agropecuario y Rural. Secretaria de Desarrollo Agropecuario.
- González, R.M. 2010. Efecto de la ingestión de frutos por el cacomixtle *Bassariscus astutus* en el Parque Nacional Malinche, Tlaxcala sobre la germinación de semillas. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- González-Varo, J.P., J.M. Fedriani, J. Guitián, J.V. López-Bao y A. Suárez. 2015. Frugivoría y dispersión de semillas por mamíferos carnívoros: rasgos funcionales. Ecosistemas 24: 43-50.
- González-Zertuche, H.M.L. y A. Orozco-Segovia. 1996. Métodos de análisis de datos de la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. Boletín de la Sociedad Botánica de México 58:37-52.
- Hernández, S., J. Cimé, J. Sosa, J. Pech y J. Chablé 2011. Mamíferos terrestres. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
- Herrera, C. M. 1989. Frugivory and seed dispersal by carnivorous mammals and associated fruit characteristics in undisturbed mediterranean habitats. Oikos 55:250-262.
- Herrera, C. M. 1996. El papel de los carnívoros en la dispersión de semillas. Pp. 201-216. En: Carnívoros. Evolución, ecología y conservación. R. García-Perea, R. A. Baquero, R. Fernández-Salvador y J. Gisbert (Eds.). Museo Nacional Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- Korschgen, L., J. 1987. Procedimientos para el análisis de los hábitos alimentarios. Pp. 119-133. En: Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. R. R. Tarrés (Ed.). The Wildlife Society, Maryland, USA.

- Maher, D. S., y J. R. Brady. 1986. Food habits of the bobcat in Florida. *Journal of Mammalogy* 67:133-138.
- Martínez-Cruz, N.S., K. Arévalo-Niño, M. J. Verde-Star, A. Oranday-Cárdenas, C. Rivas-Morales, J. Treviño-Neávez, y M.E. Morales-Rubio. 2013. Germinación in vitro e inducción de callo en *Rubus adenotrichus* Schltdl. *Polibotánica* 35:99-107.
- Martínez-Vázquez, J., R. González-Monroy y D. Díaz-Díaz. 2010. Hábitos alimentarios del Coyote en el parque nacional Pico de Orizaba. *Therya* 1(2):145-154.
- Monroy, V. O. 2001. Tendencia poblacional y hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*) en una comunidad indígena de Michoacán. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 49 pp.
- Monroy, V. O., A. M. Ortega y A. Velázquez. 2003. Dieta y abundancia relativa del coyote: un dispersor potencial de semillas. En: Velázquez A; A. Torres y G. Bocco (comps.). *Las enseñanzas de San Juan. Investigación participativa para el manejo integral de los recursos naturales*. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. 595 pp.
- Monroy-Vilchis, O., H. Rangel-Cordero, M. Aranda, A. Velázquez y J. F. Romero. 1999. Los mamíferos de hábitat templado del sur de la cuenca de México. Pp. 142-161. En: *La Biodiversidad de la Región de Montaña del sur de la Cuenca de México*. A. Velázquez y F. Romero (Comps.). UAM Xochimilco-Secretaría del medio Ambiente. México, D.F.
- Moore, J.N., Brown G.R. y A. Lundergran, 1974. "Effect of duration of acid scarification on endocarp thickness and seedling emergence of blackberries". *HortScience*, 9: 204-205.
- Morales-Paredes, C. C. E. Valdivia, and S. Sade. 2015. La frugivoría por cánidos nativos (*Lycalopex spp.*) y alóctonos (*Canis lupus familiaris*) reduce la germinación de semillas de litre (*Lithrea caustica*) en Chile Central. *Bosque* 36:481-486.
- Muñoz-Pedrerros, A. J. R. Rau, M. Valdebenito, V. Quintana y D. R. Martínez. 1995. Densidad relativa de pumas (*Felis concolor*) en un ecosistema forestal del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 68:501-507.
- Nava, V., J. D. Tejero y C.B. Chávez. 1999. Hábitos alimentarios del cacomixtle *Bassariscus astutus* (Carnivora: Procyonidae) en un matorral Xerófilo de Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 70:51-63

- Navarrete, L. 2011. Hábitos alimentarios del cacomixtle *Bassariscus astutus* (Carnivora: Procyonidae) en Tlazala de Fabela, Estado de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Tesis de Licenciatura.
- Navarrete-Salgado, N., J. Aguilar Rubio, J. González Domínguez, y G. Fernández. 2007. Espectro trófico y trama trófica de la ictiofauna del Embalse San Miguel Arco, Soyaniquilpan, Estado de México. *Revista de Zoología* 18:1-12.
- Nybm, H., 1980. "Germination in Swedish blackberries (*Rubus* L. subgen *Rubus*)". *Botanika Notisar* 133:619-631.
- Ojasti, J. y F. Dallmeier (Eds.). 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. SI/ MAB Series #5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington DC. *Prunus serotina*. (1949). *Brittonia* 227-229.
- Patterson, B.D., G. Ceballos, W. Sechrest, M.F. Tognelli, T. Brooks, L. Luna, P. Ortega, I. Salazar, y B.E. Young. 2003. Digital Distribution Maps of the Mammals of the Western Hemisphere, version 1.0. NatureServe, Arlington, Virginia, USA.
- Quintana K., G. Obispo y E. Granados. 2008. Indicadores de turismo sustentable y educación popular ambiental en cuevas de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán. Morelos. Memorias, Grupo de Bioespeleología de la UAEM. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Rodríguez, E. R., M. A. Rodríguez y T. K. Grajales. 2000. Spring diet of the endemic ring-tailed cat (*Bassariscus astutus insulicola*) population on and island in the Gulf of California, México. *Journal of Arid Environments* 44: 241-246.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su Acta Zool. Mex. (n.s.) 27(3) (2011) 841 inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de Diciembre de 2010. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).
- Suárez-Esteban, A. 2013. Dispersión de semillas en arbustos mediterráneos de frutos carnosos: evaluando la hipótesis de escape de depredadores. Estación Biológica de Doñana (EBD). Universidad de Oviedo.
- UNEP-WCMC, 2017. Página Web de la Lista de especies CITES. Secretaría de la CITES, Ginebra, Suiza. Compilado por UNEP-WCMC, Cambridge, Reino Unido. Disponible en: <http://checklist.cites.org>. Consultado: abril de 2017.

