



Dieta del cacomixtle *Bassariscus astutus* en la Sierra de Santa Catarina, Ciudad de México

Diet of the ring-tailed cat Bassariscus astutus in the Sierra de Santa Catarina, Mexico City

Raúl Balam Pérez-Hernández^{1*}, y Matías Martínez-Coronel¹

RESUMEN

El cacomixtle norteño, *Bassariscus astutus*, es un prociónido que se distribuye desde el noroeste y centro de Estados Unidos de América hasta el sur de México. Es considerado una especie generalista y oportunista, con una dieta que varía dependiendo de su ubicación geográfica, aunque en general tiende a ser más herbívoro, con algunas excepciones donde la materia animal domina su dieta. En la Sierra de Santa Catarina, Ciudad de México, determinamos la dieta del cacomixtle (*B. astutus*) con base en 61 excretas recuperadas entre febrero y julio de 2021. Determinamos ocho categorías alimentarias: semillas, tallos y cortezas, insectos, líquenes, aves, mamíferos terrestres, mamíferos voladores y restos antropogénicos. Dentro de estas categorías se contabilizaron 22 elementos. La dieta estuvo dominada por las semillas de pirul (*Schinus molle*) y *Prosopis* sp., así como tallos y cortezas, y en menor proporción se registró el consumo de insectos y mamíferos terrestres. El líquen y los plásticos tuvieron valores marginales de representatividad. Registramos por primera en la dieta del cacomixtle a *Schinus molle*, *Calliandra houstoniana*, *Microtus mexicanus*, *Cratogeomys merriami*, *Choeronycteris mexicana* y *Notiosorex crawfordii*. No obstante que el área de estudio está rodeada por asentamientos proveedores de materiales antropogénicos a los que tiene acceso el cacomixtle, en la SSC no encontramos evidencia del consumo de estos recursos.

Key words: análisis de excretas, *Bassariscus astutus*, Iztapalapa, Procyonidae.

RESUMEN

The ring-tail cat, *Bassariscus astutus*, is a procyonid distributed from the northwestern and central United States of America to southern Mexico. It is considered a generalist and opportunistic species, with a diet that varies depending on its geographic location, although in general it tends to be more herbivorous, with some exceptions where animal matter dominates its diet. In the Sierra de Santa Catarina, Mexico City, we determined the diet of the cacomixtle (*B. astutus*) based on 61 scats recovered between february and july 2021. We determined eight food categories: seeds, stems and bark, insects, lichens, birds, terrestrial mam-

Aprovechamiento de los recursos por el cacomixtle en la Sierra de Santa Catarina, Ciudad de México

¹Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Purísima, Iztapalapa. C. P. 09340. Ciudad de México, México.
*Autor de correspondencia: raskolnikov_1866@hotmail.com

mals, flying mammals and anthropogenic remains. Within these categories, 22 items were counted. The diet was dominated by the seeds of pirul (Schinus molle) and Prosopis sp. seeds, as well as stems and bark, and to a lesser extent the consumption of insects and terrestrial mammals was recorded. Lichen and plastics were marginally represented. Schinus molle, Calliandra houstoniana, Microtus mexicanus, Cratogeomys merriami, Choeronycteris mexicana and Notiosorex crawfordii were recorded for the first time in the diet of the cacomixtle. Although the study area is surrounded by settlements supplying anthropogenic materials to which the cacomixtle has access, we found no evidence of consumption of these resources in the SSC.

Palabras clave: *Bassariscus astutus*, Iztapalapa, Procyonidae, Scat analysis.

INTRODUCCIÓN

El cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*, Lichtenstein, 1830) es el representante más pequeño de la familia Procyonidae (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988). Se distribuye desde el centro y noroeste de los Estados Unidos de América hasta el Sureste de México en el istmo de Tehuantepec, incluyendo las islas Tiburón, Espíritu Santo y San José, habitando en varios tipos de vegetación, desde matorrales xerófilos y crassicaules, pastizales, selva baja y bosques templados (MOL, 2023; Poglayen-Neuwall y Toweill 1988; Reid *et al.*, 2016). Es una especie común en toda el área de su distribución y se ha adaptado a los ambientes urbanos, como la Ciudad de México (CDMX; Barja y List, 2006; Castellanos-Morales *et al.*, 2009). El Sistema Nacional sobre Biodiversidad de México cuenta con 243 registros de la especie en la CDMX, la mayoría ubicados en la zona sur del estado (CONABIO, 2020). En las diferentes áreas naturales que rodean o están inmersas en la CDMX persisten poblaciones de la especie, como en la Sierra de Santa Catarina (SSC).

El cacomixtle es un omnívoro oportunista, cuya dieta se basa en el consumo de frutos, artrópodos y roedores, y los porcentajes de cada grupo varían dependiendo de su ubicación geográfica y disponibilidad estacional del alimento (Castellanos-Morales, 2006; González, 1982; Herrera-Flores, 2018; Nava-Vargas *et al.*, 1999; Rodríguez-Estrella *et al.*, 2000). Por lo tanto, juega un papel importante en la dispersión de semillas

y como controlador de plagas en los ecosistemas donde habita (Castellanos-Morales *et al.*, 2009; Castillo-Picazo y García-Collazo, 2019; Cisneros-Moreno y Martínez-Coronel, 2019; González, 1982; Rivera Bañuelos, 2016). En la Isla San José, Baja California, en un matorral sarcococaul, la alimentación del cacomixtle estuvo compuesta en su mayoría de animales, principalmente artrópodos de los órdenes Orthoptera, Tenebrionida y de la superfamilia Scorpionoidea, seguido por frutos de *Lycium*, *Solanum* y *Phaulothamnus* sp. y hojas de *Olneya tesota* (Rodríguez-Estrella *et al.*, 2000). Rivera Bañuelos (2016) registró que en un bosque de encino, en el estado de Tlaxcala, la alimentación de esta especie estuvo compuesta mayoritariamente por materia vegetal (78.58%), seguida de artrópodos (12.96%), mamíferos (4.03%), aves (3.19%) y reptiles (0.24%). Por su parte, Herrera-Flores (2018) encontró que en un bosque de cactáceas columnares en Puebla, los principales alimentos del cacomixtle fueron vertebrados (aves y reptiles, 22% cada uno; mamíferos, 9%), seguido por productos vegetales (28%), artrópodos (11%) y gasterópodos (8%). Castillo-Picazo y García-Collazo (2019) reportaron que, en un bosque de encino en el Estado de México, el cacomixtle consumió principalmente frutos de nopal (*Opuntia streptacantha* y *Opuntia megacantha*) y escarabajos, mientras que, en el estado de Hidalgo consumieron más frutos de *Myrtillocactus geometrizans*, escarabajos y roedores.

Asimismo, se ha reportado la ingesta de alimentos de origen humano, así como de carroña y néctar. Por ejemplo, en un área urbana de Oaxaca se reportó que la especie consumió dulces (representados por envolturas del producto) con una FR = 9.35%, mientras que en una zona agrícola cercana a la zona urbana esta categoría no estuvo representada (Cisneros-Moreno y Martínez-Coronel, 2019). En el Pedregal de San Ángel, CDMX, el 16.05% de los elementos ingeridos por el cacomixtle fueron de origen antropogénico (Castellanos-Morales, 2006).

