



**Facultad de Ciencias**

**Efectos de la urbanización en la distribución geográfica y hábitos alimenticios del cacomixtle nortero (*Bassariscus astutus*) en la Ciudad de México, México.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

CARMEN LIZETH TZINTZUN SÁNCHEZ

**Directora de Tesis:**

**M. en C. Claudia Noemi Moreno Arzate**

**Ciudad Universitaria, Ciudad de México, 2022**





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.

“Para llegar no hay que  
correr, tan solo hay que seguir andando...”

-Caligaris, 2015



Diseño: María Fernanda Pérez Elizalde.

## **Agradecimientos académicos**

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ciencias por formarme como profesional.

A mi asesora Claudia Moreno Arzate por guiarme en el desarrollo de mi tesis desde antes de escoger el tema. Gracias por tus enseñanzas, tu tiempo, tu confianza y por permitirme estar en este proyecto al que le tengo un profundo cariño.

Al Dr. Rodrigo Medellín por abrirme las puertas de su laboratorio y permitirme estar en el proyecto cacos.

A mis sinodales Dr. Zenón Cano Santana, M. en C. Horacio V. Bárcenas Rodríguez, Dra. Yolanda Hortelano Moncada y Dr. Jesús G. Jiménez Cortés por tomarse el tiempo para revisar mi trabajo y enriquecerlo con sus comentarios y observaciones.

A la M. en C. Mariana Vargas por apoyarme en la parte estadística cuando me sentía perdida.

A todas las personas que permitieron el desarrollo de este proyecto de investigación, que también es suyo, ya que con sus observaciones logramos conocer más sobre esta especie.

## Agradecimientos personales

A mi mamá y papá porque gracias a su amor, sacrificio y paciencia he llegado hasta aquí. Gracias por ser los mejores padres y procurar siempre lo mejor para mí. Espero siempre poder corresponder a todo lo que me han/siguen dando. ¡Lo logramos! Los amo.

A mis hermanas y hermano por los juegos, las risas, los consejos y el amor. Porque mi crecimiento personal y académico es un reflejo de sus logros, las admiro y amo con locura.

A mis abus, por los abrazos y las risas que logran quitar cualquier esbozo de preocupación y estrés.

Al brillo de mis ojos. Ya no imagino mi vida sin ustedes. Gracias por las rarezas, la comida, el amor y por estar cada que las he necesitado.

Bren, no tengo como agradecer la amistad que hemos construido, la universidad nunca habría sido lo mismo sin ti. Eres la mejor simbiote que la vida pudo darme. Elo, gracias por las risas, la fiesta y los momentos de reflexión que siempre me hacen crecer como persona. Tani, gracias por nunca abandonarme y por escucharme siempre, atesoro mucho los semestres en que logramos convivir más. Fany, que fortuna haber logrado coincidir, gracias por estar.

Kamalinas, con mención especial a Ana y Mariana: gracias por construir la mejor Ohana y por sus enseñanzas. Porque han sido como mis hermanas mayores y también han contribuido a mi formación. Gracias a todas por compartir el baile y las risas conmigo, y por apapacharme cuando es necesario. Son la Ohana más bonita que pude encontrar.

Caro y Fer, gracias por seguir a mi lado y apoyarme aun si no nos vemos seguido. Las llevo en el corazón siempre.

Octavo, qué suerte haberte encontrado y que estés a mi lado, gracias por creer en mí y en mi trabajo cuando yo dejaba de hacerlo, por escuchar mis enojos y miedos. Espero que podamos seguir compartiendo más momentos juntos.

<b>Índice</b>	
<b>Resumen</b> .....	<b>8</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>10</b>
1.1 Estudios de la presencia de carnívoros en las ciudades .....	10
1.2 Ciencia ciudadana .....	14
<b>2. Antecedentes</b> .....	<b>16</b>
2.1 Mamíferos de la Ciudad de México .....	16
2.2 El cacomixtle norteño .....	17
<b>3. Justificación, objetivos e hipótesis</b> .....	<b>20</b>
<b>4. Métodos</b> .....	<b>22</b>
4.1 Área de estudio .....	22
4.2 Obtención de datos .....	23
4.3 Análisis espaciales .....	24
4.4 Análisis estadísticos .....	28
4.5. Análisis de hábitos alimentarios.....	29
<b>5. Resultados</b> .....	<b>32</b>
5.1 Ciencia Ciudadana .....	32
5.2 Distancia de los avistamientos por alcaldía a área verde urbana (AVU), Área Protegida (AP) y zonas agrícolas.....	34
5.3 Influencia de las áreas verdes y la densidad poblacional humana.....	36
5.4 Hábitos alimentarios.....	36
<b>6. Discusión</b> .....	<b>41</b>
6.1 Ciencia ciudadana.....	41
6.2 Relación entre la presencia de cacomixtles con la superficie de áreas verdes y la densidad poblacional humana .....	43
6.3. Hábitos alimentarios.....	46
<b>7. Conclusiones y perspectivas de estudio</b> .....	<b>49</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>52</b>
Anexo 1.....	64
Anexo 2.....	66

## Índice de Figuras

Figura 1. Distribución potencial del cacomixtle norteño. Elaboración propia a partir de los datos de la IUCN (2008). .....	18
Figura 2. Cacomixtle norteño. Fotografía: Coronado Govaerts (registrada bajo licencia de Creative Commons CC-BY-NC y obtenida de Naturalista). .....	19
Figura 3. Áreas Protegidas (AP), federales, estatales, municipales, ejidales y privadas de la Ciudad de México y zonas adyacentes, Zonas agrícolas (ZA) y Áreas Verdes Urbanas (AVU). .....	22
Figura 4. Ejemplos de registros de cacomixtle norteño ( <i>Bassariscus astutus</i> ) en las alcaldías de la Ciudad de México. Créditos y sitio de registro: (A) Isabel Reyes, Coyoacán; (B) César Méndez, Tlalpan; (C) Yurani Ortiz, Cuauhtémoc; y (D) Maite Balderas, Magdalena Contreras. ....	32
Figura 5. Número de avistamientos de cacomixtle norteño ( <i>Bassariscus astutus</i> ) por alcaldía en la Ciudad de México. IZTC, Iztacalco; VC, Venustiano Carranza; GAM, Gustavo A. Madero; CUAUH, Cuauhtémoc; TLAH, Tláhuac; AZ, Azcapotzalco; CUAJ, Cuajimalpa; BJ, Benito Juárez; MA, Milpa Alta; MC, Magdalena Contreras; MH, Miguel Hidalgo; IZTP, Iztapalapa; AO, Álvaro Obregón; XOCHI, Xochimilco; COY, Coyoacán; TLALP, Tlalpan. Registros del 2019-2021. ....	33
Figura 6. Tipos de registros de cacomixtle norteño ( <i>Bassariscus astutus</i> ) por alcaldía. Individuo (registro de un ejemplar vivo y solitario juvenil o adulto), Individuo muerto (individuo muerto de cualquier edad) y Cría (sólo individuos vivos). Los acrónimos de las alcaldías se señalan en la figura 5. Datos de 2019- 2021. ....	34
Figura 7. Distancia promedio (km $\pm$ e.e.) encontrada entre los registros de cacomixtle norteño ( <i>Bassariscus astutus</i> ) y diferentes tipos de uso de suelo [zona agrícola (agrícola, barras cafés), área protegida (AP, barras verdes oscuro) y área verde urbana (AVU, barras verdes claro)] por alcaldía en la Ciudad de México. Letras diferentes denotan diferencias significativas con $P < 0.05$ (prueba de Dunn). Tamaños de muestra por alcaldía se muestran encima de la barra. Datos del 2019-2021. ....	35
Figura 8. Comparación de la distancia promedio (km $\pm$ e.e.) de los registros de cacomixtle norteño ( <i>Bassariscus asututus</i> ) a Áreas Protegidas (AP), Áreas Verdes Urbanas (AVU) y Zonas Agrícolas (ZA). Letras diferentes denotan diferencias significativas con $P < 0.05$ (prueba de Dunn). N = 788. Datos del 2019-2021. ....	35
Figura 9. Número de registros de cacomixtle norteño ( <i>Bassariscus astutus</i> ) en una cuadrícula de 1126.4 m $\times$ 1126.4 m en la Ciudad de México (N = 788). Datos de 2019-2021. ....	36
Figura 10. Sitios de recolección de excretas del cacomixtle norteño ( <i>Bassariscus astutus</i> ) en la Ciudad de México. Las localidades son (1) Tlalpan, (2 y 4) Xochimilco, (3) Magdalena Contreras, (5 y 6) Coyoacán. ....	37
Figura 11. Frecuencia de ocurrencia (porcentaje de ocurrencia; PO) de semillas, mamíferos, artrópodos, origen antrópico y aves en excretas de cacomixtle norteño ( <i>Bassariscus astutus</i> ) colectadas en la Ciudad de México. Datos de 46 excretas colectadas entre marzo y octubre del 2021. ....	38

Figura 12. Curva de acumulación de las especies encontradas en las excretas del cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*), recolectadas en la Ciudad de México. Muestras y curva de Clench.  $r^2 = 0.99$ . ..... 40

### Índice de cuadros

Cuadro 1. Descripción de las covariables incorporadas en el análisis espacial. .... 25

Cuadro 2. Valor del ámbito hogareño del cacomixtle norteño, registrados en trabajos previos. .... 26

Cuadro 3. Frecuencia de los elementos encontrados en 46 excretas de cacomixtles en la Ciudad de México colectadas entre marzo y octubre del 2021. *n*: número de excretas que contenían el elemento, *PO*: porcentaje de ocurrencia, *FR*: frecuencia relativa. .... 39



## Resumen

Uno de los carnívoros más representativos de la Ciudad de México (CDMX) es el cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*), el cual se ha observado en áreas alteradas por actividades antropogénicas, como las ciudades. Sin embargo, los estudios sobre su ecología y comportamiento dentro de las urbes son limitados. El presente trabajo tuvo como objetivo conocer la distribución geográfica del cacomixtle norteño por medio de ciencia ciudadana, así como sus hábitos alimentarios en la Ciudad de México. Los registros de cacomixtles se obtuvieron de publicaciones en Facebook, Twitter, Naturalista y periódicos electrónicos. Además, se realizaron análisis espaciales para identificar si existía una relación entre la presencia de cacomixtles, las áreas verdes y la densidad poblacional humana. Durante el periodo del estudio, se registraron 788 avistamientos en la CDMX. Todas las alcaldías presentaron al menos un avistamiento. Los resultados mostraron que en la mayoría de las alcaldías la distancia de los registros de cacomixtles a las áreas agrícolas fue significativamente más alta que la distancia a las áreas protegidas, y ésta última significativamente más alta que la registrada a las áreas verdes urbanas. Por otro lado, uno de los modelos utilizados indicó una relación significativa negativa entre el porcentaje de áreas verdes en una cuadrícula de 127 ha y el número de cacomixtles, y una relación positiva con la densidad poblacional humana. Asimismo, se colectaron 46 excretas, durante el periodo correspondiente a marzo-octubre de 2021, de las cuales se identificaron 140 elementos, entre los que se encuentran plantas, mamíferos y artrópodos. El número de observaciones de cacomixtles registradas en este trabajo ha sido el mayor reportado en comparación con estudios previos. Asimismo, se registró el solapamiento de individuos y el uso de edificios, casas y bardas como refugio para el cuidado de crías; por lo que nuestros resultados sugieren un conjunto de adaptaciones del cacomixtle a una de las ciudades más grandes del mundo. Dado al aumento en la interacción entre cacomixtles y humanos, y el desconocimiento sobre el estado de las poblaciones, el presente trabajo enfatiza la importancia de continuar con estudios sobre los efectos de la urbanización en la presencia de los cacomixtles, y la creación de

planes de manejo que permitan su conservación y eviten o mitiguen los posibles problemas de su coexistencia con el ser humano.

# 1. Introducción

## 1.1 Estudios de la presencia de carnívoros en las ciudades

Las zonas urbanas son mosaicos heterogéneos con alta densidad poblacional humana, compuestos por construcciones, calles y en menor proporción áreas verdes (Soulsbury y White, 2015). Su presencia y desarrollo provocan impactos permanentes en los ecosistemas al afectar su estructura y composición (Mckinney, 2006). Además, se generan nuevas presiones como contaminación atmosférica, lumínica, auditiva, hídrica y del suelo, y el establecimiento de especies invasoras, lo que origina grandes retos en la sobrevivencia de la fauna silvestre nativa (Grimm *et al.*, 2008; Shochat *et al.*, 2010). En 2018 existían 371 ciudades en el mundo con al menos un millón de habitantes, y para 2030 se proyecta que este número aumente a 706 (UNDESA, 2018); por lo que se requiere estudiar y entender las respuestas espaciales y conductuales de la vida silvestre frente a las nuevas y más profundas presiones ambientales que ejercen y seguirán ejerciendo las ciudades (Stark *et al.*, 2020).

Los efectos de la expansión urbana en la biodiversidad pueden ser múltiples y complejos, si bien ésta provoca la degradación y la fragmentación del hábitat, con la consecuente pérdida de biodiversidad; también crea espacios que algunas veces son ocupados por especies nativas que pueden adaptarse con éxito a las condiciones específicas que ofrece este nuevo hábitat (Luniak, 2004; Ritzel y Gallo, 2020). Asimismo, la expansión urbana puede actuar como una presión selectiva, y generar cambios fisiológicos, conductuales y morfológicos en las especies permitiendo su sobrevivencia (Grimm *et al.*, 2008; Santini *et al.*, 2020). Si bien

no todas las especies pueden adaptarse a nuevos ambientes, se ha documentado que algunos mamíferos han logrado sobrevivir dentro de las ciudades debido a la flexibilidad de su ecología y conducta (Baker y Harris, 2007; Bateman y Fleming, 2012). De igual forma, se ha observado que comparten ciertas características que le permiten explotar y sobrevivir en estos ambientes, por ejemplo, ser de tamaño pequeño o mediano, tener un alto potencial reproductivo y una dieta generalista (Gehrt *et al.*, 2010; Luniak, 2004; McCleery, 2015).

Uno de los grupos de mamíferos que pueden ser vulnerables a la extinción ocasionada por el aumento de la densidad humana y la fragmentación, son los del Orden Carnivora, pues suelen tener grandes rangos hogareños y pequeñas densidades poblacionales (Bateman y Fleming, 2012; Gehrt *et al.*, 2010). A pesar de lo anterior, se ha documentado que algunas especies de éste orden están bien representadas en las comunidades de mamíferos urbanos, lo cual puede deberse a la gran variedad que existe en su biología y ecología, por lo que los efectos de la urbanización en su sobrevivencia y reproducción pueden ser variados (Ordeñana *et al.*, 2010; Santini *et al.*, 2019). Es posible reconocer si una especie ha logrado adaptarse a las ciudades, ya que suelen presentar ciertas características en su demografía y comportamiento. En este sentido, su sobrevivencia y densidad poblacional es mayor dentro de las ciudades o tienen una alta preferencia a las áreas asociadas con actividades humanas (Gehrt *et al.*, 2011). El cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*) es uno de los carnívoros que puede adaptarse a zonas perturbadas, sin embargo, ha sido poco estudiado y aún se desconoce su tolerancia hacia las ciudades (Castellanos-Morales *et al.*, 2009; Haverland y Veech, 2017).

