



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD XOCHIMILCO

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**REGISTRO DEL SERVICIO SOCIAL
POR INVESTIGACIÓN**

**ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA
COMUNIDAD DE MAMÍFEROS DEL PARQUE ESTATAL CERRO
“EL FARO”**

**QUE PRESENTA LA ALUMNA
RESÉNDIZ TOVILLA LIDIA WINTZIN**

**Matrícula
2172044345**

ASESORES

**DRA. MALINALI CORTÉS MARCIAL
NÚMERO ECONÓMICO 40409**

**MTRO. IVAN ERNESTO ROLDAN ARAGON
NÚMERO ECONÓMICO 22489**

Ciudad de México

Fecha: 12 de enero de 2025

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	4
JUSTIFICACIÓN.....	4
OBJETIVO GENERAL	4
Objetivos específicos	4
ANTECEDENTES.....	5
Mamíferos.....	7
MARCO TEÓRICO	7
Bosques templados	7
Mamíferos medianos, grandes y su importancia	8
METODOLOGÍA	8
Área de estudio.....	8
Muestreo.....	10
Análisis de datos.....	11
Análisis del patrón de actividad de las especies	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
Riqueza de especies	14
Curva de acumulación	15
Número de registros por especie	15
Abundancia relativa	16
Análisis por cámara	16
Análisis por temporalidad.....	22
Patrones de actividad	26
Patrón de actividad por especie.....	27
Registro de especies silvestres y domesticas	29
CONCLUSIONES	31
REFERENCIAS	31

INTRODUCCIÓN

El Parque Estatal Cerro El Faro (PECEF), ubicado en las estribaciones del volcán Iztaccíhuatl en el municipio de Tlalmanalco, fue donado al gobierno del Estado de México en 1992 por la empresa papelería “Papeles de Calidad San Rafael S.A de C.V”, y en 2003 fue declarada como Área Natural Protegida (ANP) con el fin de proteger sus recursos naturales, además de esto, también se busca convertirlo en un espacio recreativo y educativo para la comunidad, con la administración de la Universidad Autónoma Metropolitana en conjunto con la SEMARNAT y el Gobierno del Estado (CEPANAF, 2005). El PECEF alberga una gran diversidad de comunidades biológicas, las cuales tienen relación con las características del sitio donde se desarrollan, y son aquellas especies cuyos requerimientos en cuanto a condiciones y recursos se ajustan al ambiente específico que habitan (Medrano, 2019).

Entre las comunidades del PECEF se integra la de los mamíferos, que es considerada clave para diversas funciones ecosistémicas, como su papel en la polinización de plantas ya sean silvestres o cultivadas o como controladores biológicos de plagas, entre otros. Es por ello, que el propósito de este trabajo es analizar la composición y la estructura de la comunidad de mamíferos medianos y grandes presentes en el PECEF, lo que ayudará no solo a conocer el estado de su diversidad y su papel en el ecosistema, sino también, a tomar las medidas necesarias para su aprovechamiento y ayuda a su conservación y restauración.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El incremento poblacional del municipio de Tlalmanalco ha desatado una serie de cambios, debido principalmente al incremento de los asentamientos irregulares que ocupan espacios desde el poblado de San Rafael hasta Tlalmanalco. Una de las consecuencias de lo anterior es la deforestación, uno de los problemas más acuciantes actualmente. Este proceso no solo reduce la vegetación, sino que también destruye el hábitat natural de muchas especies incluyendo a los mamíferos, esto disminuye la biodiversidad y altera los ecosistemas locales. Como consecuencia la fragmentación del hábitat, causada por la construcción de caminos y viviendas, divide las áreas naturales en porciones más pequeñas y aisladas, dificultando la migración y reproducción de los mamíferos y aumentando su vulnerabilidad. Otras alteraciones que se presentan son la presencia y libre acceso de animales domésticos, los cuales pueden causar alteraciones en el comportamiento, transmitir enfermedades, depredación y degradación del hábitat, lo cual puede desarrollar cambios directa o indirectamente en el hábitat y la dinámica poblacional de los mamíferos que habitan en el Parque Estatal Cerro El Faro (Charre-Medellín *et al.*, 2016).

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la composición y estructura de los mamíferos medianos y grandes en el PECEF?

JUSTIFICACIÓN

Los mamíferos son un grupo de organismos de alta importancia en los ecosistemas debido a que tienen gran sensibilidad a los cambios en el ambiente y a las perturbaciones antropogénicas. Las características específicas que estos poseen como su talla, alimentación, reproducción y hábitos hacen que requieran en su hábitat de una buena conectividad, calidad y abundante cobertura vegetal, entre otros, para un desarrollo óptimo (Samudio, 2017).