En la SSC se desconocía la presencia de este carnívoro (Castro-Campillo *et al.*, 1996), pero debido a que durante exploraciones al área detectamos letrinas y lo observamos directamente, decidimos recolectar sus excretas y determinar de qué se alimenta, por lo que este trabajo reporta la composición de la dieta de *B. astutus* en la SSC, CDMX.

ÁREA DE ESTUDIO Y MÉTODOS

La SSC es una cadena de volcanes monogenéticos que se ubican en el extremo oriente de la Ciudad de México y el Estado de México (Jaimes-Viera *et al.*, 2018). Es parte de la Franja Volcánica Transmexicana que se originó durante el Pleistoceno Tardío y el Holoceno, hace alrededor de 700 000 años. La SSC comprende 2166 hectáreas, con altitudes que van de los 2375 hasta los 2740 msnm (GODF, 2005; Jaimes-Viera *et al.*, 2018). El trabajo se llevó a cabo en las faldas de los volcanes Tetlamanche, Tecuatzin y Mazatepec, pertenecientes a la SSC (figura 1). En el área de estudio se encuentran dos tipos de clima, en el norte y oeste del área se presenta un clima semiseco con lluvias en verano, la temperatura media anual oscila entre los 13 y 19°C. El mes más caluroso es mayo, mientras que los más fríos son noviembre a febrero, en enero la temperatura llega a bajar hasta -7°C. Por otro lado, en el sur y este de la sierra el clima es más

seco, templado y con lluvias en verano. La precipitación media anual varía entre los 408 y 607 mm, llegando a los 128.6 mm en julio. La época de lluvias en la SSC va de junio a septiembre, mientras que la época seca abarca el resto de los meses (GODF, 2005; CONABIO y SEDEMA, 2016). Se realizaron 9 visitas en temporada seca y 3 en temporada húmeda. En el área de estudio encontramos dos tipos de vegetación: un matorral xerófilo que crece en las partes más altas y está dominado por la siempreviva (*Sedum praealtum*), nolina (*Nolina parviflora*), palo loco (*Pittocaulon praecox*), tepozán (*Buddleia cordata* y *Buddleja parviflora*), nopal chamacuero (*Opuntia tomentosa*) y el hui-zache (*Acacia farnesiana*; GODF, 2005). El otro tipo de vegetación es un pastizal que crece en las partes bajas y está dominado por especies anuales como *Aristida adscensionis* y *Bouteloua simplex*, con ejemplares dispersos de pirú (*Schinus molle*) (CONABIO y SEDEMA, 2016; GODF, 2005).

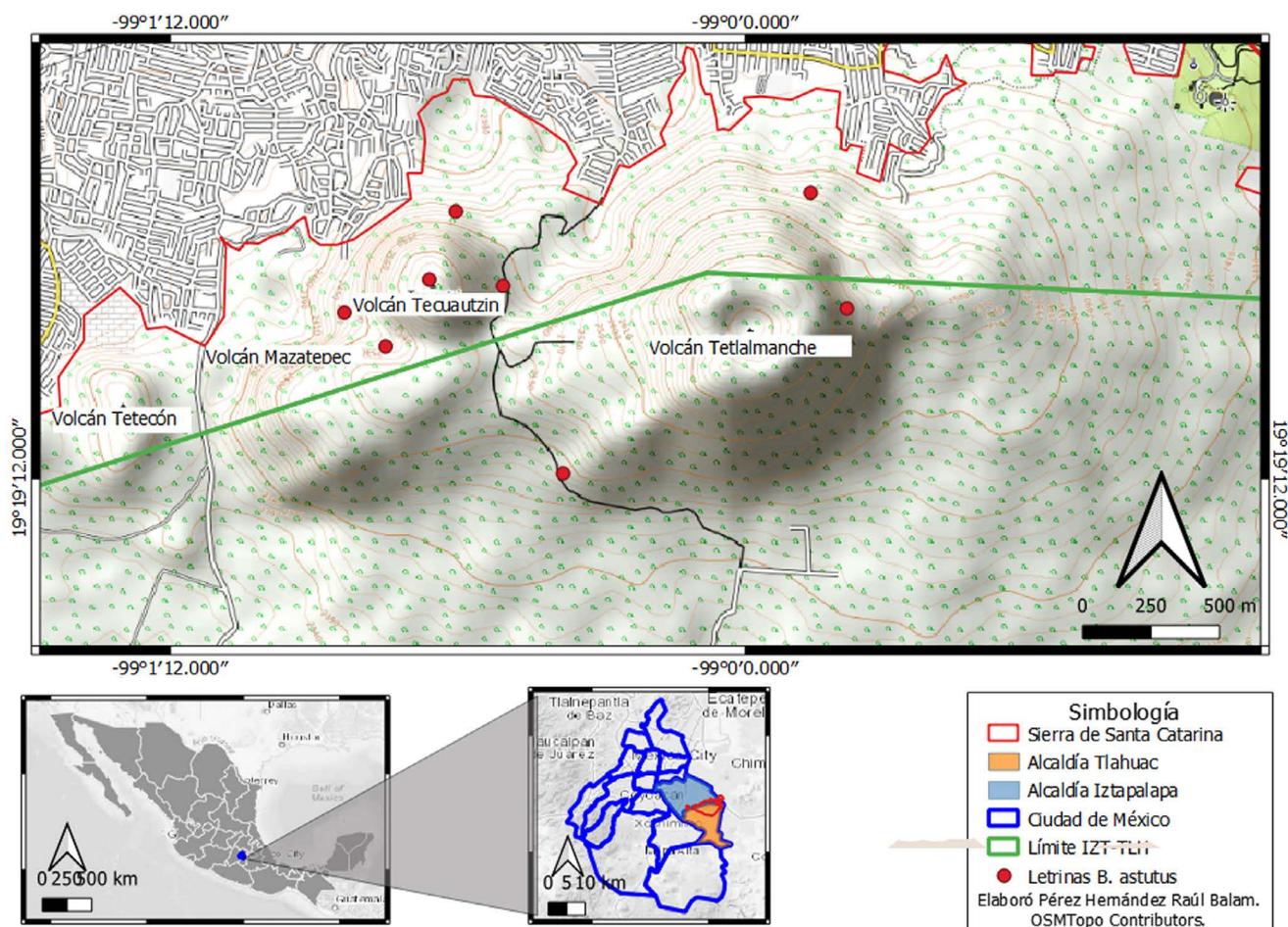


Figura 1. Polígono formado por los volcanes Tetlamanche, Tecuatzi y Mazatepec, Sierra de Santa Catarina, CDMX, donde fueron recolectadas las excretas de *Bassariscus astutus* entre febrero y julio de 2021.