Para entender los mecanismos asociados a la persistencia de los carnívoros en las ciudades, es importante comprender su ecología espacial (Magle *et al.*, 2019). Una de las herramientas que ha sido ampliamente utilizada por los ecólogos, son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales son una herramienta que permite el análisis y manipulación de datos espaciales, por lo que han sido empleados para modelar la distribución de especies o inferir su ocurrencia con base en variables bióticas o ambientales (Baldwin *et al.*, 2014). En el caso del estudio de la fauna urbana, los SIG han sido utilizados para conocer los cambios de la biodiversidad con respecto a la urbanización (Hedblom y Mortberg, 2011). Esto ha permitido aumentar el conocimiento en los procesos ecosistémicos y la distribución geográfica de las especies, con relación a las ciudades (Hepinstall-Cymerman, 2011). Por ejemplo, se ha documentado que la presencia de áreas naturales dentro de las ciudades es necesaria para mantener diferentes especies de carnívoros, en especial para la sobrevivencia de carnívoros estrictos y con grandes rangos hogareños como el gato montés (*Lynx rufus*) y el puma (*Puma concolor*) (Bateman y Fleming, 2012; Ordeñana *et al.*, 2010; Riley, 2006).

En el caso de carnívoros generalistas con rangos hogareños pequeños, se ha observado que la presencia de corredores, parches de vegetación o jardines, puede ser importante para su persistencia dentro de las ciudades, debido a que pueden ser utilizados como refugio (Baker y Harris, 2007; Walter *et al.*, 2018). Por otro lado, se ha encontrado que especies como el coyote (*Canis latrans*), y el mapache (*Procyon lotor*) tienen una respuesta positiva a la urbanización y zonas agrícolas, ya que al ser generalistas pueden encontrar una mayor disponibilidad

de alimento en estas zonas (Fedriani *et al.*, 2001; Karanth *et al.*, 2009; Ordeñana *et al.*, 2010).

Otro ejemplo de esto es el zorro rojo (*Vulpes vulpes*), el cual ha logrado colonizar zonas urbanas en Australia, Europa, E.U.A, Canadá y Japón en el último siglo (Gloor *et al.*, 2001; Scott *et al.*, 2014). Un estudio sobre uso de hábitat (Walter *et al.*, 2008), ha reportado que el avistamiento de zorros rojos en las zonas urbanas aumenta en áreas verdes privadas, parques públicos y plazas. A diferencia del coyote y el zorro rojo, las investigaciones enfocadas a la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en el sur de California, han demostrado que sus avistamientos son menores en zonas con mayor proximidad e intensidad a la urbanización (Ordeñana *et al.*, 2010). En tanto que, en los estudios realizados en un ambiente suburbano de la Ciudad de México, Castellanos-Morales *et al.*, (2009) reportaron que las zorras hacen mayor uso del área natural de la Reserva Ecológica del Pedregal San Ángel (REPSA) para llevar a cabo actividades de alimentación o refugio, en tanto que pasan menor tiempo en zonas urbanas.

Además de las nuevas condiciones ambientales y espaciales a las que se ven sometidos los carnívoros urbanos, otro factor que puede influenciar su abundancia y distribución; es la disponibilidad de alimento a través de los desechos orgánicos, las especies introducidas que son potenciales presas o el alimento que les ofrecen *ex profeso* los humanos (Santini *et al.*, 2019). Asimismo, se ha observado que los ambientes urbanizados pueden provocar cambios en el forrajeo de los mamíferos debido a disturbios como el tránsito vehicular y zonas con mayor densidad poblacional humana (Lowry *et al.*, 2013). Debido a esto, es importante realizar estudios de hábitos alimentarios en zonas urbanas, para conocer de qué

manera están aprovechando la selección del hábitat, y los tipos de alimentos que están consumiendo (Larson *et al.*, 2015; Litvaitis, 2000).

## 1.2 Ciencia ciudadana

La ejecución de monitoreos ecológicos dentro de las ciudades nos permite entender, identificar o evaluar los impactos que genera en las poblaciones de fauna silvestre (Kowalski *et al.*, 2015; Riley, 2006). Si bien es una herramienta útil, su implementación es costosa en proyectos que requieren de la generación de una gran cantidad de datos (Okes y O’Riain, 2019; Parsons *et al.*, 2018). Además, en el caso de las investigaciones sobre fauna urbana, los estudios se enfrentan a otros problemas como el robo de material, asalto del personal o dificultad para el acceso a zonas privadas (Okes y O’Riain, 2019).

La ciencia ciudadana es una herramienta que permite la colaboración entre voluntarios e investigadores en el desarrollo de investigaciones científicas (Aceves-Bueno *et al.*, 2017). Estos programas requieren de coordinación, elaboración de protocolos de investigación, manejo y análisis de datos, y en algunos casos financiamiento (Newman *et al.*, 2011). Además, permite recopilar una gran cantidad de datos en periodos de tiempo cortos y rangos geográficos amplios, por lo que puede ser una herramienta útil en el monitoreo de fauna silvestre urbana (Milanesi *et al.*, 2020; Parsons *et al.*, 2018; Walter *et al.*, 2018). Debido a su bajo costo y al avance tecnológico, se ha vuelto un instrumento valioso para desarrollar estudios de distribución, demografía y conducta de diferentes especies (McKinley *et al.*, 2017). Asimismo, al involucrar al público en la generación y recopilación de

datos, se genera un interés en el tema, lo que permite aumentar su atención en la conservación de la biodiversidad y en las decisiones de política ambiental, por lo que se considera un instrumento favorable para la educación ambiental (Okes y O'Riain, 2019).



## 2. Antecedentes

### 2.1 Mamíferos de la Ciudad de México

La Ciudad de México (CDMX) forma parte de la Cuenca de México, la cual se localiza en la parte central del territorio Nacional. En 2000 su extensión urbana era de 136, 747 ha, y en 2014 ésta aumentó a 210, 010 ha (AUE, 2016). A pesar del incremento de la mancha urbana, aún subsiste vegetación natural e inducida que de acuerdo con su naturaleza se ha clasificado como “Áreas con Categoría de Protección” y “Áreas Verdes Urbanas” (AVU; SEDEMA, 2018). Las Áreas con Categoría de Protección (AP) incluyen las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y las Áreas de Valor Ambiental (AVA), las cuales contienen barrancas y bosques urbanos (PAOT, 2010). Por otro lado, los cerros, colinas, camellones, plazas, deportivos, jardines públicos y privados, panteones y unidades habitacionales se encuentran clasificados dentro de las Áreas Verdes Urbanas (AVU; SEDEMA, 2018).

La ciudad cuenta con 517 especies de vertebrados, inventarios recientes han reportado entre 81 y 83 especies de mamíferos para la Ciudad de México (Hortelano-Moncada y Cervantes, 2011; Guevara-López *et al.*, 2016; Hortelano-Moncada y Cervantes, 2016). Algunos de los trabajos realizados dentro de la Ciudad de México están enfocados en el registro de especies en el suelo de conservación de la ciudad y principalmente para la zona sur (Aranda *et al.*, 1980; Granados-Sánchez *et al.*, 2004; Bárcenas y Medellín, 2007; Navarro-Frías, 2007). Recientemente se publicó otro trabajo para un área protegida de la zona norte de esta entidad (Hortelano-Moncada *et al.*, 2021).

Uno de los órdenes con mayor representación en los mamíferos de la Ciudad de México, después de los quirópteros y roedores, son los carnívoros con 11 especies registradas (Hortelano-Moncada *et al.*, 2016). Entre los carnívoros más representativos, se encuentra el cacomixtle norteño, (*Bassariscus astutus*) que puede persistir en áreas alteradas, pues aprovechan la disminución de depredadores naturales, y la presencia de animales domésticos y cultivos como fuente de alimento (Castellanos-Morales *et al.*, 2009).

## 2.2 El cacomixtle norteño

El cacomixtle norteño es un mamífero del orden de los carnívoros y de la familia Procyonidae. Tiene una amplia distribución que abarca desde el sur de Estados Unidos, hasta el sureste de México (Figura 1), se le puede encontrar en zonas áridas, templadas y tropicales (Harrison, 2012). Los cacomixtles son de tamaño pequeño, tienen una cola alargada formada por anillos negros y blancos, y un peso promedio de 0.7 a 1.8kg (Figura 2) (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988). Posee adaptaciones de locomoción como la rotación de las patas traseras, lo que les permite tener diferentes técnicas para trepar con agilidad y rapidez (Trapp, 1972). Son de hábitos nocturnos, y necesitan de cuevas, grietas o vegetación para refugiarse y reproducirse (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988). Son omnívoros y los estudios previos en México han documentado que su alimentación varía con la estacionalidad y el ambiente donde se encuentren. En general, se ha reportado que estos se alimentan de mamíferos pequeños, artrópodos, plantas y aves (Castellanos-Morales, 2006).

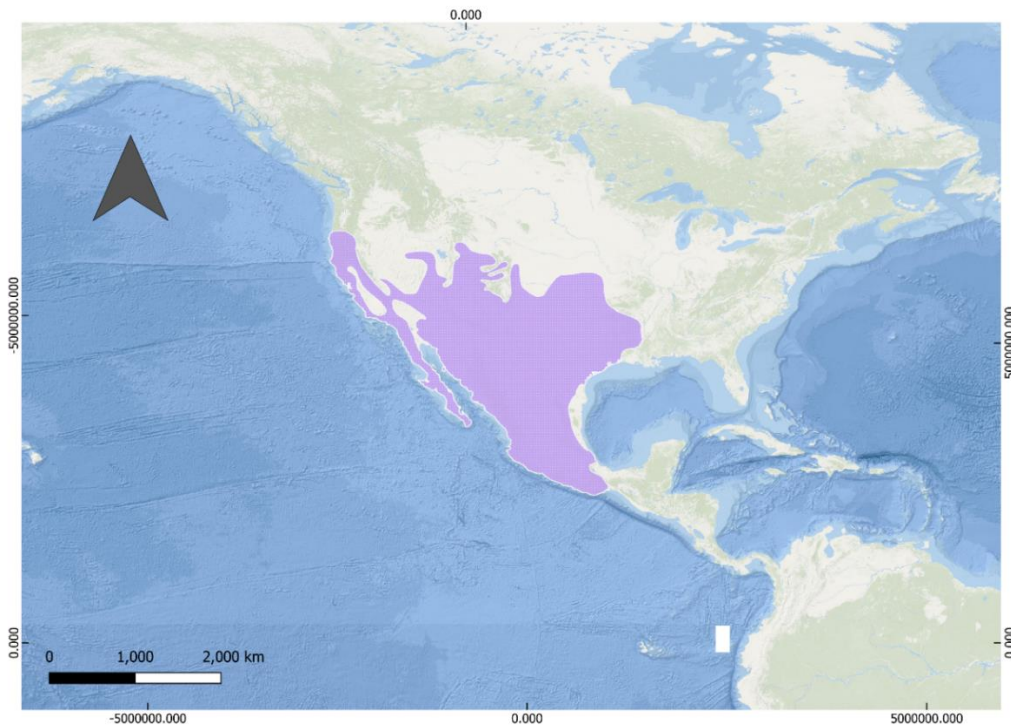


Figura 1. Distribución potencial del cacomixtle norteño. Elaboración propia a partir de los datos de la IUCN (2008).

La investigación de Castellanos-Morales *et al.* (2009) representó el primer estudio de telemetría para la especie en un ambiente urbano en la Ciudad de México. En el trabajo se encontró que los cacomixtles adultos tienen una actividad promedio calculada con Kernel fijo con 95% igual a  $9.2 \pm 0.08$  ha y con PMC fijo con 95% igual a  $7.8 \pm 1.9$  ha. Por otra parte, Bernal-Legaria (2011), en su investigación sobre la abundancia del cacomixtle norteño en la Reserva Ecológica del Pedregal San Ángel (REPSA), identificó huellas de cacomixtle de abril a diciembre en estaciones olfativas, y reportó un mayor número de visitas en zonas con vegetación nativa en comparación con zonas con vegetación jardín.

En el trabajo de Ramos-Rendón (2010) enfocado en conocer la influencia humana sobre la presencia de mamíferos medianos en la REPSA, se registró que

no existe relación entre la distancia de edificios, veredas o avenidas con la presencia de mamíferos, por lo que concluyó que es necesario realizar estudios con escalas espaciales mayores para entender la relación entre asentamientos humanos y la distribución de los mamíferos medianos nativos de la REPSA.



Figura 2. Cacomixtle norteño. Fotografía: Coronado Govaerts (registrada bajo licencia de Creative Commons CC-BY-NC y obtenida de Naturalista).

### 3. Justificación, objetivos e hipótesis

A medida que las áreas naturales se van perdiendo, los mamíferos capaces de adaptarse a las ciudades han comenzado a recolonizar estos espacios, por lo que los estudios sobre los factores que están favoreciendo su persistencia son cada vez más necesarios para la conservación de las especies (Fidino *et al.*, 2021; Gallo *et al.*, 2017).

El cacomixtle norteño es uno de los carnívoros que se ha observado puede adaptarse a zonas perturbadas (Castellanos-Morales, 2006). Dado al aumento en el número de observaciones de cacomixtles en la Ciudad de México; los estudios enfocados en conocer el efecto de las ciudades en su sobrevivencia son esenciales para la toma de decisiones adecuadas; así como la implementación de planes de manejo que permitan su conservación, y eviten o mitiguen los conflictos ocasionados por su coexistencia con el ser humano.

El objetivo general de este trabajo es conocer los patrones de distribución geográfica del cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*) en la Ciudad de México por medio de ciencia ciudadana y sistemas de información geográfica, así como sus hábitos alimentarios. Por otra parte, los objetivos particulares, derivados del anterior, son los siguientes:

- Registrar la presencia de cacomixtles en las alcaldías de la Ciudad de México por medio de ciencia ciudadana.
- Generar un mapa de distribución del cacomixtle en la ciudad.
- Evaluar si la distancia a áreas verdes urbanas, áreas protegidas o zonas agrícolas tiene un efecto sobre la presencia de cacomixtles.

- Analizar si existe una relación entre presencia de cacomixtles con la superficie de áreas verdes y la densidad poblacional de humanos por alcaldía.

- Determinar los principales componentes de la dieta del cacomixtle en zonas urbanas de la ciudad.

Las hipótesis que se formulan para este trabajo son las siguientes cuatro:

1. Dado que los cacomixtles requieren de vegetación natural para refugio, alimento y reproducción (Castellanos-Morales *et al.*, 2009; Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988) se espera que existan diferencias significativas entre las distancias de los registros a distintos tipos de uso de suelo [(áreas protegidas (AP), áreas verdes urbanas (AVU) y zonas agrícolas (ZA)].

2. Si las áreas verdes favorecen la presencia de los cacomixtles, se espera que el número de avistamientos esté relacionado con el porcentaje de superficie de áreas verdes en una cuadrícula de 127 ha.

3. Si las actividades humanas tienen un efecto negativo en la presencia de cacomixtles, entonces se espera una relación negativa entre el número de cacomixtles y el valor de densidad poblacional humana.

4. Dado que los cacomixtles tienen una dieta generalista (Calderón, 2002; Castellanos-Morales *et al.*, 2009; Roadman, 2014), se espera que los hábitos alimentarios de este mamífero en la Ciudad de México estén compuestos principalmente por restos de mamíferos, materia vegetal y artrópodos.