- Vaugh, M. 1951. *Prunus serotina* spp. *capuli* (Cav.) (SIRE) Sistema Nacional de Información Forestal (CONAFOR) Comisión Nacional Forestal (CONABIO) Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Publicación, Brittonia 7:299.
- Vega-Guzmán, A., J. López García y L. Manzo Delgado. 2008. Análisis espectral y visual de vegetación y uso de suelo Landsat ETM+ con apoyo de fotografías aéreas digitales en el Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía UNAM 67:59-75.
- Villalobos, A., A. Buenrostro-Silva y G. Sánchez-de la Vega. 2014. Dieta de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* y su contribución a la dispersión de semillas en la costa de Oaxaca, México. *Therya* 355-363.
- Villanueva, S. M. G. 2008. Contribución al conocimiento de los hábitos alimentarios del cacomixtle *Bassariscus astutus* (Carnivora: Procyonidae), en la Comunidad las Animas, Chapa de Mota, Estado de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 120 pp.
- Willan, R. L. 1991. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Consultado: agosto de 2017.
<http://www.fao.org/docrep/006/ad232s/ad232s00.htm#TOC>
- Wood, J. E. 1954. Food habits of furbearers of the Upland Post Oak region in Texas, *Journal of Mammalogy* 35:406-414.

APÉNDICE

Ubicación de taxones superiores de los géneros y especies del material vegetal encontrado en las heces fecales del cacomixtle *Bassariscus astutus*, de acuerdo a: Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 11 Nov 2018 <http://www.tropicos.org>

<i>Juniperus</i> L.	Clase: Equisetopsida C. Agardh Subclase: Pinidae Cronquist, Takht. & W. Zimm. Orden: Cupressales Link Familia: Cupressaceae Gray
<i>Crataegus mexicana</i> DC.	Clase: Equisetopsida C. Agardh Subclase: Magnoliidae Novák Ex Takht. Superorden: Rosanae Takht. Orden: Rosales Bercht. & J. Presl Familia: Rosaceae Juss. Género: <i>Crataegus</i> L.
<i>Prunus capuli</i> Cav.	Clase: Equisetopsida C. Agardh Subclase: Magnoliidae Novák Ex Takht. Superorden: Rosanae Takht. Orden: Rosales Bercht. & J. Presl Familia: Rosaceae Juss. Género: <i>Prunus</i> L.
<i>Rubus adenotrichos</i> Schtdl.	Clase: Equisetopsida C. Agardh Subclase: Magnoliidae Novák Ex Takht. Superorden: Rosanae Takht. Orden: Rosales Bercht. & J. Presl Familia: Rosaceae Juss. Genus: <i>Rubus</i> L.
<i>Ficus</i> L.	Clase: Equisetopsida C. Agardh Subclase: Magnoliidae Novák Ex Takht. Superorden: Rosanae Takht. Orden: Rosales Bercht. & J. Presl Familia: Moraceae Gaudich.
<i>Vitis</i> L.	Clase: Equisetopsida C. Agardh Subclase: Magnoliidae Novák Ex Takht. Superorden: Rosanae Takht. Orden: Vitales Juss. Ex Bercht. & J. Presl Familia: Vitaceae Juss.
<i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Mill.	Clase: Equisetopsida C. Agardh Subclase: Magnoliidae Novák Ex Takht. Superorden: Caryophyllanae Takht. Orden: Caryophyllales Juss. Ex Bercht. & J. Presl Familia: Cactaceae Juss.
<i>Phytolacca icosandra</i> L.	Clase: Equisetopsida C. Agardh Subclase: Magnoliidae Novák Ex Takht. Superorden: Caryophyllanae Takht. Orden: Caryophyllales Juss. Ex Bercht. & J. Presl Familia: Phytolaccaceae R. Br. Género: <i>Phytolacca</i> L.

APENDICE. Continuación

<p><i>Physalis L.</i></p>	<p>Clase: Equisetopsida C. Agardh Subclase: Magnoliidae Novák Ex Takht. Superorden: Asteranae Takht. Orden: Solanales Juss. Ex Bercht. & J. Presl Familia: Solanaceae Juss.</p>
<p><i>Solanum lycopersicum L.</i></p>	<p>Clase: Equisetopsida C. Agardh Subclase: Magnoliidae Novák Ex Takht. Superorden: Asteranae Takht. Orden: Solanales Juss. Ex Bercht. & J. Presl Familia: Solanaceae Juss. Género: Solanum L.</p>
<p><i>Gnaphalium L.</i></p>	<p>Clase: Equisetopsida C. Agardh Subclase: Magnoliidae Novák Ex Takht. Superorden: Asteranae Takht. Orden: Asterales Link Familia: Asteraceae Bercht. & J. Presl</p>