Debido a esta sensibilidad se consideran bioindicadores, lo que permite detectar el estado de conservación de los ecosistemas y las alteraciones en este (Pasian *et al.*, 2015). Su presencia es fundamental en el mantenimiento de los ecosistemas, ya que juegan papeles muy importantes, proporcionando servicios ambientales como la polinización, dispersión de semillas y, en su posición en la cadena trófica, como depredadores y presas (Forero, 2016).

Las comunidades de mamíferos en el PECEF han sido poco estudiadas, por lo que es fundamental conocer la composición y estructura de estas lo que nos permitirá registrar y evaluar el estado de conservación en la que se encuentran y también conocer la dinámica en su entorno. De esta manera se podrán tomar acciones específicas para mejorar los planes de conservación, en relación de la comunidad de mamíferos y el parque (Pasian *et al.*, 2015).

OBJETIVO GENERAL

Analizar la composición y estructura de los mamíferos medianos y pequeños del Parque Estatal Cerro El Faro.

Objetivos específicos

Conocer el estado de las comunidades de mamíferos pequeños y medianos en el PECEF

Conocer el patrón de actividad de los mamíferos del Parque Estatal Cerro el Faro

ANTECEDENTES

La presencia de los mamíferos en los ecosistemas es crucial ya que pueden indicar un correcto funcionamiento de los ecosistemas, por ello, es fundamental realizar trabajos de investigación con el propósito de conocer el estado de estas comunidades, su aprovechamiento y el uso del hábitat.

Las áreas naturales protegidas (ANP) son muy importantes para disminuir el impacto antrópico en las comunidades. Pozo-Muntuy *et al.* (2019) proporcionaron un panorama respecto a la efectividad que tienen estas en relación a la estructura y composición de mamíferos medianos y grandes en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote (REBISO), en la que se evaluó la variación espacial y se realizó una comparativa de la riqueza de especies en una zona núcleo, una de amortiguamiento y una de influencia; el estudio se llevó a cabo durante 2,835 días por medio de cámaras-trampa dando como resultado el registro de diecinueve especies pertenecientes a trece familias y siete órdenes. *Cuniculus paca* y *Dasyprocta mexicana* fueron las especies más frecuentes en las tres zonas, *Leopardus pardalis* y *L. wiedii* en la zona núcleo y *Didelphis virginiana* y *Nasua narica* fueron más frecuentes en la zona de amortiguamiento y en el área de influencia. La riqueza registrada en la reserva en comparación con otros estudios similares indica que es buena; las diferencias encontradas respecto a la composición de las comunidades en las diferentes zonas dentro de REBISO implican en la conservación de la biodiversidad, en la heterogeneidad del paisaje y sus funciones concluyendo que hay una gran relación entre el grado de actividad humana y la composición de mamíferos.

Existen otros trabajos que indican que las modificaciones al medio ambiente, sea de manera natural o inducida, provocan alteraciones a la estructura de los ecosistemas condicionando así la adaptación de la comunidad de los mamíferos a su medio ambiente. Es importante considerar el grupo de mamíferos carnívoros ya que son especies indicadoras de la conservación de los ecosistemas. Aldape-López (2011; Feldhamer, 2007), evaluó la estructura de los mamíferos carnívoros bajo la influencia del manejo forestal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, por medio de doce salidas mensuales, en cuatro transectos fijos de dos km buscando rastros y avistamientos, dos sitios se localizaron en un área de aprovechamiento y otros dos en un área de conservación. Los resultados mostraron el registro de nueve especies pertenecientes a cinco familias y nueve géneros, en donde la zona de manejo forestal presentó mayor riqueza debido a que el cambio en la cobertura vegetal en la ha proporcionado una ventaja al aumento de recursos para las presas de los carnívoros y por ello la mayor riqueza en esta zona. En algunos casos, el manejo adecuado de la zona puede ayudar a la conservación de la comunidad de mamíferos.