## 4. Métodos

### 4.1 Área de estudio

El área de estudio comprende la Ciudad de México (Figura 3) en las coordenadas latitud 19.4978 y longitud -99.1269. Se encuentra en la parte central del territorio nacional, y colinda al norte, este y oeste con el Estado de México y al sur con Morelos (INEGI, 2017). La población hasta 2020 era de 9 909 944 habitantes (INEGI, 2020).

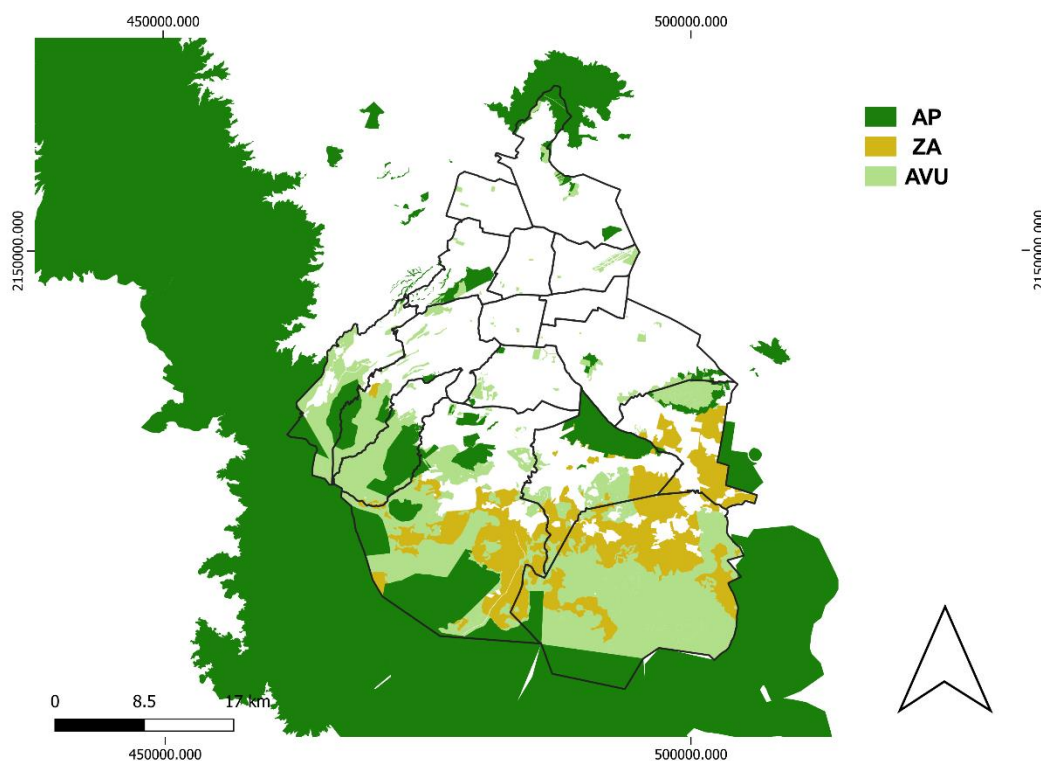


Figura 3. Áreas Protegidas (AP), federales, estatales, municipales, ejidales y privadas de la Ciudad de México y zonas adyacentes, Zonas agrícolas (ZA) y Áreas Verdes Urbanas (AVU).

Se divide en dos zonas administrativas: suelo urbano y suelo de conservación, este último cuenta con zonas agrícolas. Está conformada por 16 alcaldías: Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Cuauhtémoc, Cuajimal-

pa de Morelos, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan, Venustiano Carranza y Xochimilco. Ochenta y siete por ciento de la entidad presenta clima templado subhúmedo y el resto del territorio climas secos, semisecos y templado subhúmedos (INEGI, 2020). Su temperatura media anual es de 16° C con precipitación promedio anual de 600 mm en las zonas con clima seco y 1200 mm en las zonas con clima templado subhúmedo (INEGI, 2020). En las zonas aun conservadas podemos encontrar seis tipos de vegetación: bosque de oyamel, bosque de pino, pastizal, matorral xerófilo, vegetación acuática y subacuática, bosque de encino y bosque mesófilo de montaña (Cruz y Perdomo, 2016).

## 4.2 Obtención de datos

Los registros de cacomixtles se obtuvieron de publicaciones en Facebook, Twitter, Naturalista y periódicos electrónicos en los años 2019, 2020 y hasta junio del 2021. Se pidió información a la SEDEMA y PAOT en febrero y marzo de 2020.

En redes sociales se compartió un formulario (ver anexo 1) para que las personas que suelen observar cacomixtles registraran el avistamiento. Asimismo, se solicitó subir la observación a Naturalista. En el formulario se pedía la alcaldía, coordenadas, tipo de registro (excreta, individuo vivo o muerto) y si era más de un individuo. El lugar donde se observó, es decir, casa, parque o calle; y un espacio para colocar anotaciones sobre su alimentación, si se veían crías, su comportamiento con animales domésticos, o conflictos con el ser humano.

Con toda la información recopilada se generó una base de datos en la que se reunieron registros de los años 2019, 2020 y hasta junio del 2021 para tener



datos actualizados. Dicha base fue depurada, revisando la información de cada registro. Se consideró únicamente los que contaran con coordenadas geográficas y descripción de la observación. De igual manera se descartaron los duplicados.

### 4.3 Análisis espaciales

Los registros georreferenciados se guardaron en un archivo delimitado por comas (.csv) y se mapearon utilizando el programa QGIS 3.16. De acuerdo con la literatura consultada sobre mamíferos urbanos, se seleccionaron cinco variables ambientales (Cuadro1): (1) distancia a zonas agrícolas (ver sección 4.3.2), (2) distancia a áreas verdes urbanas (ver sección 4.3.2), (3) distancia a áreas protegidas (ver sección 4.3.2), (4) porcentaje de superficie de área verde en una cuadrícula de 127 ha (ver sección 4.3.2) y (5) densidad poblacional humana (ver sección 4.3.1). El parámetro dos se incluyó, debido a que estas pueden atraer a carnívoros generalistas (Bateman y Fleming, 2012).

Los polígonos de densidad poblacional humana y las áreas verdes urbanas se unieron a una cuadrícula de 1126.4 m × 1126.4 m (127 ha) (Walter et al., 2018), que corresponde al promedio de los siete valores de ámbito hogareño del cacomixtle norteño registrados en trabajos previos (Cuadro 2). Se utilizó el promedio, ya que no se han realizado estudios de telemetría en la Ciudad de México o en zonas urbanas, y se ha observado que este varía en función del sitio de estudio (Roadman, 2014).

Cuadro 1. Descripción de las covariables incorporadas en el análisis espacial.

<b>Covariable</b>	<b>Fuente de datos</b>	<b>Análisis</b>
Distancia a zona agrícola (ZA).	Cobertura terrestre global a 30 m de resolución (Chen <i>et al.</i> , 2015).	Distancia de cada avistamiento al polígono más cercano.
Distancia a un área verde urbana (AVU).	Cobertura terrestre global a 30 m de resolución (Chen <i>et al.</i> , 2015)	Distancia de cada avistamiento al polígono de vegetación más cercano.
Distancia a un Área Protegida (AP).	Áreas Naturales Protegidas Federales de México, (CONANP, 2020) y Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y Privadas de México (CONABIO, 2020).	Distancia de cada avistamiento al polígono más cercano.
Densidad poblacional humana (DPH).	Censo poblacional por manzana de la Ciudad de México (INEGI,2020).	Promedio de DPH en una cuadrícula de 127 ha.
Porcentaje de área verde.	Cálculo del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) por medio de una imagen satelital obtenida de United States Geological Survey (USGS, 2020).	Porcentaje de superficie de pixeles con valores de NDVI mayor a 1, en una cuadrícula con un área de 127 ha, la cual corresponde al promedio del valor del ámbito hogareño del cacomixtle norteño.

Cuadro 2. Valor del ámbito hogareño del cacomixtle norteño, registrados en trabajos previos.

Ámbito hogareño (ha)	Tipo de hábitat	Cita
462.0	Bosque de <i>Juniperus</i>	Harrison, 2013
221.0	Bosque ribereño, bosque de coníferas y chaparral	Brody y Koch, 1983
136.0	Bosque de <i>Juniperus</i> , bosque ribereño, matorral de “mata negra” y pradera	Trapp, 1978
35.9	Matorral mediterráneo y bosque ribereño	Montacer, 2009
16.2	Bosque ribereño	Wyatt, 1993
9.2	Matorral xerófilo	Castellanos-Morales, 2006
8.8	Bosque Ribereño	Lacy, 1983

#### 4.3.1. Cálculo de densidad poblacional por manzana de la Ciudad de México

Para realizar el cálculo de la densidad poblacional por manzana de la Ciudad de México, se realizó un mapa con la base de datos “Censo de población y vivienda por manzana urbana de la Ciudad de México, 2020” (CPVM2020), y el *shapefile* “Cartografía Geoestadística Urbana y Rural, Amanzanada, 2016”, elaboradas por el INEGI, (2016). Posteriormente se calculó la clave geográfica, para lo cual se utilizó la fórmula “concatenar” en Excel; en esta se colocó la clave de la entidad, municipio, localidad y AGEB (Área Geoestadística Básica) encontradas en la base de datos del “CPVM2020”. El procedimiento se repitió en la tabla de atributos para el *shapefile* de manzanas de la Ciudad de México por medio de QGIS 3.16. Se unieron la base de datos y la clave geográfica calculada en el *shapefile* de manzanas de la CDMX mediante la herramienta “Join”. Después, en el mismo programa, mediante la calculadora de campos, se calculó el área en km<sup>2</sup> de cada manzana. Finalmente, se calculó la densidad poblacional humana con la fórmula “cociente

tamaño poblacional por manzana / área por manzana”. A partir de estos datos, se calculó el promedio de los polígonos de densidad poblacional que se encontraban dentro de cada cuadrícula.

#### 4.3.2. Cálculo de la distancia de un área protegida, zona agrícola y área verde urbana

Para realizar el cálculo de la distancia de un avistamiento de cacomixtle al Área Protegida (AP) más cercana, se descargaron los *shapefile* de “Áreas Naturales Protegidas Federales de México, 2020” (ANPF2020) “Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y Privadas de México, 2020” (ANPEMEPM2020) de la (CONABIO, 2020; <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>). Por medio de QGIS 3.16, se realizó un corte de las áreas con categoría de protección de la Ciudad de México y las adyacentes a la ciudad para obtener una capa vectorial con las “ANPF2020” Y “ANPEMEPM2020”. Se obtuvo un mapa con 44 áreas protegidas, 23 pertenecientes a la Ciudad de México, 20 al Estado de México y dos al Estado de Morelos (ver anexo 2).

En el caso de las zonas agrícolas y áreas verdes urbanas, se utilizó la imagen satelital de las coberturas de tipo de suelo de la Ciudad de México del año 2020 con una resolución de 30 m; la cual fue descargada a partir del portal “Land-Cover 30” (Chen *et al.*, 2015). Dado que no se cuenta con un *shapefile* oficial de la Ciudad de México de sus áreas verdes urbanas, para cuestiones de este estudio se tomó como área verde urbana los polígonos de “bosque” y “arbustivo” que no cuentan con categoría de protección. Para cada una de las variables (área protegida, zona agrícola y área verde urbana), se realizó el cálculo de la distancia en metros de cada avistamiento al polígono de tipo de uso de suelo más cercano por

medio de la herramienta *NNJoin* en el programa QGIS 3.16. Asimismo, para obtener la superficie de áreas verdes por cuadrícula, se calculó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada de una imagen satelital Sentinel de la Ciudad de México de enero del 2021 obtenida de *United States Geological Survey* (USGS, 2020; <https://earthexplorer.usgs.gov/>).

#### 4.4 Análisis estadísticos

Para el análisis de datos, la significancia estadística se fijó en un valor de probabilidad de  $P < 0.05$ . Dado que los datos presentaron una distribución no paramétrica, para cada alcaldía se realizaron pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis para evaluar si existían diferencias entre la distancia de los avistamientos hacia los diferentes tipos de uso de suelo (agrícola, área verde urbana y área protegida); y una prueba *pos-hoc* de Dunn, la cual permite la identificación de subconjuntos homogéneos (Dunno, 2015). Asimismo, se evaluó la posible influencia del porcentaje de áreas verdes y la densidad poblacional humana en el avistamiento de cacomixtles por cuadrícula (ver sección 4.3) por medio de Modelos Lineales Generalizados con distribución de Poisson. Se decidió realizar dos GLM, para poder evaluar por separado el efecto de la densidad poblacional humana y el porcentaje de áreas verdes en la presencia de los cacomixtles.

El GLM contenía como variable independiente el porcentaje de áreas verdes por cuadrícula y como variable dependiente el número de registros de cacomixtle por cuadrícula. Otro de los GLM tenía como variable independiente la densidad poblacional humana. Todos los análisis estadísticos se realizaron por medio del programa R (R Core Team, 2021).

## 4.5. Análisis de hábitos alimentarios

### 4.5.1 Recolección de excretas

Las excretas fueron recolectadas por personas de la Ciudad de México que reportaron los avistamientos de cacomixtles. Para asegurarse de que las excretas fueran frescas, se les pidió a las personas por medio de correo electrónico, que se limpiara el sitio donde se encontraba la letrina y se colectaran las siguientes excretas encontradas. Además, se solicitó que fueran colocadas en bolsas de papel de estraza y etiquetadas con las coordenadas de la localidad de colecta, la delegación, la fecha de colecta y el sitio donde las recolectaron (techo, patio, jardín, etc).

### 4.5.2 Análisis de las excretas

Las heces se secaron individualmente al aire libre y se desmoronaron en una caja de Petri para separar los elementos. Los elementos se clasificaron en plantas, artrópodos, plumas, pelos y origen antrópico. Las semillas fueron identificadas hasta familia y los pelos hasta género. De igual forma, los artrópodos fueron identificados hasta orden con “La guía de campo para insectos de América del Norte” de Eaton y Kaufman (2007). En el caso de las plumas, cuya identificación fue difícil, sólo se agruparon en la categoría “aves”. La determinación de los pelos se realizó mediante la identificación de médula y cutícula por medio del “Catálogo de pelos de guardia de los mamíferos de la Ciudad de México” de Vilchis-Conde (2020). En cuanto a las semillas, se utilizó la colección de semillas del Laboratorio de Ecología y Conservación de Vertebrados Terrestres y el catálogo electrónico de semillas del “*California Botanic Garden*” (CalBG, 2009).

Para cada categoría (mamíferos, plantas, artrópodos, origen antrópico y aves) se calculó el porcentaje de ocurrencia (*PO*) siguiendo la fórmula:

$PO = ((F_i / N) \times 100)$  (Zabala y Zuberogoitia, 2003). Donde  $F_i$  es el número de excretas en que el elemento  $i$  aparece y  $N$  el total de excretas revisadas. Esta indica el porcentaje en el que aparece cada elemento en el total de excretas. Asimismo, se calculó la frecuencia relativa de cada tipo de restos, el cual muestra el porcentaje en que aparece cierto elemento con respecto a todos los encontrados (Castellanos-Morales, 2006; Navarrete, 2011; Zabala y Zuberogoitia, 2003). Se estima con la siguiente fórmula:

$$FR = ((F_i / \sum F_i) \times 100).$$

A pesar de que estos métodos no permiten conocer la importancia de cada categoría, y que se puede sobreestimar algunos elementos; han sido ampliamente utilizados ya que aportan información valiosa para comprender la ecología de diferentes carnívoros y registrar el consumo de presas (Klare *et al.*, 2011; Larson *et al.*, 2015).