Las excretas del cacomixtle fueron recolectadas de letrinas previamente ubicadas, entre febrero y julio de 2021, durante estos meses las colectas fueron realizadas cada dos semanas, excepto en julio, que sólo se realizó una salida puesto que las excretas fueron lavadas de las letrinas por la lluvia. Las letrinas fueron ubicadas junto a los caminos de la Sierra. Las características que se tomaron en cuenta para la determinación de las excretas fueron ser ubicadas en letrinas sobre rocas, además de contener restos de semillas, frutos, pelo y plumas, para evitar su confusión con excretas de tlacuache, las cuales no exhiben los restos de alimento y no utilizan letrinas para su deposición (Aranda, 2012). Recolectamos solo las excretas frescas (figura 2), mismas que guardamos en bolsas de papel para su traslado al laboratorio AS-119 de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, el mismo día de su recolecta fueron disueltas en agua con jabón. Posteriormente eliminamos el exceso de agua y los restos los dejamos secar a temperatura ambiente (Guerrero *et al.* 2002). Los restos de pelo de mamíferos fueron preparados en un portaobjetos con gelatina glicerinada con fucsina.

Los restos de los alimentos ingeridos fueron revisados bajo un microscopio estereoscópico Carl Zeiss (Modelo AX10) y separados en las siguientes categorías generales: frutos, tallos y corteza, líquen, insectos, aves, mamíferos terrestres, mamíferos voladores y restos antropogénicos. De cada excreta contabilizamos la frecuencia de los elementos alimentarios encontrados por categoría. La determinación taxonómica de los restos alimentarios la hicimos por comparación con material de mamíferos, reptiles y flora, recolectados en la zona de estudio. Asimismo, nos apoyamos en

diferentes trabajos de apoyo como guías de pelo (Baca y Sánchez-Cordero, 2004; Debelica y Thies, 2009; Juárez *et al.*, 2010), plumas (Scott y McFarland, 2010) y claves de artrópodos (Triplehorn y Johnson, 2005).

La importancia de cada categoría alimentaria fue cuantificada con un análisis de presencia-ausencia, para el cual obtuvimos la frecuencia de ocurrencia ($FO = (fi/N)100$) y la frecuencia relativa ($FR = (fi/\sum fi)100$), donde fi representa el número de excretas donde aparece el elemento i , mientras que N representa el número total de excretas recolectadas (Castellanos-Morales *et al.*, 2009). Aplicamos una prueba de ji cuadrada (Guerrero *et al.*, 2000) en el Programa IBM SPSS Statistics Data Editor 22 para comparar las frecuencias obtenidas entre la temporada seca y la húmeda, esta última abarcando los meses de junio a julio, mientras que la seca abarcó de febrero a mayo (CONABIO y SEDEMA, 2016), considerando un valor de $p = 0.05$ para evaluar si las diferencias son estadísticamente significativas. Para evaluar si el número de excretas analizado era suficiente para conocer la diversidad de la dieta del cacomixtle, construimos una curva de acumulación de especies y usamos los índices de ACE y Chao2 en el programa *EstimatesWin910* (Colwell, 2013).

RESULTADOS

Descripción de la dieta: Recolectamos 61 excretas del cacomixtle entre febrero y julio de 2021, todas estaban sobre rocas (figura 2). De ellas determinamos 22 tipos de alimento que agrupamos en ocho categorías: frutos, representados por las semillas de cuatro especies de plantas con una FR de 49.96%, restos de tallos y cortezas de plantas no determinadas (22.35%), líquenes (1.1%), insectos represen-



Figura 2. Letrinas de donde se recogieron las excretas en la SSC. La flecha azul indica la excreta recogida.

tados por cuatro órdenes (13.53%), aves (1.77%), mamíferos terrestres de siete géneros (8.81%), una especie de mamífero volador (1.76%) y finalmente restos antropogénicos (0.59%; cuadro 1).

Los elementos más importantes por su FO fueron las semillas de *Schinus molle* con 91.8%, los tallos y cortezas de plantas con 62.3% y las semillas de *Prosopis* sp. con 24.6%. Entre los elementos animales, los coleópteros (FO = 16.39%) y ortópteros (FO = 13.11%) fueron los más importantes. Aunque los mamíferos tuvieron valores bajos, es notable la presencia de restos de pelaje de perro (*Canis lupus familiaris*) y pelaje y huesos de murciélago (*Choeronycteris mexicana*), que fueron encontrados una vez durante tres meses cada uno, el perro una vez de mayo a julio, mientras que el

murciélago se encontró una vez en febrero, marzo, y otra en julio, ninguno coincidió totalmente con la temporada seca o húmeda (figura 3).

Con respecto a las diferencias entre temporadas, en la época seca recolectamos 50 excretas, de las cuales registramos 21 tipos de alimentos correspondientes a 8 categorías, las más importantes fueron los frutos (FR = 50.36%), seguido por restos de tallos y corteza (23.36%) y los insectos en tercera posición (16.06%), estas tres categorías representaron el 89.78% de toda la dieta. En la estación lluviosa (junio y julio), solo recolectamos 11 excretas, debido a que las lluvias lavaron los excrementos de las letrinas, de las cuales determinamos 13 tipos de alimentos de 5 categorías alimentarias, no se encontraron en esta tempora-

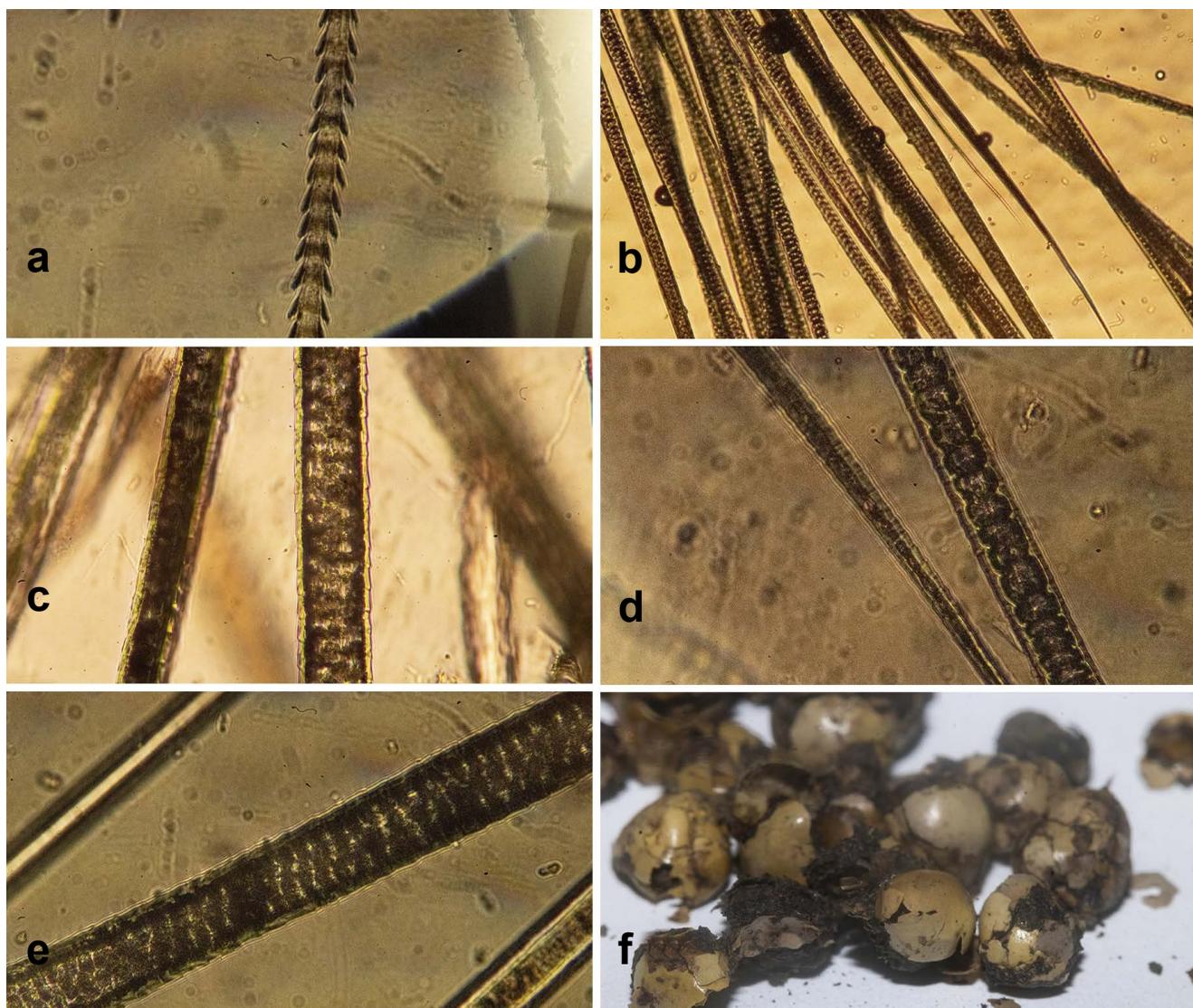


Figura 3. Contenido de las excretas de *B. astutus* en la SSC. a) *Choeronycteris mexicana*, b) *Cratogeomys merriami*, c) *Canis lupus familiaris*, d) *Peromyscus difficilis*, e) *Microtus mexicanus* y f) Semillas de *Schinus molle*.

Cuadro 1. Frecuencias de Ocurrencia (FO) y Frecuencias Relativas (FR) de las categorías alimentarias encontradas por mes en las excretas del cacomixtle en la SSC.

Categoría taxonómica	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	FO	FR
	n=9	n=26	n=9	n=6	n=7	n=4	61	170
MAGNOLIOPSIDA								
Anacardiaceae								
<i>Schinus molle</i>	8	26	9	4	6	3	91.8	32.94
Fabaceae	1	4		1		3	14.75	5.29
<i>Prosopis</i> sp.	1	8	1	3	2		24.59	8.82
Phytolaccaceae								
<i>Phytolacca icosandra</i>		3				2	8.2	2.94
ND								
Tallos y corteza	5	17	7	3	3	3	62.3	22.35
LÍQUENES		2					3.28	1.18
ARTHROPODA								
Coleóptera	1	2	1	3	3		16.39	5.88
Orthoptera	1	5	1			1	13.11	4.71
Lepidoptera			1		1		3.28	1.18
Hymenoptera	1	2					4.92	1.76
AVES								
Falconiformes			1				1.64	0.59
Passeriformes			1				1.64	0.59

Cuadro 1. Frecuencias de Ocurrencia (FO) y Frecuencias Relativas (FR) de las categorías alimentarias encontradas por mes en las excretas del cacomixtle en la SSC.

Categoría taxonómica	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	FO	FR
Troglodytidae	n=9	n=26	n=9	n=6	n=7	n=4	61	170
			1				1.64	0.59
MAMMALIA								
Canidae								
<i>Canis lupus familiaris</i>				1	1	1	4.92	1.76
Cricetidae								
<i>Sigmodon toltecus</i>		1	2				4.92	1.76
<i>Peromyscus sp.</i>					1		1.64	0.59
<i>Reithrodontomys sp.</i>			1				1.64	0.59
<i>Microtus mexicanus</i>		1					1.64	0.59
Geomyidae								
<i>Cratogeomys merriami</i>		1			1	1	4.92	1.76
Soricidae								
<i>Notiosorex crawfordi</i>	1	2					4.92	1.76
Phyllostomidae								
<i>Choeronycteris mexicana</i>	1	1				1	4.92	1.76
RESTOS ANTROPOGÉNICOS	0	0	1	0	0	0	1.64	0.59

da el líquen, las aves y los restos antropogénicos. Las más importantes por su FR fueron nuevamente los frutos (48.48%), después tallos y cortezas (18.18%) y el tercer lugar lo compartieron insectos y mamíferos terrestres (15.15% cada uno), estas cuatro categorías representaron el 96.06% de la dieta consumida durante esta época (cuadro 2). Aunque no es representativo el muestreo de la época de lluvias, es notable la ausencia de aves y líquenes en esta temporada. Finalmente, no encontramos diferencias significativas entre las frecuencias de frutos, tallos y cortezas, insectos y mamíferos terrestres consumidas entre épocas ($Xg.l. = 3 = 6.54, p = 0.08$).

Representatividad del muestreo: La curva de acumulación de especies no alcanzó la asíntota en seis meses de muestreo, lo que indica que hace falta obtener más muestras durante más tiempo, de esta manera tendremos un panorama más completo de la dieta del cacomixtle en la SSC. En este mismo sentido, el índice ACE pronostica 31.14 elementos, mientras que Chao2 predice 36.77. Esto es, los 22 tipos registrados en el presente trabajo apenas representan el 73.85% de la dieta del cacomixtle según el índice ACE y 62.55% según el índice Chao2 (figura 4).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La población de cacomixtle norteño de la SSC consumió proporcionalmente más productos de origen vegetal que animal, y en esta segunda categoría, consumió proporcionalmente más artrópodos que vertebrados. Resultados similares se han reportado para el estado de Hidalgo (Castillo-Picazo y García-Collazo, 2019; Nava-Vargas *et al.*, 1999), Estado de México (Castillo-Picazo y García-Collazo, 2019) y Oaxaca (Cisneros-Moreno y Martínez-Coronel, 2019), mientras que en el Pedregal de San Ángel, Ciudad de México, consumió casi la misma cantidad de materia animal que vegetal (Castellanos-Morales, 2006). En cambio, en la Isla San José, Baja California (Rodríguez-Estrella *et al.*, 2000) y en Zapotitlán Salinas, Puebla (Herrera-Flores, 2018) *B. astutus* consumió más los recursos animales que los vegetales. Todos los estudios previos coinciden que el cacomixtle es un carnívoro oportunista, que se alimenta del recurso más abundante en un momento determinado, razón por la cual los componentes alimenticios varían entre localidades en toda el área donde se distribuye.