De igual forma, para establecer la representatividad de los componentes presentes en las excretas, se realizaron curvas de acumulación de especies. Para lo cual se construyeron matrices con todas las muestras obtenidas dentro de la ciudad y los taxones encontrados en ellas. Las matrices contenían datos de presencia (1) y ausencia (0). El análisis se realizó por medio del programa EstimateS (Colwell, 2013), al cual se introdujo 100 aleatorizaciones. Para evaluar la representatividad del muestreo se utilizó el modelo de Clench (1979), el cual predice que la probabilidad de encontrar una nueva especie aumenta con el esfuerzo de muestreo (Jiménez-Valverde, 2001; Soberón y Llorente, 1993). El ajuste de este

modelo se realizó por medio de la estimación no lineal “Simplex y Quasi-Newton” en el programa STATISTICA 14.0 (TIBCO SOFTWARE INC., 2020).

La ecuación de Clench ( $S_n$ ) es:

$$S_n = a \cdot n / (1 + b \cdot n)$$

Asimismo, se calculó la pendiente al final de la curva ( $m$ ) con la ecuación:

$$m = a / (1 + b \cdot n)^2,$$

y la proporción de fauna registrada ( $p$ ) como sigue:

$$p = S_{obs} / (a/b),$$

Las cuales nos permiten medir la calidad del inventario (Jiménez-Valverde, 2001). Además, se estimó el esfuerzo de muestreo necesario para registrar el 95% de los taxones consumidos ( $e_{95}$ ) mediante la fórmula:

$$e_{95} = 0.95 / (b (1 - 0.95)).$$

Donde  $a$  es la tasa de incremento de especies nuevas al comienzo del muestreo,  $b$  es un parámetro relacionado con la forma de la curva,  $n$  es el número de especies y  $S_{obs}$  el número de especies promedio acumuladas.



## 5. Resultados

### 5.1 Ciencia Ciudadana

Entre 2019 y 2021 se registraron 788 avistamientos de cacomixtles en la Ciudad de México (Figura 4), de los cuales 784 se obtuvieron de redes Sociales y Naturalista y cuatro de periódicos electrónicos. Las Secretarías de Gobierno no contaban con la información solicitada para los años 2019 y 2020.



Figura 4. Ejemplos de registros de cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*) en las alcaldías de la Ciudad de México. Créditos y sitio de registro: (A) Isabel Reyes, Coyoacán; (B) César Méndez, Tlalpan; (C) Yurani Ortiz, Cuauhtémoc; y (D) Maite Balderas, Magdalena Contreras.

En las 16 alcaldías de la Ciudad de México se tienen registros de cacomixtles (Figura 5), siendo las alcaldías del sur, y Miguel Hidalgo (50) las de mayor número de registros. Tlalpan fue la alcaldía con un mayor número de avistamientos (216), seguida de Coyoacán (128) y Xochimilco (101). Las alcaldías con un

menor número de registros fueron Iztacalco (tres), Venustiano Carranza (seis) y Gustavo A. Madero (siete).

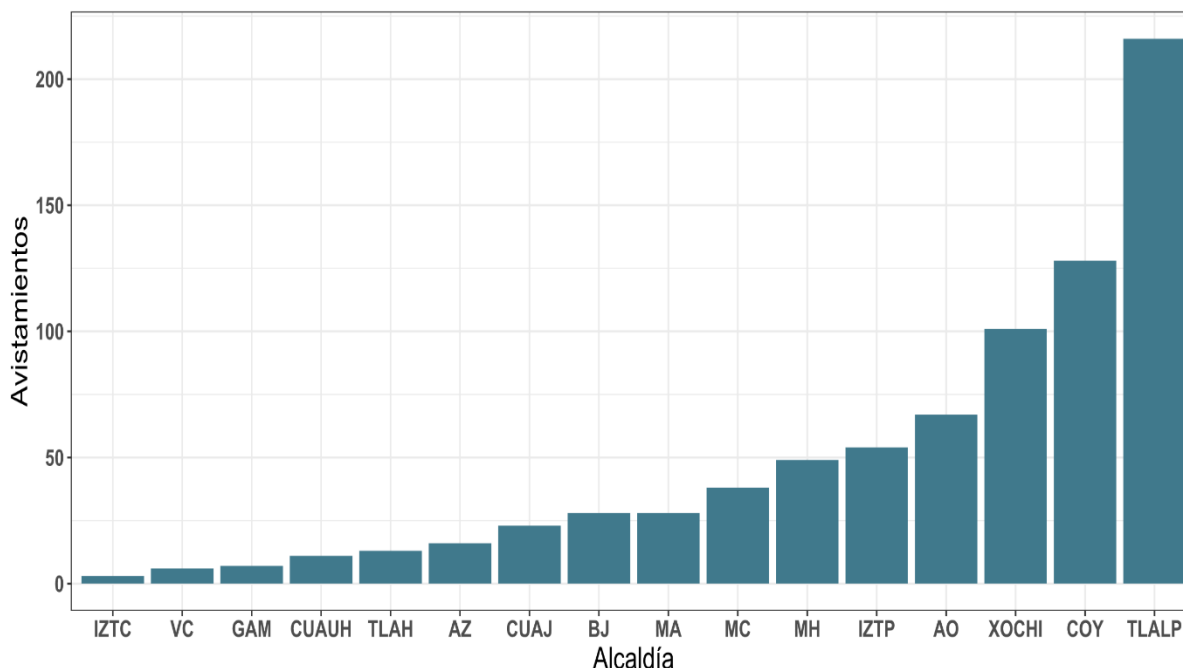


Figura 5. Número de avistamientos de cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*) por alcaldía en la Ciudad de México. IZTC, Iztacalco; VC, Venustiano Carranza; GAM, Gustavo A. Madero; CUAUH, Cuauhtémoc; TLAH, Tláhuac; AZ, Azcapotzalco; CUAJ, Cuajimalpa; BJ, Benito Juárez; MA, Milpa Alta; MC, Magdalena Contreras; MH, Miguel Hidalgo; IZTP, Iztapalapa; AO, Álvaro Obregón; XOCHI, Xochimilco; COY, Coyoacán; TLALP, Tlalpan. Registros del 2019-2021.

### 5.1.2 Tipos de registro

De los 788 reportes, 15 fueron de cacomixtles muertos. En 331 de los avistamientos se reportaron más de un cacomixtle en el mismo tiempo y lugar. El número máximo de especímenes reportados en grupo fue de cuatro. Asimismo, las alcaldías donde se reportaron cacomixtles muertos fueron: Álvaro Obregón (tres), Azcapotzalco (uno), Coyoacán (cinco), Iztacalco (uno), Magdalena Contreras (uno), Tlalpan (dos) y Xochimilco (dos) (Figura 6). En total se avistaron 41 crías, y las alcaldías donde éstas se reportaron fueron Álvaro Obregón (cuatro), Azcapotzalco (dos), Coyoacán (siete), Cuajimalpa (uno), Cuauhtémoc (uno), Iztapalapa (uno),

Magdalena Contreras (uno), Milpa Alta (dos), Tlalpan (17) y Xochimilco (cinco)  
(Figura 6).

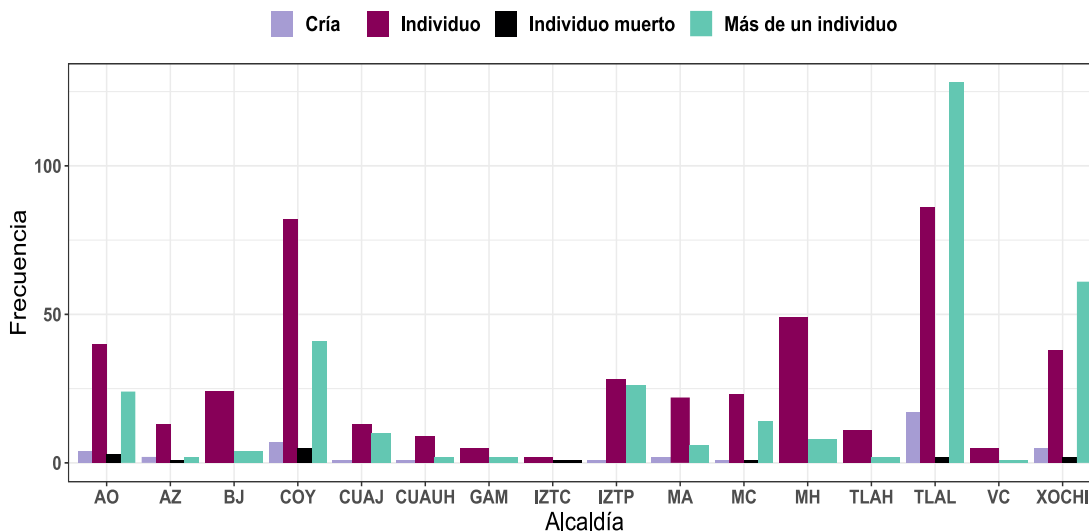


Figura 6. Tipos de registros de cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*) por alcaldía. Individuo (registro de un ejemplar vivo y solitario juvenil o adulto), Individuo muerto (individuo muerto de cualquier edad) and Cría (sólo individuos vivos). Los acrónimos de las alcaldías se señalan en la figura 5. Datos de 2019- 2021.

## 5.2 Distancia de los avistamientos por alcaldía a área verde urbana (AVU), Área Protegida (AP) y zonas agrícolas

Hubo diferencias significativas en las distancias de los registros a cada tipo de área verde en todas las alcaldías con excepción de Tláhuac (prueba de Kruskal-Wallis;  $\chi^2 = 1.246$ ,  $g.l. = 2$ ,  $p = 0.053$ ; Figura 7). En general, la prueba *post hoc* de Dunn mostró que las distancias de los registros a las áreas verdes urbanas son significativamente menores ( $0.83 \pm 0.02$  km) a las que se registran para las áreas protegidas ( $1.89 \pm 0.04$  km) y que estas últimas, a su vez, tienen valores significativamente más bajos que la distancia del registro a las zonas agrícolas ( $5.79 \pm 0.17$  km) con excepción de Milpa Alta, donde el promedio de la distancia de los avistamientos a zonas agrícolas fue menor (Figura 7).

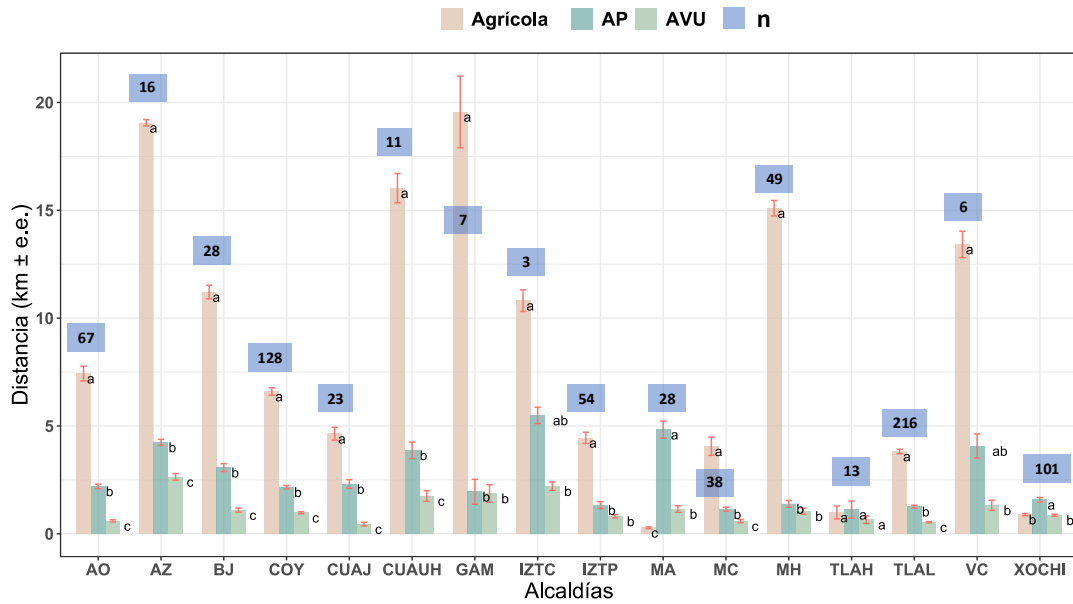


Figura 7. Distancia promedio (km ± e.e.) encontrada entre los registros de cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*) y diferentes tipos de uso de suelo [zona agrícola (agrícola, barras cafés), área protegida (AP, barras verdes oscuro) y área verde urbana (AVU, barras verdes claro)] por alcaldía en la Ciudad de México. Letras diferentes denotan diferencias significativas con  $P < 0.05$  (prueba de Dunn). Tamaños de muestra por alcaldía se muestran encima de la barra. Datos del 2019-2021.

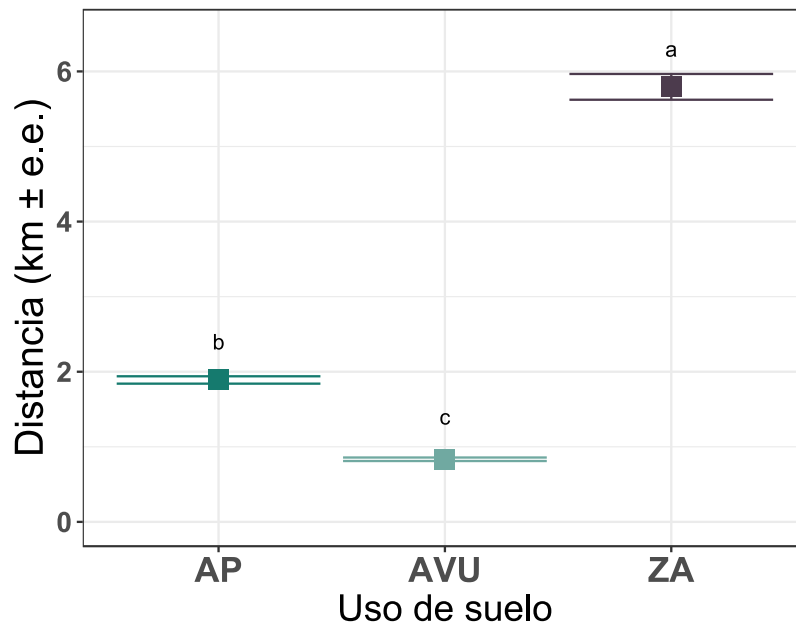


Figura 8. Comparación de la distancia promedio (km ± e.e.) de los registros de cacomixtle norteño (*Bassariscus asutus*) a Áreas Protegidas (AP), Áreas Verdes Urbanas (AVU) y Zonas Agrícolas (ZA). Letras diferentes denotan diferencias significativas con  $P < 0.05$  (prueba de Dunn). N = 788. Datos del 2019-2021.