En la SSC, *B. astutus* consumió principalmente frutos de *Schinus molle* y *Phytolacca icosandra*, y

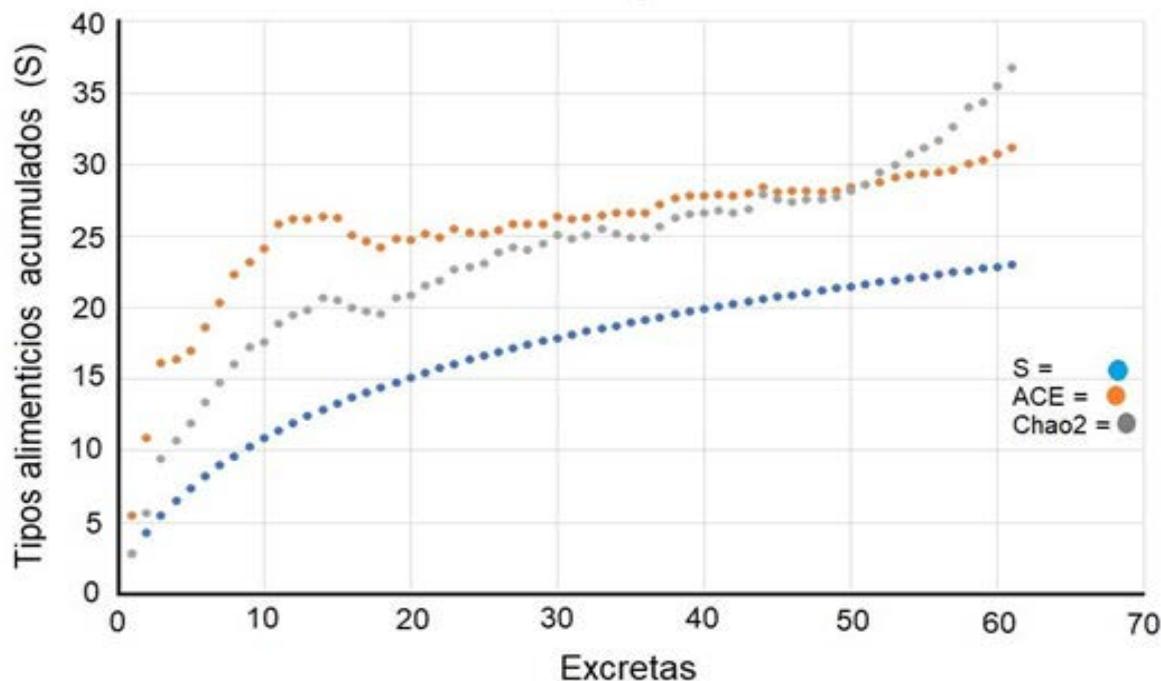


Figura 4. Curva de acumulación de especies utilizando los indicadores ACE (Naranja) y Chao2 (gris), el valor de S (azul) corresponde a las categorías encontradas en la SSC.

Cuadro 2. Frecuencias de ocurrencia (FO) y relativas (FR) por categoría de alimento registrados en 61 excretas del cacomixtle en la Sierra de Santa Catarina, Ciudad de México, por temporada.

Categoría alimentaria		Estación Seca (n= 50)			Estación lluviosa (n = 11)		
		fi	FO	FR	fi	FO	FR
Frutos	<i>Schinus molle</i>	47	94	34.31	9	81.82	27.27
	<i>Calliandra houstoniana</i>	6	12	4.38	3	27.27	9.091
	<i>Prosopis</i> sp.	13	26	9.489	2	18.18	6.061
	<i>Phytolacca icosandra</i>	3	6	2.19	2	18.18	6.061
				50.36			48.48
Tallos y corteza	Tallos ND	32	64	23.36	6	54.45	18.18
				23.36			18.18
Liquen	Liquen	2	4	1.46			
				1.46			
Insectos	Coleóptera	7	14	5.109	3	27.27	9.091
	Orthoptera	7	14	5.109	1	9.091	3.03
	Lepidoptera	1	2	0.73	1	9.091	3.03
	Hymenoptera	3	6	2.19			
				16.06			15.15
Aves	Falconiformes	1	2	0.73			
	Passeriformes	1	2	0.73			
	Troglodytidae	1	2	0.73			
				2.19			
Mamíferos terrestres	<i>Canis lupus familiaris</i>	1	2	0.73	2	18.18	6.061
	<i>Sigmodon toltecus</i>	3	6	2.19			
	<i>Peromyscus</i> sp.				1	9.091	3.03

Cuadro 2. Frecuencias de ocurrencia (FO) y relativas (FR) por categoría de alimento registrados en 61 excretas del cacomixtle en la Sierra de Santa Catarina, Ciudad de México, por temporada.

Categoría alimentaria		Estación Seca (n= 50)			Estación lluviosa (n = 11)		
		fi	FO	FR	fi	FO	FR
	<i>Reithrodontomys</i> sp.	1	2	0.73			
	<i>Microtus mexicanus</i>	1	2	0.73			
	<i>Cratogeomys merriami</i>	1	2	0.73	2	18.18	6.061
	<i>Notiosorex crawfordi</i>	3	6	2.19			
				7.299			15.15
Mamíferos voladores	<i>Choeronycteris mexicana</i>	2	4	1.46	1	9.091	3.03
				1.46			3.03
Restos antropogénicos	Plástico	1	2	0.73			
				0.73			

en menor proporción de *Prosopis* sp. y *Calliandra houstoniana*, los primeros son pequeños y deben ser consumidos en racimos, en comparación con las vainas de *Prosopis* sp. y *Calliandra houstoniana* que pueden ser manipuladas individualmente debido a su mayor tamaño. Llama la atención que en las excretas analizadas no hayamos encontrado evidencia del consumo de frutos de *Opuntia*, que en otros sitios son consumidos (Castellanos-Morales, 2006; Castillo-Picazo y García-Collazo, 2019; Nava-Vargas *et al.*, 1999). Posiblemente esto se deba a lo expresado por Nava-Vargas *et al.* (1999) que consideran que el cacomixtle es un oportunista, y prefiere las presas abundantes en comparación con aquellas que implican un mayor costo energético. La ausencia de frutos de *Opuntia* en las excretas del cacomixtle norteño tiene sentido, ya que la población de *Opuntia* en la SSC tiene una abundancia menor que la de *Schinus molle*, además que la fructificación del género *Opuntia* inicia a finales de julio hasta noviembre (Arreo-

la-Nava *et al.*, 2017), de manera que durante el tiempo de muestreo este recurso no estaba disponible aún.

El consumo de frutos de *Schinus molle* y *Phytolacca icosandra* por el cacomixtle llama la atención, porque son plantas con elevadas concentraciones de metabolitos secundarios y sustancias tóxicas en los diferentes órganos (Galarraga *et al.*, 2014; Martins *et al.*, 2014), propiedades que son aprovechadas por lo humanos como biocidas contra diferentes bacterias e invertebrados. Estas plantas son usadas como analgésicos, antibacterianos, antihelmínticos y antiinflamatorios, entre otros, en la medicina tradicional sudamericana (Galarraga *et al.*, 2014; Martins *et al.*, 2014; Meharie y Tunta, 2021). Además, los frutos de *Schinus molle* forman parte de la cocina tradicional y son usados en la preparación de bebidas alcohólicas (Martins *et al.*, 2014). *Phytolacca icosandra* ha sido reportada como parte de la dieta de *B. astutus* en la Reserva del Pedregal de San Ángel, CDMX con FO de 5.77%

(Castellanos-Morales, 2006) y en Tepetzotlán, Estado de México (Castillo-Picazo y García-Collazo, 2019), mientras que en la SSC tuvo una FO de 8.20%. *Schinus molle* fue más consumida (FO = 91-98%) en comparación con *Phytolacca icosandra* (2- 8.2%) en los seis meses de estudio, posiblemente por su abundancia y fácil acceso. Los frutos de pirul aportan principalmente carbohidratos (37.12%), grasas (22.11%) y en menor porcentaje proteínas (12.13%; Salem *et al.*, 2006; Feriani *et al.* 2020), por lo que es posible que su mayor ocurrencia en la dieta del cacomixtle de la SSC sea para maximizar su ingesta de proteína a partir de este recurso. Asimismo, suponemos que los efectos de las sustancias tóxicas por el consumo de los frutos de *S. molle* son mínimos en los mamíferos, razón por la cual los humanos también aprovechan este recurso (Martins *et al.*, 2014).

Con relación a *Calliandra houstoniana* y *Prosopis* sp., al igual que otros miembros de la familia de las fabáceas, se caracterizan por su alto contenido de proteínas digeribles en toda la planta (Ahn *et al.*, 1989; Díaz-Batalla *et al.*, 2018), y esta puede ser la razón por la cual sean buscados, sobre todo en áreas donde las fuentes de nitrógeno son limitadas, como lo muestra el hecho de que forman parte de la dieta de otras poblaciones de cacomixtle previamente estudiadas (Castillo-Picazo y García-Collazo, 2019; Nava-Vargas *et al.*, 1999; Rivera, 2016).

Los líquenes son escasos en la dieta del cacomixtle, aunque son consumidos por algunos herbívoros de latitudes más septentrionales como el caribú y varias especies de roedores (Rosentreter *et al.*, 1997; Webber *et al.*, 2022). Varios estudios reportan el valor nutricional de los líquenes para quienes los consumen (Dubay *et al.*, 2008), por lo que la ingesta de éstos por el cacomixtle puede no ser accidental y realmente representen un alimento que aporta nutrientes a este animal. Los líquenes han sido reportados como parte de la dieta del cacomixtle en Oregon, Estados Unidos de América, con una FO de 3.28%, por Alexander *et al.* (1994).

Entre los alimentos de origen animal, los invertebrados son más consumidos que los vertebrados en todos los estudios llevados a cabo en México, excepto en la Isla San José, Baja California Sur (Rodríguez-Estrella *et al.*, 2000) y en Zapotitlán de las Salinas, Puebla (Herrera-Flores, 2018). En la SSC los cacomixtles comieron insectos de los

órdenes coleóptera, hymenoptera, lepidoptera y orthoptera, grupos que son los más consumidos en otras áreas de distribución de la especie (Castillo-Picazo y García-Collazo 2019; Cisneros-Moreno y Martínez-Coronel 2019; Herrera-Flores, 2018; Nava *et al.*, 1999; Rivera-Bañuelos, 2016; Rodríguez-Estrella *et al.*, 2000).

De los vertebrados, las aves rara vez tienen FO mayores al 5% en los estudios de dieta (Castellanos-Morales, 2006), excepciones son las de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, donde representaron el 13.6% en un matorral xerófilo y 10.7% en un bosque de cactáceas (Herrera-Flores, 2018) y en Zaachila, Oaxaca, alcanzaron el 40% en una zona urbana, posiblemente por la menor disponibilidad de roedores en este último sitio (Cisneros-Moreno y Martínez-Coronel, 2019). Esta baja representatividad de las aves en la mayoría de los estudios de dieta llama la atención, pues el cacomixtle es un animal de hábitos nocturnos, que puede trepar árboles y cazar a sus presas cuando están durmiendo. Probablemente la abundancia de estas presas sea baja, por lo que sólo representan un complemento nutricional.

Los roedores son el grupo más consumido de los mamíferos terrestres en todos los estudios de dieta del cacomixtle (Castellanos-Morales, 2006; Castillo-Picazo y García-Collazo, 2019; Cisneros-Moreno y Martínez-Coronel, 2019; Herrera-Flores, 2018; Nava *et al.*, 1999; Rivera-Bañuelos, 2016; Rodríguez-Estrella *et al.*, 2000), sin duda esto es reflejo de su diversidad como grupo y de que forman parte de todos los ecosistemas (Feldhamer *et al.*, 2020). En la SSC, estuvieron representados por cinco especies, de las cuales *Sigmodon toltecus* fue el más frecuentemente consumido. Además de los roedores, el cacomixtle consumió a *Canis lupus familiaris* y a la musaraña, *Notiosorex crawfordi*, la cual fue registrada recientemente para la zona de estudio (Márquez-Villalba *et al.*, 2022). Es interesante notar la presencia del perro en la dieta del cacomixtle, presa que fue registrada por Herrera-Flores (2018) en Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Otros mamíferos como el venado cola blanca, zorrillos, ganado vacuno y ovino han sido registrados en la dieta del cacomixtle, lo cual es atribuido a una conducta carroñera (Taylor, 1954). En la SSC consideramos que esta conducta puede ser una explicación, ya que en la zona de estudio es común la presencia de cadáveres de estos animales, que los vecinos depo-

sitan junto con desechos domésticos, pero también cabe la posibilidad de que se trate de cachorros que fueron capturados vivos, pues es común verlos, solitarios o en grupo, deambulando en la sierra.

A diferencia de las aves, los murciélagos son activos en la noche y representan una dificultad mayor para ser cazados por *B. astutus*, posiblemente por eso son escasos los reportes en los estudios de dieta de este carnívoro, aunque existen referencias de cacomixtles observados en las cavernas Carlsbad en Nuevo México donde se alimentan de murciélagos, posiblemente de las familias Vespertilionidae y Molossidae (Barnes, 2002; NPS, 2007; Pape, 2014). Asimismo, Taylor (1954) reportó en Texas, Estados Unidos de América, el consumo de *Lasiurus borealis* por este carnívoro. La presencia de pelos y restos de huesos de *C. mexicana* en las excretas de cacomixtle en la SSC representa el primer reporte en México del consumo de un murciélago e incrementa el número de presas que forman parte de la dieta de *B. astutus*.