### 5.3 Influencia de las áreas verdes y la densidad poblacional humana

Se encontró un efecto significativo y negativo del porcentaje de área verde sobre el número de registros de cacomixtles (GLM: estimado:  $-0.338 \pm 0.172$ ;  $P = 0.049$ ; AIC modelo con el estimador: 1303.5). Por otra parte, se encontró un efecto significativo y positivo de la densidad poblacional humana y el número de registros de cacomixtles (GLM: estimado:  $8.03 \times 10^{-6} \pm 2.94 \times 10^{-6}$ ;  $P = 0.006$ ; AIC modelo con el estimador: 1300.1).

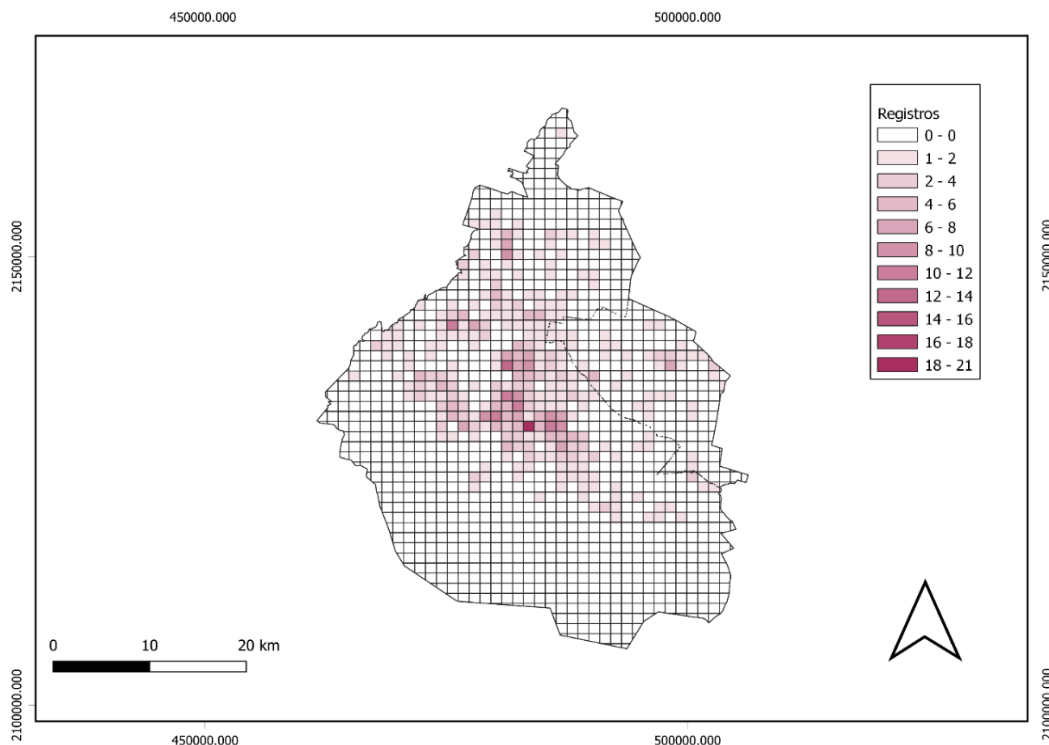


Figura 9. Número de registros de cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*) en una cuadrícula de 1126.4 m x 1126.4 m en la Ciudad de México (N = 788). Datos de 2019-2021.

### 5.4 Hábitos alimentarios

Se colectaron 46 excretas, entre marzo y octubre del 2021, de las cuales se identificaron 140 elementos. 35 de las excretas fueron colectadas en casas y 11 en el Parque Nacional “El Histórico de Coyoacán” (Figura 10).

La categoría encontrada con mayor frecuencia en las excretas fueron semillas (37 excretas, porcentaje de ocurrencia,  $PO = 80$ ), seguida de pelos de mamíferos (36,  $PO = 78$ , exoesqueletos de artrópodos (24,  $PO = 52$ ), elementos de origen antropogénico (plástico y dulce) (8,  $PO = 17$ ) y plumas de aves (2,  $PO = 4$ ) (Figura 11).

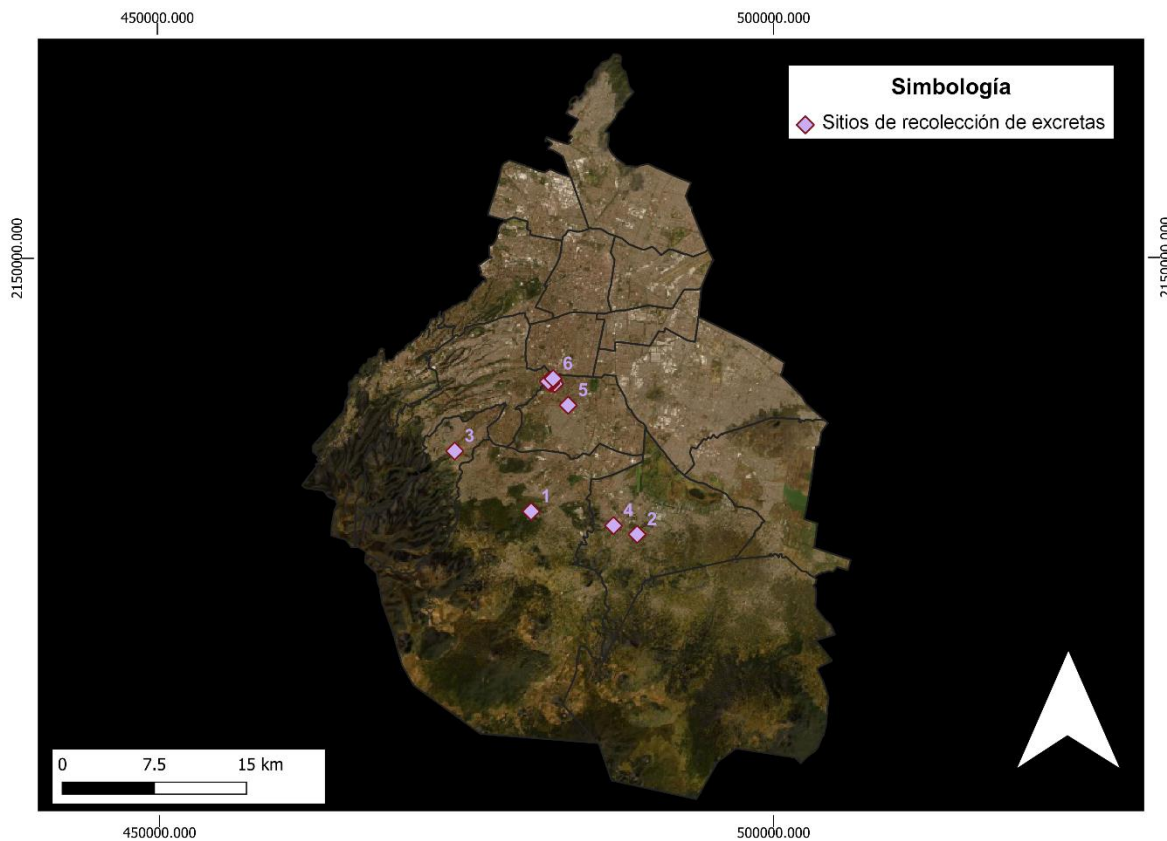


Figura 10. Sitios de recolección de excretas del cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*) en la Ciudad de México. Las localidades son (1) Tlalpan, (2 y 4) Xochimilco, (3) Magdalena Contreras, (5 y 6) Coyoacán.

Se encontraron semillas de plantas en 37 de las excretas, de las cuales se lograron identificar seis familias. Las semillas que se encontraron con mayor frecuencia fueron las de una planta de la familia Moracea (21 excretas, Porcentaje de Ocurrencia,  $PO = 46$ , Frecuencia Relativa  $FR = 15$ ), seguida de Solanacea (9,  $PO = 20$ ,  $FR = 6$ ). Las semillas encontradas en menor frecuencia fueron de plantas de

las familias Phytolaccaceae y Arecaceae (2, PO = 4, FR = 1) en cada caso (Cuadro 3).

Asimismo, en 36 excretas se registraron pelos de mamíferos, de los cuales se identificaron tres especies, dos géneros y una familia, debido a la dificultad para su identificación. Los pelos con mayor número de registros fueron de *Peromyscus* sp. (10, PO = 22, FR= 7) y *Sigmodon* sp. (8, PO = 17, FR = 6). Otra de las especies encontrada en mayor frecuencia fue *Sciurus aureogaster* (7, PO = 15, FR = 5) y pelos de la familia Soricidae (7, PO = 15, FR = 5). De igual forma se encontraron pelos de *Rattus rattus* (6, PO = 13, FR = 4) y *Rattus norvergicus* (3, PO = 7, FR = 2) (Cuadro 3).

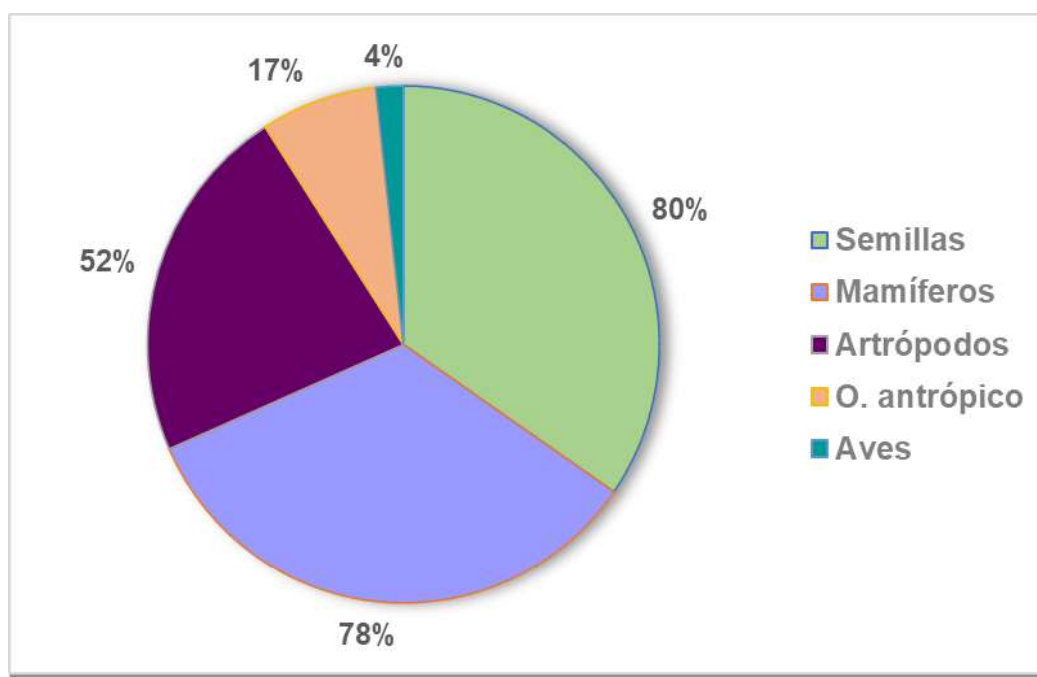


Figura 11. Frecuencia de ocurrencia (porcentaje de ocurrencia; PO) de semillas, mamíferos, artrópodos, origen antrópico y aves en excretas de cacomixtle nortero (*Bassariscus astutus*) colectadas en la Ciudad de México. Datos de 46 excretas colectadas entre marzo y octubre del 2021.

En el caso de los artrópodos, se encontró 24 exoesqueletos de los cuales se identificaron 4 órdenes. El orden con mayor número de registros fue Coleoptera (17 excretas,  $PO = 37$ ,  $FR = 12$ ), seguido de Orthoptera (7,  $PO = 20$ ,  $FR = 6$ ) y Blattodea (5,  $PO = 11$ ,  $FR = 4$ ) (Cuadro 3). Por otro lado, en los elementos de origen antrópico, el único alimento encontrado fue un dulce, los demás consistieron en material no alimenticio como plásticos.

Cuadro 3. Frecuencia de los elementos encontrados en 46 excretas de cacomixtles en la Ciudad de México colectadas entre marzo y octubre del 2021.  $n$ : número de excretas que contenían el elemento,  $PO$ : porcentaje de ocurrencia,  $FR$ : frecuencia relativa.

<b>Alimento</b>	<b><math>n</math></b>	<b><math>FO</math></b>	<b><math>FR</math></b>
<b>Plantas</b>	37	80	
Arecaceae	2	4	1
Passifloracea	4	9	3
Phytolaccaceae	2	4	1
Rosacea	1	2	1
Moracea	21	46	15
Solanacea	9	20	6
No identificados	7	15	5
<b>Mamíferos</b>	36	78	
Soricidae	7	15	5
<i>Peromyscus</i> sp.	10	22	7
<i>Rattus rattus</i>	6	13	4
<i>Rattus norvegicus</i>	3	7	2
<i>Sciurus aureogaster</i>	7	15	5
<i>Sigmodon</i> sp.	8	17	6
No identificados	6	13	4
<b>Artrópodos</b>	24	52	
Coleoptera	17	37	12
Blattodea	5	11	4
Formicidae	2	4	1
Orthoptera	9	20	6
No identificados	4	9	3
<b>O. Antrópico</b>	8	17	6
<b>Aves</b>	2	4	1



### 5.4.1 Representatividad de la muestra

Los resultados obtenidos a partir de la curva de acumulación de especies (Figura 12), mostraron un coeficiente de determinación de  $r^2= 0.99$  y una pendiente de 0.047, indicando un buen ajuste del modelo a los datos (Jiménez-Valverde, 2001). Asimismo, para las localidades muestreadas se registró un porcentaje de presas de 87%. Para tener registrado el 95% de las presas del cacomixtle norteño, se necesitaba coleccionar 87 excretas más de diferentes sitios.

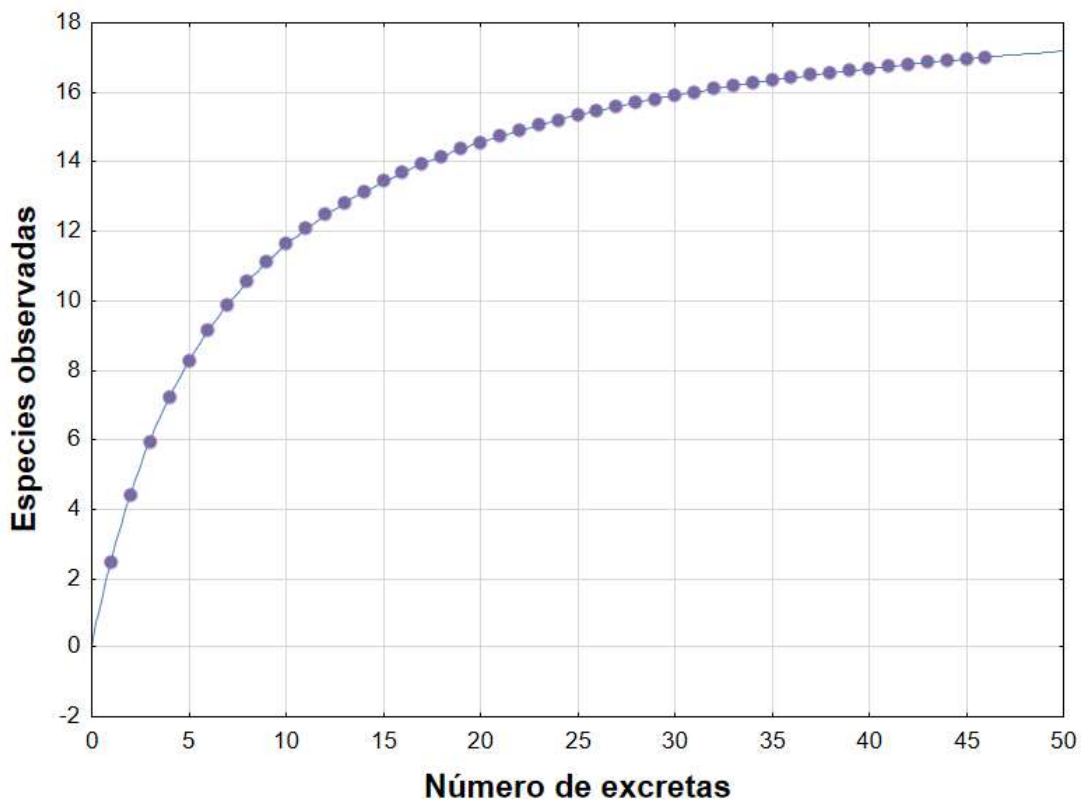


Figura 12. Curva de acumulación de las especies encontradas en las excretas del cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*), recolectadas en la Ciudad de México. Muestras y curva de Clench.  $r^2= 0.99$ .

## 6. Discusión

### 6.1 Ciencia ciudadana

El presente trabajo fue el primero dedicado a conocer la distribución geográfica de los cacomixtles dentro de la zona urbana de la Ciudad de México por medio de ciencia ciudadana. Los resultados descritos mostraron una amplia distribución de la especie al registrarse al menos un avistamiento en todas las alcaldías de la Ciudad de México, lo que indica una posible adaptación de estos a las urbes.

Si bien no se han realizado otros trabajos en áreas perturbadas, nuestros resultados concuerdan con lo reportado en estudios elaborados en la Reserva del Pedregal San Ángel (REPSA), donde se registró el uso de las zonas urbanizadas aledañas a ésta por parte de los cacomixtles (Barja y List, 2006; Castellanos-Morales, 2006).

En diferentes partes del mundo se ha observado una recolonización de algunas especies de carnívoros en hábitats perturbados como zonas agrícolas y ciudades (Lamb *et al.*, 2020). Y son los carnívoros medianos y de dieta generalista los que han mostrado mayor tolerancia a las urbes, ya que su tamaño corporal les permite refugiarse en edificios, casas y áreas verdes; así como tener mayor movilidad (Bateman y Fleming, 2012; Santini *et al.*, 2018). Además, la diversidad de su dieta les da la posibilidad de explotar diferentes recursos (Slatyer *et al.*, 2013).

El número de registros fue desigual entre las alcaldías, siendo las del sur de la ciudad las que presentaron un mayor número de avistamientos, a excepción de Tláhuac y Cuajimalpa. Esto pudo deberse a una distribución desigual del formulario, falta de conocimiento de la especie, o que el individuo se encontrara en zonas de difícil acceso para las personas (Martínez, 2010; Tiago *et al.*, 2017). Se ha de-

mostrado que, en los monitoreos de fauna realizados mediante ciencia ciudadana, el número de registros suele ser mayor en zonas donde las actividades antropogénicas diarias facilitan la observación de la especie (Broman *et al.*, 2014; Ditmer *et al.*, 2021; Lodi y Tardin, 2018; Turner *et al.*, 2022). Además, en el caso de los cacomixtles, se ha observado un cambio en su horario de actividad de acuerdo con los patrones de actividad del ser humano (Castellanos-Morales, 2006), lo cual pudo haber dificultado los avistamientos de esta especie.

Es importante resaltar que el número de observaciones de cacomixtles mostrados en la presente tesis dentro de la Ciudad de México ha sido el mayor reportado en comparación con estudios previos como el de Harrison (2012), realizado en el Refugio de Fauna Silvestre de Sevilleta en Nuevo México, donde por medio de trampas Tomahawk capturó 18 cacomixtles. Asimismo, Castellanos (2006) reportó la captura de 11 cacomixtles con el mismo tipo de trampa dentro de la Reserva Ecológica del Pedregal San Ángel (REPSA).

Al analizar el tipo de registros, es notable el número de veces en que se observó más de un cacomixtle en el mismo tiempo y lugar, ya que este es considerado una especie preponderantemente solitaria (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988). Si bien la observación de más de un cacomixtle puede estar relacionado con las temporadas de apareamiento, o el nacimiento de las crías (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988); el solapamiento en el ámbito hogareño de individuos de la misma especie o de especies diferentes, es una conducta que se ha señalado en ambientes perturbados debido a la concentración de recursos, ya sea alimenticios o de refugio (Atwood y Weeks, 2003; Bateman y Fleming, 2012; Parsons *et al.*, 2019). De igual forma, este comportamiento coincide con lo reportado por Cas-

tellanos (2006), donde se encontró la sobreposición de dos cacomixtles machos adultos en dos ocasiones, siendo de cuatro meses la más larga.

Por otra parte, en el presente estudio se registró el avistamiento de 41 crías en 11 alcaldías de la ciudad, por lo que es posible que los cacomixtles estén usando edificios, casas o bardas como refugio para el cuidado de sus crías. Este comportamiento se ha descrito en otros mamíferos urbanos como los mapaches, los cuales durante el periodo de crianza suelen pasar más tiempo en sitios con mayor disponibilidad de recursos. Además, al encontrarse cerca de construcciones humanas, incrementa la posibilidad de reporte por parte de los habitantes, en comparación con áreas de difícil acceso (Adams *et al.*, 2005; McCleery, 2015; O'Donnell y Denicola, 2006).

## 6.2 Relación entre la presencia de cacomixtles con la superficie de áreas verdes y la densidad poblacional humana

Se observaron diferencias en las distancias de los registros a cada tipo de área verde en todas las alcaldías con excepción de Tláhuac, sugiriendo un uso desigual de las áreas verdes urbanas, áreas protegidas y zonas agrícolas por parte de los cacomixtles. En todas las alcaldías, la distancia de los avistamientos a las áreas verdes urbanas fue menor en comparación con las áreas protegidas y las zonas agrícolas. Entre estas alcaldías encontramos a Tlalpan, que a pesar de ser la alcaldía con la mayor superficie de áreas protegidas de acuerdo con la CONABIO (2020), la distancia de los avistamientos a las áreas protegidas fue significativamente mayor ( $1.26 \pm 0.06$  km) en comparación con la distancia a las áreas verdes urbanas ( $0.54 \pm 0.02$  km).

Esto coincide con lo planteado en trabajos previos, donde se ha observado que los mamíferos que tienen flexibilidad en el uso de recursos suelen encontrarse de manera común en áreas verdes urbanas (Baker y Harris, 2007; Van Helden *et al.*, 2020; Walter *et al.*, 2018). Asimismo, se ha descrito la importancia de parques, jardines residenciales, cementerios o campos deportivos, para la conservación de la fauna que reside en las ciudades; ya que estos suelen ser utilizadas como zonas de refugio o en algunos casos para alimentación (Gallo *et al.*, 2017). Además, al ser pequeños parches cubriendo una gran superficie de la ciudad, suelen fungir como corredores (Adams *et al.*, 2005).

Por otro lado, en las alcaldías Miguel Hidalgo e Iztapalapa, no se encontraron diferencias en la distancia a áreas protegidas y áreas verdes urbanas. Lo anterior posiblemente está relacionado con la conectividad que existe entre ambos tipos de vegetación (ver Figura 3), lo cual es similar a lo descrito por Bernal-Legaria (2011) en la REPSA, que registró el uso de la vegetación introducida adyacente a esta reserva, por lo que concluye que esta podría ser usada por los cacomixtles de manera complementaria. Asimismo, en el caso de alcaldías como Iztacalco, Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza, que no cuentan con áreas protegidas, y en las que las áreas verdes urbanas son escasas (ver Figura 3); no se registraron diferencias entre las distancias que estas zonas mantienen con los registros, por lo que se sugiere que los cacomixtles podrían estar utilizando los polígonos más cercanos sin importar el tipo de uso de suelo. Adicionalmente, es importante resaltar que estas fueron las alcaldías con un menor número de observaciones, por tanto, de acuerdo con nuestros análisis, la disminución en la superficie de áreas verdes podría estar afectando de manera negativa la presencia de los cacomixtles tal co-

mo se ha señalado para otros mamíferos urbanos (Riley *et al.*, 2003; Turner *et al.*, 2022).

Por otra parte, en la mayoría de las alcaldías se registró una distancia mayor de las observaciones a las zonas agrícolas, siendo la mayor registrada de  $19.56 \pm 1.66$  km. Esto quizás se debe a que una gran parte de la superficie agrícola se encuentra concentrada en el sur de la ciudad (ver Figura 3); por lo que Milpa Alta, Tláhuac y Xochimilco, que son las alcaldías con mayor extensión de suelo agrícola, presentaron distancias de  $0.28 \pm 0.04$  km,  $0.99 \pm 0.30$  km y  $0.89 \pm 0.06$  km respectivamente, siendo los sitios donde la distancia de los registros a este tipo de uso de suelo fue menor. La selección de sitios cercanos a zonas agrícolas coincide con lo reportado por Reyes (2002), donde se registró una abundancia mayor de cacomixtles en zonas aledañas a cultivos en comparación con la zona conservada de bosque de pino.

Por el contrario, un GLM indicó que el número de cacomixtles disminuye cuando aumenta la superficie de áreas verdes. Es posible, que estos resultados se deban al sesgo que puede existir cuando se realizan análisis espaciales con datos de ciencia ciudadana (Milanesi *et al.*, 2020), y no a una ausencia real de los cacomixtles en áreas verdes.

De igual forma, en otro GLM se encontró que el número de cacomixtles fue afectado positivamente por la densidad poblacional humana. Esto coincide con lo descrito en trabajos previos, donde se ha reportado que la densidad poblacional humana suele tener un mayor efecto en los estudios de ciencia ciudadana donde existe una gran participación de voluntarios (Geldmann *et al.*, 2016). Por otro lado, el esfuerzo de muestreo se ve afectado por los hábitos nocturnos de la especie, pues es más probable que las personas los reporten dentro de sus casas y no en

un área protegida o área verde urbana que no se encuentre cerca de su hogar. Por tanto, es posible que los modelos estén arrojando los sitios donde aumenta la probabilidad de que los cacomixtles sean observados por los ciudadanos y no las preferencias de hábitat de la especie (Lodi y Tardin, 2018; Madsen *et al.*, 2020; Milanesi *et al.*, 2020). No obstante, se ha documentado que la densidad humana puede favorecer la presencia de animales que se han adaptado a las zonas urbanizadas (Juárez-Herrera, 2022).

### 6.3. Hábitos alimentarios

Las curvas de acumulación mostraron una buena representatividad de la muestra con una  $r^2 = 0.99$ , además de que la proporción de presas registrada fue de 87%. Los resultados del presente estudio indicaron que los hábitos alimentarios del cacomixtle norteño en la Ciudad de México se componen principalmente de plantas, mamíferos y artrópodos. Esto coincide con lo descrito en esta especie en la REP-SA por Castellanos-Morales (2006), quien registró que las plantas y los mamíferos fueron los elementos encontrados en mayor frecuencia en sus excretas. Además, algunas de las semillas encontradas en las heces fueron de plantas nativas del Valle de México, como *Ficus* sp. y *Phytolacca icosandra*. (Castillo-Morales et al. 2009).

Entre los mamíferos, un grupo muy frecuente fueron los roedores; lo cual coincide con lo descrito por trabajos previos realizados cerca de zonas urbanizadas, donde al igual que en nuestro estudio, *Peromyscus* fue el género mayor reportado en las heces (Castellanos-Morales, 2006; Roadman, 2014). En este trabajo, se registró por primera vez el consumo de *Rattus rattus* y *R. norvegicus*, dos

de las especies de roedores exóticas y consideradas de las plagas más abundantes en la ciudades (Feng y Himsforth, 2014); lo cual refleja la naturaleza oportunista del cacomixtle, al aprovechar los recursos disponibles del sitio donde se encuentra, así como su importancia al brindar un servicio ecosistémico a la ciudad como controlador de plagas (Calderón, 2002; Poglayan-Neuwall y Toweill, 2016; Roadman, 2014).

Por otra parte, se reportó el consumo de individuos de la familia Soricidae, las cuales se han encontrado anteriormente en heces de cacomixtle en estudios elaborados en la REPSA (Castellanos-Morales, 2006) y en Tlazala, Estado de México (Navarrete, 2011). Es posible que el hallazgo de pelos de este mamífero en las heces se deba a que algunas de las excretas fueron recolectadas en sitios cercanos a Xochimilco, donde, de acuerdo con Naturalista (2019), se tienen registrados algunos avistamientos.

Por otra parte, los artrópodos se encontraron en 53% de las excretas, y coincidente con estudios previos, los órdenes encontrados en mayor frecuencia fueron Coleoptera y Orthoptera (Castellanos-Morales, 2006; Roadman, 2014). Asimismo, se registró por primera vez en la dieta del cacomixtle, individuos del orden Blattodea, al que pertenecen insectos como las cucarachas, comunes dentro de las ciudades.

Los elementos de origen antrópico se han reportado en otros estudios realizados cerca de zonas urbanizadas o zonas turísticas (Calderón, 2002; Castellanos-Morales, 2006; Castillo, 2008; Roadman, 2014; Sansores, 2016). Aun cuando no son elementos comestibles, su aparición es signo del consumo de comida antropogénica o de la búsqueda de esta en botes o vertederos de desechos orgánicos, inorgánicos o mixtos (Bateman y Fleming, 2012; Fedriani et al., 2001;



Roadman, 2014). A pesar de que todas las heces fueron recolectadas en un área antropizada, el porcentaje de elementos no comestibles fue menor al descrito en la REPSA (Castellanos-Morales, 2006). Lo anterior puede ser causa del tipo de análisis, ya que no quedan restos de alimentos antropogénicos en las excretas, por lo cual no se puede calcular qué porcentaje de alimento es el que están consumiendo (Castellanos-Morales *et al.*, 2009).

## 7. Conclusiones y perspectivas de estudio

Dados los resultados obtenidos y la discusión formulada, se llega a las siguientes conclusiones:

1. Se reportaron avistamientos de cacomixtle en todas las alcaldías de la Ciudad de México.
2. En general, la distancia promedio de los avistamientos es significativamente más corta hacia las áreas verdes urbanas que hacia las áreas protegidas y estas también son más cortas que las registradas a las zonas agrícolas. Asimismo, en las alcaldías con menor superficie de áreas protegidas, áreas verdes urbanas y zonas agrícolas, el número de cacomixtles es bajo, por lo que la falta de áreas verdes podría estar afectando su presencia.
3. Contrario a lo planteado en las hipótesis, hubo un efecto significativo y positivo de la densidad poblacional humana y uno negativo de la superficie de áreas verdes sobre el número de avistamientos. Es probable que esto se deba al sesgo que puede provocar el uso de datos de ciencia ciudadana, por lo que los modelos nos están mostrando los sitios donde es más probable que un cacomixtle sea reportado y no los factores que están influenciando su presencia en la ciudad.
4. Los cacomixtles tienen una dieta generalista. Si bien consume algunas especies nativas, se aprovecha de especies introducidas comunes en las ciudades, como ratas y cucarachas.