A primera vista, los alimentos de origen antropogénico son de poca importancia en la dieta del cacomixtle en la SSC, solo se encontró evidencia de ello en una excreta, no obstante que el turismo y vecinos que rodean el área de estudio dejan desperdicios de alimento, desechos domésticos o croquetas para los perros que viven en la SSC. Sin embargo, es posible que los cacomixtles aprovechen desechos difíciles de determinar, como productos de harina y carnes. Estos resultados contrastan con otros estudios llevados a cabo en sitios con actividad antropogénica donde las evidencias de empaques de alimentos humanos fueron más frecuentes, como en El Pedregal de San Ángel, CDMX (Castellanos-Morales, 2006), Tepetzotlán, Estado de México y Tepejí del Río de Ocampo, Hidalgo (Castillo-Picazo y García-Collado, 2019) y Zaachila, Oaxaca (Cisneros-Moreno y Martínez-Coronel, 2019). El consumo de productos antropogénicos en las cuatro localidades antes mencionadas puede ser resultado del mayor grado de urbanización del área de estudio y por tanto mayor disponibilidad de estos productos, en comparación con el ambiente de la SSC. Por ejemplo, en Oaxaca se comparó una población urbana con una de un ambiente agrícola, y solo en la primera se encontró evidencia de consumo de productos de origen antropogénico (Cisneros-Moreno y Martínez-Coronel, 2019), mientras que la población de cacomixtle del Pedregal de San An-

gel está totalmente inmersa en un ambiente con actividad humana (Castellanos-Morales, 2006). Las otras áreas, estudiadas por Castillo-Picazo y García-Collado (2019), tienen una superficie natural mayor, pero la de Tepetzotlán tiene parte de su superficie en terrenos ejidales, mientras que la de Tepejí del Río tiene un centro ecoturístico en el centro de la zona, lo que provee de alimentos de origen antropogénicos a los cacomixtles.

La variación estacional de la dieta del cacomixtle ha sido reportada en varios estudios (Castillo-Picazo y García-Collado, 2019; Cisneros-Moreno y Martínez-Coronel, 2019; Rivera, 2016). En este caso no se encontraron diferencias significativas entre temporadas, sin embargo, este análisis se toma como una primera aproximación al tema, debido a que el muestreo entre los meses de ambas temporadas no fue igual, pero se espera que con un muestreo anual se obtenga que sí hay diferencias significativas, porque el área de estudio cambia mucho entre temporadas debido a la humedad que traen las lluvias (GODF, 2005).

En conclusión, tenemos que en la SSC el cacomixtle se comportó como un mamífero omnívoro, que consumió en seis meses del año, 22 tipos de alimento agrupados en ocho categorías que en orden de importancia son: frutos, tallos y corteza, insectos, mamíferos terrestres, mamíferos voladores, líquen y restos antropogénicos. Los frutos de *Schinus molle* y *Calliandra houstoniana*, así como los mamíferos *Microtus mexicanus*, *Cratogeomys merriami*, *Notiosorex crawfordii* y *Choeronycteris mexicana* no habían sido reportados como integrantes de la dieta del cacomixtle.

LITERATURA CITADA

- Ahn, J. H., B.M. Robertson, R. Elliott, R.C. Gutteridge y C.W. Ford. 1989. Quality assessment of tropical browse legumes: tannin content and protein degradation. *Animal Feed Science and Technology*, 27:147-156.
- Alexander, L.F., B.J. Berts y T.P. Farrell. 1994. Diet of ringtails (*Bassariscus astutus*) in Oregon. *Northwestern Naturalist*, 75:97-101. [doi.org/10.2307/3536831].
- Aranda, S.J.M. 2012. *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.
- Arreola-Nava, H.J., R. Cuevas-Guzmán, L. Guzmán-Hernández y A. González-Durán. 2017. *Opuntia setocarpa*, una especie nueva de nopal del occidente de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88:792-797. [doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.028].
- Baca, I. y V. Sánchez-Cordero. 2004. Catálogo de pelos de guardia dorsal en mamíferos del estado de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoológica*, 75:383-417.