Este trabajo mostró un primer acercamiento sobre la distribución de los cacomixtles en la Ciudad de México, así como de sus hábitos alimentarios. La ciencia ciudadana nos permitió monitorear la especie en toda la ciudad y aumentar el conocimiento que se tenía sobre esta. Sin embargo, debido al sesgo ocasionado por una posible diferencia en el alcance del formulario, así como la dificultad de observación del cacomixtle en zonas fuera del hogar de los voluntarios, es recomendable complementar el uso de ciencia ciudadana con herramientas de monitoreo tradicional como cámaras o collares (Brown y Williams, 2019; Harvey et al., 2018; Lodi y Tardin, 2018). Además, se recomienda realizar estudios comparativos con los datos utilizados en este trabajo, debido a que algunos fueron obtenidos durante el periodo de confinamiento ocasionado por la COVID-19, donde estudios previos reportaron un mayor número de avistamientos en comparación con los realizados antes de la pandemia (Vardi *et al.*, 2021).

En el caso de los hábitos alimentarios, una de las limitantes con las que nos encontramos fue la recolección de excretas, ya que pocas personas podían identificarlas, lo que restringió los sitios de la ciudad donde obtuvimos las muestras. De igual forma, dado la cantidad de reportes que recibimos de personas que suelen alimentar a los cacomixtles, se sugiere realizar estudios de dieta por medio de DNA para conocer la frecuencia con la que están consumiendo comida antropogénica.

Nuestros resultados enfatizan la importancia de continuar con estudios sobre los efectos de la urbanización en la presencia de los cacomixtles, así como la creación de planes de manejo que permitan su conservación y eviten o mitiguen los problemas de su coexistencia con el ser humano. Asimismo, se reconoce el

alcance de la ciencia ciudadana en la elaboración de proyectos, debido a la cantidad de información que permite obtener, así como su importancia como herramienta de educación ambiental.

## Referencias

- Aceves-Bueno, E., Adeleye, A. S., Feraud, M., Huang, Y., Tao, M., Yang, Y. y Anderson, S. E. (2017). The accuracy of citizen science data: a quantitative review. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 98(4), 278-290.
- Adams, L. W., VanDruff, L. W. y Luniak, M. (2005). Managing urban habitats and wildlife. En C. E. Braun y M. D. Bethesda (eds.). *Techniques for Wildlife Investigations and Management*. CRC Press, Boca Raton, EUA, pp. 714-739.  
<https://doi.org/10.1093/condor/109.4.981>
- Alexander, L. F., Verts, B. J. y Farrell, T. P. (1994). Diet of ringtails (*Bassariscus astutus*) in Oregon. *Northwestern Naturalist*, 75(3), 97-101.
- Aranda, S., Martínez del Río, C., del C. Colmenero, L. y Magallón, M. (1980). *Los Mamíferos de la Sierra del Ajusco*. Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agropecuario del Distrito Federal, México.
- AUE, Atlas of Urban Expansion. (2016). *Cities*. En:  
<[http://atlasofurbanexpansion.org/cities/view/Mexico\\_City](http://atlasofurbanexpansion.org/cities/view/Mexico_City)>, última consulta: 15 de septiembre del 2021.
- Atwood, T. C. y Weeks, H. P. (2003). Spatial home-range overlap and temporal interaction in eastern coyotes: The influence of pair types and fragmentation. *Canadian Journal of Zoology*, 81(9), 1589–1597. <https://doi.org/10.1139/z03-144>
- Baker, P. J. y Harris, S. (2007). Urban mammals: What does the future hold? An analysis of the factors affecting patterns of use of residential gardens in Great Britain. *Mammal Review*, 37(4), 297–315. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2007.00102.x>
- Baldwin, R., Scherzinger, R., Lipscomb, D., Mockrin, M. y Stein, S. (2014). *Planning for land use and conservation: assessing GIS-based conservation software for land use planning*. US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 1-16. <https://doi.org/10.2737/RMRS-RN-70>

- Bárceñas, H. V. y Medellín, R. A. (2007). Registros notables de mamíferos en el sur del Distrito Federal, México. *Revista Mexicana de Mastozoología (nueva época)*, 11(1), 73-79. <https://doi.org/10.22201/ie.20074484e.2007.11.1.131>
- Barja, I. y List, R. (2006). Faecal marking behaviour in ringtails (*Bassariscus astutus*) during the non-breeding period: Spatial characteristics of latrines and single faeces. *Chemoecology*, 16(4), 219–222. <https://doi.org/10.1007/s00049-006-0352-x>
- Bateman, P. W. y Fleming, P. A. (2012). Big city life: Carnivores in urban environments. *Journal of Zoology*, 287(1), 1–23. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2011.00887.x>
- Bernal-Legaria, V. (2011). Abundancia del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Ciudad Universitaria, México, D.F. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Broman, D. J. A., Litvaitis, J. A., Ellingwood, M., Tate, P. y Reed, G. C. (2014). Modeling bobcat *Lynx rufus* habitat associations using telemetry locations and citizen-scientist observations: Are the results comparable? *Wildlife Biology*, 20(4), 229–237. <https://doi.org/10.2981/wlb.00022>
- Brown, E. D. y Williams, B. K. (2019). The potential for citizen science to produce reliable and useful information in ecology. *Conservation Biology*, 33(3), 561–569. <https://doi.org/10.1111/cobi.13223>
- CalBG, California Botanic Garden. (2009). *Catalog Seed California Botanic Garden*. En: <<http://www.hazmac.biz/seedphotoslistgenus.html>>, última consulta: 27 de octubre del 2021.
- Calderón, J. I. (2002). Hábitos alimentarios del babisuri *Bassariscus astutus saxiola* (Carnivora:Procyonidae), en la Isla Espíritu Santo, Baja California Sur. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Castellanos-Morales, G. M., García-Peña, N. y List, R. (2009). Ecología del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). En: Lot, A. y Cano-Santana, Z. (coords.). *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, pp. 371–381.

- 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”. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Castillo, G. E. R. (2008). Hábitos alimentarios de *Bassariscus astutus* en Arcos del Sitio Tepetzotlán, Estado de México y Tepeji del Río de Ocampo, Hidalgo. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Červinka, J., Drahníková, L., Kreisinger, J. y Šálek, M. (2014). Effect of habitat characteristics on mesocarnivore occurrence in urban environment in the central Europe. *Urban Ecosystems*, 17(4), 893–909. <https://doi.org/10.1007/s11252-014-0364-1>
- Clench, H. K. (1979). How to make regional lists of butterflies: some thoughts. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 33(4), 216-231.
- Colwell, R. K. (2013). *EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples*. Versión 9.
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2020). *Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y Privadas de México, 2020*. En: <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/anpest20gw.html>, última consulta: 15 de octubre del 2021.
- CONANP, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México. (2020). *Áreas Naturales Protegidas Federales de México, 2020*. En: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>, última consulta: 15 de octubre del 2021.
- Cruz, A., y Perdomo, H. (2016). Introducción. En CONABIO/SEDEMA (eds.). *La Biodiversidad en la Ciudad de México*. CONABIO/SEDEMA, Ciudad de México, México, pp.13-16.
- Ditmer, M. A., Iannarilli, F., Tri, A. N., Garshelis, D. L. y Carter, N. H. (2021). Artificial night light helps account for observer bias in citizen science monitoring of an expanding large mammal population. *Journal of Animal Ecology*, 90(2), 330–342. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13338>

- Dunno, O. (2015). Nonparametric pairwise multiple comparisons in independent groups using Dunn's test. *Stata Journal*, 15(1), 292–300.  
<https://doi.org/10.1177/1536867X1501500117>
- Eaton, E. R. y Kaufman, K. (2007). *Kaufman Field Guide to Insects of North America*. Houghton Mifflin Harcourt, Nueva York, EUA, pp.1-365.
- Fedriani, J. M., Fuller, T. K. y Sauvajot, R. M. (2001). Does availability of anthropogenic food enhance densities of omnivorous mammals? An example with coyotes in southern California. *Ecography*, 24(3), 325–331. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2001.tb00205.x>
- Feng, A. Y. T. y Himsforth, C. G. (2014). The secret life of the city rat: a review of the ecology of urban Norway and black rats (*Rattus norvegicus* and *Rattus rattus*). *Urban Ecosystems*, 17(1), 149–162. <https://doi.org/10.1007/s11252-013-0305-4>
- Fuller, K. T., Destefano, S. y Warren, P. S. (2010). Carnivore behavior and ecology, and relationship to urbanization. En S.D. Gehrt, S.P.S. Riley. y B.L. Cypher (eds.). *Urban Carnivores: Ecology, Conflict, and Conservation*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, EUA, pp.13–19.
- Gallo, T., Fidino, M., Lehrer, E. W. y Magle, S. B. (2017). Mammal diversity and metacommunity dynamics in urban green spaces: implications for urban wildlife conservation. *Ecological Applications*, 27(8), 2330-2341.  
<https://doi.org/10.1002/eap.1611>
- Gehrt, S. D., Brown, J. L. y Anchor, C. (2011). Is the urban coyote a misanthropic synanthrope? The Case from Chicago. *Cities and the Environment*, 4(1), 1–25.  
<https://doi.org/10.15365/cate.4132011>
- Geldmann, J., Heilmann-Clausen, J., Holm, T. E., Levinsky, I., Markussen, B., Olsen, K., Rahbek, C. y Tøttrup, A. P. (2016). What determines spatial bias in citizen science? Exploring four recording schemes with different proficiency requirements. *Diversity and Distributions*, 22(11), 1139–1149. <https://doi.org/10.1111/ddi.12477>
- Granados-Sánchez, D., López Ríos, G. F., Hernández-García, M. A. y Sánchez-González, A. (2004). Ecología de la fauna silvestre de la Sierra Nevada y la Sierra



del Ajusco. *Revista Chapingo: Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 10(2), 111–117.

Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X. y Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319(5864), 756–760. <https://doi.org/10.1126/science.1150195>

Gloor, S., Bontadina, F., Hegglin, D., Deplazes, P. y Breitenmoser, U. (2001). The rise of urban fox populations in Switzerland. *Zeitschrift Fur Säugetierkunde*, 66(3), 155–164.

Guevara-López, L., Botello-López, F. y Aranda-Sánchez, M. (2016). Mamíferos. En CONABIO/SEDEMA (eds.). *La Biodiversidad de la Ciudad de México, VOL. II*. CONABIO/SEDEMA, Ciudad de México, México, pp. 421-429.

Harrison, R. L. (2012). Ringtail (*Bassariscus astutus*) ecology and behavior in central New Mexico, EUA. *Western North American Naturalist*, 72(4), 495-506. <https://doi.org/10.3398/064.072.0407>

Harvey, G. K. A., Nelson, T. A., Paquet, P. C., Ferster, C. J. y Fox, C. H. (2018). Comparing citizen science reports and systematic surveys of marine mammal distributions and densities. *Biological Conservation*, 226, 92–100. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.07.024>

Haverland, M. B. y Veech, J. A. (2017). Landscape and urban planning examining the occurrence of mammal species in natural areas within a rapidly urbanizing region of Texas, EUA. *Landscape and Urban Planning*, 157, 221–230. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.06.001>

Hedblom, M. y Mortberg, U. (2011). Characterizing biodiversity in urban areas using remote sensing. En Xiaojun Yang (ed.). *Urban Remote Sensing: Monitoring, Synthesis and Modeling in the Urban Environment*. John Wiley y Sons, Hoboken, EUA, p. 288.

Hepinstall-Cymerman, J. (2011). Ecological modeling in urban environments: predicting changes in biodiversity in response to future urban development. En Xiaojun Yang (ed.). *Urban Remote Sensing: Monitoring, Synthesis and Modeling in the Urban Environment*. John Wiley y Sons, Hoboken, EUA, p. 358.

- Hortelano-Moncada, Y. y Cervantes, F. A. (2011). Diversity of wild mammals in a megalopolis: Mexico City, Mexico. En O. Grillo (ed.). *Changing Diversity in Changing Environment*. InTech, London, pp. 323-356.
- Hortelano-Moncada, Y., Cervantes, F. A. y Rojas-Villaseñor, R. (2016). Riqueza y conservación de los mamíferos silvestres de la Ciudad de México, México. En M.Y. Briones-Salas, Y. Hortelano-Mocada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas. y J. E. Sosa-Escalante (eds.). *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México, pp. 179-220.
- Hortelano-Moncada y Barragán-Saldaña, A. S., Fernández-Reyes, J. R., Cervantes, F. A., Barragán-Guerrero, L. y Gómez-Naranjo, M.V. (2021). Mammal species richness and new records in protected natural areas of the northern part of the metropolitan area of the Valley of Mexico. *THERYA*, 12 (3), 537-551.  
<https://doi.org/10.12933/therya-21-1074>
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). *Cartografía Geoestadística Urbana y Rural, Amanzanada, 2016*. México. En:  
<<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825209100>>, última consulta: 11 de septiembre del 2021
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Anuario Estadístico y Geográfico de la Ciudad de México, 2017*. INEGI, México, p. 506.  
<http://dx.doi.org/10.1787/9789264245174-en>.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censo de Población y Vivienda por Manzana Urbana de la Ciudad de México, 2020*. En:  
<<https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=10>>, última consulta: 11 de septiembre del 2021.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Anuario Estadístico y Geográfico por Entidad Federativa*. INEGI, México, pp. 5-80.
- IUCN, International Union for the Conservation of Nature. (2008). *Bassariscus astutus*. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-1*. En:

<<https://www.iucnredlist.org/species/41680/45215881>>, última consulta: 25 de junio del 2022.

- Jiménez-Valverde, A. (2000). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar los inventarios biológicos. *Rev Iber Aracnol*, 8, 151-161.
- Juárez-Herrera, C. (2022). Efectos de la urbanización sobre la distribución y densidad de *Sceloporus grammicus* (Phrynosomatidae) en la Ciudad de México. (Tesis de licenciatura no publicada). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Klare, U., Kamler, J. F. y MacDonald, D. W. (2011). A comparison and critique of different scat-analysis methods for determining carnivore diet. *Mammal Review*, 41(4), 294–312. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2011.00183.x>
- Karanth, K. K., Nichols, J. D., Hines, J. E., Karanth, K. U. y Christensen, N. L. (2009). Patterns and determinants of mammal species occurrence in India. *Journal of Applied Ecology*, 46(6), 1189–1200. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01710.x>
- Koch, D. B. (1983). Spring ranges, food habits, and habitat utilization of ringtails in the Geysers. *Transactions of the Western Section of the Wildlife Society*, 19, 67-75.
- Kowalski, B., Watson, F., Garza, C. y Delgado, B. (2015). Effects of landscape covariates on the distribution and detection probabilities of mammalian carnivores. *Journal of Mammalogy*, 96(3), 511–521. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyv056>
- Lacy, M. K. (1983). Home range size, intraspecific spacing, and habitat preference of ringtails (*Bassariscus astutus*) in a riparian forest in California. (Tesis de maestría). California State University, Sacramento, CA, EUA.
- Lamb, C. T., Ford, A. T., McLellan, B. N., Proctor, M. F., Mowat, G., Ciarniello, L., Nielsen, S. E. y Boutin, S. (2020). The ecology of human–carnivore coexistence. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(30), 17876–17883. <https://doi.org/10.1073/pnas.1922097117>
- Larson, R. N., Morin, D. J., Wierzbowska, I. A. y Crooks, K. R. (2015). Food habits of coyotes, gray Foxes, and bobcats in a coastal southern California urban landscape. *Western North American Naturalist*, 75(3), 339–347. <https://doi.org/10.3398/064.075.0311>

- Lodi, L. y Tardin, R. (2018). Citizen science contributes to the understanding of the occurrence and distribution of cetaceans in southeastern Brazil—a case study. *Ocean y Coastal Management*, 158, 45-55.  
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.03.029>
- Lowry, H., Lill, A. y Wong, B. B. M. (2013). Behavioural responses of wildlife to urban environments. *Biological Reviews*, 88(3), 537–549.  
<https://doi.org/10.1111/brv.12012>
- Madsen, E. K., Elliot, N. B., Mjingo, E. E., Masenga, E. H., Jackson, C. R., May, R. F., Røskaft, E. y Broekhuis, F. (2020). Evaluating the use of local ecological knowledge (LEK) in determining habitat preference and occurrence of multiple large carnivores. *Ecological Indicators*, 118, 0–3.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106737>
- Magle, S. B., Fidino, M., Lehrer, E. W., Gallo, T., Mulligan, M. P., Ríos, M. J., Ahlers, A. A., Angstmann, J., Belaire, A., Dugelby, B., Gramza, A., Hartley, L., MacDougall, B., Ryan, T., Salsbury, C., Sander, H., Schell, C., Simon, K., St Onge, S. y Drake, D. (2019). Advancing urban wildlife research through a multi-city collaboration. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(4), 232–239.  
<https://doi.org/10.1002/fee.2030>
- Martínez, R. (2010). La importancia de la educación ambiental ante los retos actuales. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 97–111.
- McCleery, R. (2015). Urban mammals. En J. Aitkenhead-Peterson. y A. Volder (eds.). *Urban Ecosystem Ecology*. Cambridge University Press, Nueva York, EUA, pp. 87–102. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr55.c5>
- McKinley, D. C., Miller-Rushing, A. J., Ballard, H. L., Bonney, R., Brown, H., Cook-Patton, S. C., Evans, D. M., French, R. A., Parrish, J. K., Phillips, T. B., Ryan, S. F., Shanley, L. A., Shirk, J. L., Stepenuck, K. F., Weltzin, J. F., Wiggins, A., Boyle, O. D., Briggs, R. D., Chapin, S. F. y Soukup, M. A. (2017). Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation*, 208, 15–28.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.05.015>

- McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, 127(3), 247–260. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.005>
- Milanesi, P., Mori, E. y Menchetti, M. (2020). Observer-oriented approach improves species distribution models from citizen science data. *Ecology and Evolution*, 10(21), 12104–12114. <https://doi.org/10.1002/ece3.6832>
- Montacer, N. J. (2009). Survey and habitat use of select carnivores with a further investigation on ringtails (*Bassariscus astutus*) in Palo Duro Canyon State Park, Texas. M.S. (Tesis de licenciatura). West Texas A & M University, Canyon, Texas, EUA.
- Naturalista. (2019). *Musaraña Orejillas Mínima Cryptotis parva*. En: <<https://www.naturalista.mx/observations/39428862>>, última consulta: 11 de mayo del 2022.
- Navarrete, L. A. (2011). Hábitos alimentarios del cacomixtle *Bassariscus astutus* (Carnivora: Procyonidae) en Tlazala de Fabela, Estado de México. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Newman, G., Graham, J., Crall, A. y Laituri, M. (2011). The art and science of multi-scale citizen science support. *Ecological Informatics*, 6(3-4), 217-227. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2011.03.002>
- O'Donnell, M. y DeNicola, A. J. (2006). Den site selection of lactating female raccoons following removal and exclusion from suburban residences. *Wildlife Society Bulletin*, 34(2), 366–370. [https://doi.org/10.2193/0091-7648\(2006\)34\[366:DSSOLF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0091-7648(2006)34[366:DSSOLF]2.0.CO;2)
- Okes, N. C. y O'Riain, M. J. (2019). Can opportunistic citizen sightings assist in the monitoring of an elusive, crepuscular mammal in an urban environment? *Urban Ecosystems*, 22(3), 483–492. <https://doi.org/10.1007/s11252-019-0829-3>
- Ordeñana, M. A., Crooks, K. R., Boydston, E. E., Fisher, R. N., Lyren, L. M., Siudyla, S., Haas, C. D., Harris, S., Hathaway, S. A., Turschak, G. M., Miles, A. K. y Van Vuren, D. H. (2010). Effects of urbanization on carnivore species distribution and

richness. *Journal of Mammalogy*, 91(6), 1322–1331. <https://doi.org/10.1644/09-MAMM-A-312.1>

PAOT, Procuraduría Ambiental del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México. (2010). *Presente y Futuro de las Áreas Verdes y Arbolado de la CDMX*. PAOT, México, pp. 20-240.

Parsons, A. W., Rota, C. T., Forrester, T., Baker-Whatton, M. C., McShea, W. J., Schuttler, S. G., Millspaugh, J. J. y Kays, R. (2019). Urbanization focuses carnivore activity on remaining natural habitats, increasing species interactions. *Journal of Applied Ecology*, 56(8), 1894–1904. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13385>

Poglayen-Neuwall, I. y Toweill, D. E. (1988). *Bassariscus astutus*. *Mammalian Species*, (327), 1-8.

Reyes-García, C. (2002). Índice de visitas a estaciones olfativas para evaluar los cambios estacionales en la población de cacomixtle *Bassariscus astutus* en el volcán Malinche, Tlaxcala, México. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Riley, S. P. D., Sauvajot, R. M., Fuller, T. K., York, E. C., Kamradt, D. A., Bromley, C. y Wayne, R. K. (2003). Effects of urbanization and habitat fragmentation on bobcats and coyotes in southern California. *Conservation Biology*, 17(2), 566–576. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01458.x>

R Core Team (2021). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

Roadman, A. A. (2014). Ringtail distribution, dermatoglyphics, and diet in Zion National Park, Utah. (Tesis de maestría). Utah State University, EUA.

Santini, L., González-Suárez, M., Russo, D., González-Voyer, A., von Hardenberg, A. y Ancillotto, L. (2019). One strategy does not fit all: determinants of urban adaptation in mammals. *Ecology Letters*, 22(2), 365–376. <https://doi.org/10.1111/ele.13199>

SEDEMA, Secretaría de Medio Ambiente. (2018). *Áreas Naturales Protegidas de la Ciudad de México, México*. En:

<<https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/inventario>>, última consulta: 20 de noviembre del 2021.

Shochat, E., Lerman, S. B., Anderies, J. M., Warren, P. S., Faeth, S. H. y Nilon, C. H. (2010). Invasion, competition, and biodiversity loss in urban ecosystems. *BioScience*, 60(3), 199–208. <https://doi.org/10.1525/bio.2010.60.3.6>

SIGCDMX, Sistema Abierto de Información Geográfica de la Ciudad de México. (2021). *Límites Geográficos por Alcaldía de la Ciudad de México, 2021*. En: <<https://sig.cdmx.gob.mx/>>, última consulta: 13 de diciembre del 2021.

Slatyer, R. A., Hirst, M. y Sexton, J. P. (2013). Niche breadth predicts geographical range size: a general ecological pattern. *Ecology letters*, 16(8), 1104–1114. <https://doi.org/10.1111/ele.12140>

Soberón, M. J. y Llorente, B. J. (1993). The Use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7(3), 480–488. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030480.x>

Soulsbury, C. D. y White, P. C. L. (2015). Human-wildlife interactions in urban areas: A review of conflicts, benefits, and opportunities. *Wildlife Research*, 42(7), 541–553. <https://doi.org/10.1071/WR14229>

Stark, J. R., Aiello-Lammens, M. y Grigione, M. M. (2020). The effects of urbanization on carnivores in the New York metropolitan area. *Urban Ecosystems*, 23(2), 215–225. <https://doi.org/10.1007/s11252-019-00923-0>

Tiago, P., Ceia-Hasse, A., Marques, T. A., Capinha, C. y Pereira, H. M. (2017). Spatial distribution of citizen science casuistic observations for different taxonomic groups. *Scientific reports*, 7(1), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-13130-8>

TIBCO Software Inc. (2020). *Data Science Workbench, Version 14*. En: <<http://tibco.com>>, última consulta: 10 de agosto del 2022.

Trapp, G. R. (1972). Some anatomical and behavioral adaptations of ringtails, *Bassariscus astutus*. *Journal of Mammalogy*, 53(3), 549-557. <https://doi.org/10.2307/1379044>

- Turner, J., Freeman, R. y Carbone, C. (2022). Using citizen science to understand and map habitat suitability for a synurbic mammal in an urban landscape: the hedgehog *Erinaceus europaeus*. *Mammal Review*, 52(2), 291–303.  
<https://doi.org/10.1111/mam.12278>
- UNDESA, United Nations Department of Economic and Social Affairs (2018). *The World's Cities in 2018*. United Nations, Nueva York, EUA, pp.1-34.
- Van Helden, B. E., Close, P. G. y Steven, R. (2020). Mammal conservation in a changing world: can urban gardens play a role? *Urban Ecosystems*, 23(3), 555-567.  
<https://doi.org/10.1007/s11252-020-00935-1>
- Vardi, R., Berger-Tal, O. y Roll, U. (2021). iNaturalist insights illuminate COVID-19 effects on large mammals in urban centers. *Biological Conservation*, 254, 108953.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.108953>
- Vilchis-Conde, J. M. (2020). Catálogo de pelos de guardia de los mamíferos de la Ciudad de México, México. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Walter, T., Zink, R., Laaha, G., Zaller, J. G. y Heigl, F. (2018). Fox sightings in a city are related to certain land use classes and sociodemographics: Results from a citizen science project. *BMC Ecology*, 18(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12898-018-0207-7>
- Wyatt, D. T. (1993). Home range size, habitat use and food habits of ringtails (*Bassariscus astutus*) in a central valley riparian forest, Sutter Co., California. (Tesis de maestría). California State University, Sacramento, CA, EUA.
- Zabala, J. y Zuberogoitia, I. (2003). Badger, *Meles meles* (Mustelidae, Carnivora), diet assessed through scat-analysis: a comparison and critique of different methods. *Folia Zoologica-Praha*, 52(1), 23-30.



## Anexo 1. Formulario de avistamientos de cacomixtles en la Ciudad de México

### Enlace del formulario

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScdk3K0HBAAE4ehvVvVNjSb-GijAHPiTPNncGuf9o3kenX5cQ/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScdk3K0HBAAE4ehvVvVNjSb-GijAHPiTPNncGuf9o3kenX5cQ/viewform?usp=sf_link)

### Avistamientos de cacomixtle en la CDMX

Si has visto algún cacomixtle en la Ciudad de México ayúdanos contestando este formulario. Somos parte del laboratorio de Ecología y conservación de Vertebrados Terrestres y nos interesa conocer sobre la distribución de los cacomixtles en la ciudad.

#### 1 ¿En qué alcaldía lo viste?

Xochimilco

Milpa Alta

Tlalpan

Magdalena Contreras

Álvaro Obregón

Coyoacán

Cuauhtémoc

Benito Juárez

Iztapalapa

Iztacalco

Miguel Hidalgo

Azcapotzalco

Gustavo A. Madero

Cuajimalpa

Venustiano Carranza

Tláhuac

#### 2 Coordenadas.

#### 3 Fecha en la que comenzaste a verlo.

#### 4 Tipo de registro

Individuo

Individuo muerto

Más de un individuo

crías

**5 Sube una foto o video**

**6 ¿En dónde lo viste?**

calle

casa

parque

otro

**7 Observaciones (se pelean con gatos, se comen tus gallinas, son atacados por perros, los envenenan, etc)**

## Anexo 2.

### Áreas con categoría de protección en la Ciudad de México y adyacentes a la entidad

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Categoría de Protección</b>	<b>Entidad</b>
El Histórico de Coyoacán	Federal	Parque Nacional	Ciudad de México
Ecoguardas	Estatad	Zona de Conservación Ecológica	Ciudad de México
Parque Ecológico de la CDMX	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Ciudad de México
San Nicolás Totolapan	Ejidal	Reserva Ecológica Comunitaria	Ciudad de México
San Miguel Topilejo	Comunitaria	Reserva Ecológica Comunitaria	Ciudad de México
San Bernabe Ocoteped	Comunitaria	Reserva Ecológica Comunitaria	Ciudad de México
San Miguel Ajusco	Comunitaria	Reserva Ecológica Comunitaria	Ciudad de México
Sierra de Guadalupe	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Ciudad de México
La Armella	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Ciudad de México
Bosques de las Lomas	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Ciudad de México
Sierra de Santa Catarina	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Ciudad de México
Ejidod de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Ciudad de México
La Loma	Estatad	Zona de Conservación Ecológica	Ciudad de México
Los Encinos	Estatad	Zona de Protección Hidrológica y Ecológica	Ciudad de México
Bosque de Tlalpan	Estatad	Zona Ecológica y Cultural	Ciudad de México
Cerro de la Estrella	Federal	Parque Nacional	Ciudad de México
Cumbres del Ajusco	Federal	Parque Nacional	Ciudad de México
Desierto de los Leones	Federal	Parque Nacional	Ciudad de México
Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla	Federal	Parque Nacional	Ciudad de México
Corredor Biológico Chichinautzin	Federal	Área de Protección de Flora y Fauna	Ciudad de México, Estado de México y Morelos.
Fuentes Brotantes de Tlalpan	Federal	Parque Nacional	Ciudad de México
Atizapán - Valle Escondido	Estatad	Parque Estatal	Estado de México
Metropolitano de Naucalpan	Estatad	Parque Estatal	Estado de México
Parque Estado de México-Naucalli	Estatad	Parque Estatal	Estado de México
Parque Estatal Santuario del agua Lagunas de Xico	Estatad	Parque Estatal	Estado de México

Cerro Pino Grande y Pino Chico	Estatad	Parque Estatal	Estado de México
Parque Otomí-Mexica	Estatad	Parque Estatal Ecológico, Turístico y Recreativo	Estado de México
San José Chalco	Estatad	Parque Estatal Ecológico, Turístico y Recreativo	Estado de México
Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo	Estatad	Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal	Estado de México
Santuario del agua y forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo-Temoaya	Estatad	Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal	Estado de México
Parque Tlalnepantla	Municipal	Parque Municipal	Estado de México
Parque Urbano Lomas Verdes	Municipal	Parque Urbano	Estado de México
Parque Urbano Cerro Gordo	Municipal	Parque Urbano	Estado de México
Cerro Ayaqueme-Volcán Huehuel	Estatad	Reserva Estatal	Estado de México
Barrancas Río La Pastora, Río de la Loma y Río San Joaquín	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ambiental	Estado de México
Barrancas del Huizachal, del Arroyo Santa Cruz y del Arroyo Plan de la Zanja	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ambiental	Estado de México
Barrancas del Huizachal, del Arroyo Santa Cruz y del Arroyo Plan de la Zanja	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ambiental	Estado de México
Barrancas del Huizachal, del Arroyo Santa Cruz y del Arroyo Plan de la Zanja	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Estado de México
Espíritu Santo	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Estado de México
Barranca México 68	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Estado de México
Barranca Tecamachalco	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Estado de México
Barrancas urbanas de Cuernavaca	Municipal	Zona Natural Protegida	Morelos

Anexo 2. Elaboración propia a partir de los datos del shapefile de “Áreas Naturales Protegidas Federales de México, 2020” y “Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y Privadas de México, 2020” de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).