- Barja, I. y R. List. 2006. Faecal marking behaviour in ringtails (*Bassariscus astutus*) during the non-breeding period: spatial characteristics of latrines and single faeces. *Chemoecology*, 16:219–222. [doi.org/10.1007/s00049-006-0352-x].
- Barnes, M. y D. Pate. 2002. Ringtails in Carlsbad Cavern. *Canyons and Caves*, 27:2–3.
- Castellanos, G. y R. List. 2005. Área de actividad y uso de hábitat del cacomixtle (*Bassariscus Astutus*) en “El Pedregal de San Ángel”. *Revista Mexicana de Mastozoología, nueva época*, 9:113–122. [doi.org/10.22201/ie.20074484e.2005.9.1.365].
- Castellanos-Morales, 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. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Castellanos-Morales, G., N. García-Peña y R. List. 2009. Ecología del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Pp. 371–381. en: *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*. (Lot, A. y Z. Cano-Santana, eds.). UNAM, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica, D.F. México.
- Castillo-Picazo, G. y R. García-Collazo. 2019. Comparación de la dieta del cacomixtle norteño, *Bassariscus astutus* de un bosque templado y un matorral xerófilo, del centro de México. *Biología, Ciencia y Tecnología*, 12:834–845.
- Castro-Campillo, A., B. Silva, y J. Ramírez-Pulido. 1992. Notas sobre los mamíferos de la Sierra de Santa Catarina, Distrito Federal, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 43:33–42.
- Cisneros-Moreno, C. y M. Martínez-Coronel. 2019. Alimentación del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en un ambiente urbano y uno agrícola en los valles centrales de Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 9:31–43. [doi.org/10.22201/ie.20074484e.2019.11.274].
- Colwell, R.K. 2013. *Estimates: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples*. Version 9. User's Guide and Application. [Internet]. Disponible en: <http://purl.oclc.org/estimates> [Consultado el 8 de mayo de 2023].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). 2020. Cacomixtle norteño *Bassariscus astutus*. [Internet]. México. Disponible en: <https://enciclopedia.mx/especies/33549-bassariscus-astutus> [Consultado el 8 de mayo de 2023].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Secretaría del Medio Ambiente. (CONABIO y SEDEMA). 2016. *La biodiversidad de la Ciudad de México*. [Internet]. México. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/nbsap/study/mx-study-cuidad-de-mexico-p1-es.pdf> [Consultado el 16 de Mayo de 2023].
- Debelica, A. y M. Thies. 2009. Atlas and key to the hair of terrestrial Texas mammals. *Special Publications. Museum of Texas Tech University*, 55:1–109. [doi.org/10.5962/bhl.title.142652].
- Díaz-Batalla, L., J.P. Hernández-Urbe, R. Gutiérrez-Dorado, A. Téllez-Jurado, J. Castro-Rosas, R. Pérez-Cadena y C.A. Gómez-Aldapa. 2018. Nutritional characterization of *Prosopis laevigata* legume tree (Mesquite) seed flour and the effect extrusion cooking on its bioactive components. *Foods*, 7:120–124. [doi.org/10.3390/foods7080124].
- Dubay, S.A., G.D. Hayward y C. Martínez del Rio. 2008. Nutritional value and diet preference of arboreal lichens and hypogeous fungi for small mammals in the Rocky Mountains. *Canadian Journal of Zoology*, 86:851–862. [doi.org/10.1139/Z08-054].
- Feldhamer, G. A., J. F. Merritt, C. Krajewski, J. L. Rachlow y K. M. Stewart. 2020. *Mammalogy*. John Hopkins University Press, 5th. Ed.
- Feriani, A., M. Tir, M. Hamedc, A. Sila, S. Nahdi, S. Alwasel, A. H. Harrath y N. Tlili. 2020. Multidirectional insights on polysaccharides from *Schinus terebinthifolius* and *Schinus molle* fruits: Physicochemical and functional profiles, in vitro antioxidant, anti-genotoxicity, antidiabetic, and antihemolytic capacities, and in vivo anti-inflammatory and anti-nociceptive properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 165: 2576–2587.
- Galarraga, E., J.M. Amaro-Luis, L.B. Rojas, A.C. Mitaine-Offier y M.A. Lacaille-Dubois. 2014. Triterpenos y saponinas triterpénicas de *Phytolacca icosandra* y *Phytolacca rugosa*. *Ciencia*, 22:53–66.
- Gaceta Oficial del Distrito Federal (GODF). 2005. *Acuerdo por el que se aprueba el programa de manejo del área natural protegida con carácter de zona de conservación ecológica “Sierra de Santa Catarina”*. Gaceta Oficial del Distrito Federal. Décima Quinta Época, México, D. F. No. 98, 19 de agosto de 2005.
- González, S.F.N. 1982. *Estudio preliminar sobre el cacomixtle (Bassariscus astutus flavus) Rhoads (1894) en el municipio de Aqualaguas, Nuevo León, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Guerrero, S., M.R. Sandoval y S.S. Zalapa. 2000. Determinación de la dieta del mapache (*Procyon lotor henningsii* Wagler, 1831) En la costa sur de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 80:211–221.
- Guerrero, S., M.H. Badii, S.S. Zalapa y A.E. Flores. 2002. Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarundi en un bosque tropical caducifolio de la costa sur del estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 86:119–137.
- Harrison, R. 2012. Ringtail (*Bassariscus astutus*) ecology and behavior in central New Mexico, USA. *Western North American Naturalist*, 72:495–506. [doi.org/10.3398/064.072.0407].
- Herrera-Flores, R.N. 2018 *Análisis de la dieta del cacomixtle (Bassariscus astutus) en Zapotitlán Salinas, Puebla*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.
- International Business Machines Corporation. (IBM). 2013. *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0*. Armonk, New York. USA. [CD-ROM].
- Jaimes-Viera, M.C., A.L. Martin Del Pozzo, P.W. Layer, J.A. Benowitz y A. Nieto-Torres. 2018. Timing the evolution of a monogenetic volcanic field: Sierra Chichinautzin, Central Mexico. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 356:225–242. [doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2018.03.013].
- Juárez, D., C. Estrada, M. Bustamante, Y. Quintana, J. Moreira y J. López. 2010. *Guía ilustrada de pelos para la identificación de mamíferos medianos y mayores de Guatemala*. Dirección General de Investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Márquez-Villalba, G., M. Martínez-Coronel, D. Rivera-Téllez, L.E. Galeana Barrera y R.B. Pérez-Hernández. 2022. First record of the desert shrew *Notiosorex crawfordii* in México City. *Therya*, 3:153–157. [doi.org/10.12933/therya_notes-22-88].
- Martins, M.R., S. Arantes, F. Candéis, M.T. Tinoco y J. Cruz-Morais. 2014. Antioxidant, antimicrobial and toxicological properties of *Schinus molle* L. essential oils. *Journal of Ethnopharmacology*, 151:485–492. [doi.org/10.1016/j.jep.2013.10.063].
- Meharie, B.G. y T.A. Tunta. 2021. *Phytolacca dodecandra* (Phytolaccaceae) root extract exhibits antioxidant and hepatoprotective activities in mice with CCl₄-induced acute liver damage. *Clinical and Experimental Gastroenterology*, 14:59–70. [doi.org/10.2147/CEG.S290859].

- Map of life. (MOL). 2023. *Ringtail Bassariscus astutus*. *Map of life*. [Internet]. Disponible en: <https://mol.org/species/range/Bassariscus_astutus?region=new%20mexico> Consultado el 1 de junio de 2023.
- Nava, V., D. Tejero y C. Chávez 1999. Hábitos alimentarios del cacomixtle *Bassariscus astutus* (Carnivora: Procyonidae) en un matorral xerófilo de Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, serie zoología*, 70:51-63.
- National Park Service. (NPS). 2007. *Checklist of the Mammals of Carlsbad Caverns National Park*. National Park Service. [Internet]. Disponible en: <https://www.nps.gov/cave/learn/upload/2007_CAVE_mammals-2.pdf> [Consultado el 10 de mayo de 2023].
- Pape, R.B. 2014. Biology and ecology of bat cave, Grand Canyon National Park, Arizona. *Journal of Cave and Karst Studies*, 76:1-13.
- Poglayel, Neuwall, I. y D.E. Toweill. 1988. *Bassariscus astutus*. *Mammalian Species*, 327:1-8.
- Reid, F., J. Schipper y R. Timm. 2016. Ringtail *Bassariscus astutus*. *The IUCN Red List of Threatened Species. The International Union for the Conservation of Nature*. [Internet]. Disponible en: <<https://www.iucnredlist.org/species/41680/45215881>> [Consultado el 25 de julio de 2023].
- Rivera-Bañuelos, R.M. 2016. *Análisis de la dieta del cacomixtle (Bassariscus astutus) en el Cerro Cuatlapanga, Tlaxcala*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Benemérita Universidad de Puebla. México.
- Rodríguez-Estrella, R., A. Rodríguez-Moreno y K. Grajales. 2000. Spring diet of the endemic ring-tailed cat (*Bassariscus astutus insulicola*) population on an island in the Gulf of California, Mexico. *Journal of Arid Environments*, 44:241-246. [doi.org/10.1006/jare.1999.0579].
- Rosentreter, R., G. Hayward y M. Wicklow-Howard. 1997. Northern flying squirrel seasonal food habits in the interior conifer forests of central Idaho, USA. *Northwest Science*, 71: 97-102.
- Salem, A., M.Z.M. Salem, M.M. El-Adawy y P.H. Robinson. 2006. Nutritive evaluations of some browse tree foliages during the dry season: Secondary compounds, feed intake and in vivo digestibility in sheep and goats. *Animal Feed Science and Technology*, 127:251-267.
- Scott, S.S. y C. McFarland. 2010. *Bird Feathers: A Guide to North American Species*. Stackpole Books. China.
- Taylor, W.P. 1954. Food habits and notes on life history of the ring-tailed cat in Texas. *Journal of Mammalogy*, 35:55-63.
- Triplehorn, C. y N. Johnson. 2005. *Borror and DeLong's introduction to the study of insects*. Thompson Brooks/Cole. Universidad Estatal de Ohio. Ohio. EE.UU.
- Webber, Q.M.R., K.M. Ferraro y J.G. Hendrix y E. Vander Wal. 2022. What do caribou eat? A review of the literature on caribou diet. *Canadian Journal of Zoology*, 100:197-207, [dx.doi.org/10.1139/cjz-2021-0162].