Hernández-Rodríguez *et al.* (2019) realizaron un estudio de la diversidad y estructura del ensamble de mamíferos medianos y grandes en zonas de tala de impacto reducido y en áreas de conservación en la sierra de Juárez de Oaxaca. Las acciones buscan disminuir el efecto en la biodiversidad y una baja repercusión en

la adaptabilidad al medio de las comunidades de mamíferos medianos y grandes. Se realizó un esfuerzo de muestreo de 1,320 días con cámaras trampa en 672 sitios conservados y 648 manejados. El resultado fue el registro de once especies de mamíferos, siete en sitios de manejo y nueve en sitios conservados que corresponden a siete familias y tres órdenes; el orden con más especies encontrados fue Carnívora. La riqueza estimada promedio fue de 88% y 97% en sitios conservados y manejados, respectivamente. Con respecto a la diversidad, los valores reafirman que el número de especies es similar en ambas zonas, lo que sugiere que el recambio de especies no está influenciado por el manejo forestal sino por factores como la heterogeneidad ambiental y topográfica del paisaje. Aunque los resultados indican que el manejo por tala de impacto reducido es compatible con la conservación de mamíferos medianos y grandes, es importante también evaluar si las interacciones ecológicas se mantienen y si son favorables para otros taxones.

La intervención antropogénica en los ecosistemas ha tenido un impacto directo en los mamíferos. El trabajo del análisis de la composición y estructura de los mamíferos de Forero (2016) evalúa el efecto de las plantaciones de palma de aceite en Orocué, Casanare en Colombia. El método que se ocupó para esta investigación fue la instalación de 25 cámaras-trampa, búsqueda por rastro y colocación de 285 puntos de muestreo, una vez registrados los datos se realizó una curva de acumulación, análisis del esfuerzo de muestreo y se calcularon las abundancias e índices de diversidad. El resultado fue un total de trece especies de mamíferos, doce de ellos se registraron en la zona de cobertura natural y seis especies en los cultivos de palma; respecto a las especies más abundantes se encontraron a *Hydrochoerus hydrochaeris* y *Odocoileus virginianus* en la zona de cobertura natural. También en esta zona fue donde se registró mayor diversidad; el grado de dominancia indicó que las dos zonas se encuentran en un nivel moderado de conservación, concluyendo que existe un efecto de disminución en las comunidades de mamíferos asociado a la creciente demanda del aceite de palma del país.

El trabajo de Liciotti E. (2013), nos muestra los efectos que tienen las urbanizaciones en las comunidades de micromamíferos no voladores. El estudio se realizó en 3 localidades del Monte Austral de la provincia de Neuquén, Argentina, con distintos grados de urbanización. Se realizó mediante técnicas de análisis comparativo multivariado (análisis de componentes principales, análisis de conglomerados) y pruebas de independencia Chi-cuadrado. El resultado demostró que la actividad antrópica genera nuevas condiciones en el ambiente, las cuales se ven reflejadas en la composición de estas comunidades y que propicia las condiciones adecuadas para el establecimiento de especies exóticas provocando un desplazamiento de algunas especies autóctonas.

Espinoza de los Monteros (2022), realizó un trabajo para analizar los servicios ecosistémicos de los mamíferos del PECEF, la identificación de nueve especies, ocho familias y dieciocho familias; entre estas especies se destaca *Bassariscus astutus* y *Sciurus aureogaster*, *Sylvilagus* sp, *Didelphis virginiana* y *B. astutus*. Esta información es muy útil debido a que por primera vez se da a conocer la diversidad de mamíferos medianos y grandes del PECEF, proporcionando así, información de

su estado general en el parque y de esta manera poder dar seguimiento a las acciones específicas de conservación y manejo según las necesidades que se presenten.

Mamíferos

Los mamíferos pertenecen a él taxón de vertebrados, sus principales características son las de poseer glándulas mamarias productoras de leche con el propósito de alimentar a sus crías, esta tiene un alto contenido graso y de proteínas, también, cuentan con especialización de dientes y poseen pelo de origen epidérmico en alguna etapa de su vida. Otra característica particular es que la mandíbula está formada por un solo hueso permitiendo mayores presiones, estos también tienen la característica de tener un sistema nervioso central que les permite tener una conducta compleja y la capacidad de tener aprendizaje (Sosa *et al*, 2000). En cuanto a sus órganos destacan por los sentidos de la vista, audición y olfato; otra característica muy importante es la del cráneo lo cual incluso ha permitido clasificarlos; su capacidad craneal aumentó en relación con el tamaño del encéfalo (Blanco, 2011).

MARCO TEÓRICO

Bosques templados

Los bosques templados de México son el segundo bioma más extenso del país con aproximadamente el 21% del territorio (Guzmán Mendoza *et al.*, 2014); son comunidades de árboles altos, en su mayoría pinos y encinos, aunque hay comunidades donde dominan otras coníferas como oyameles o pinabetes. Su clima regularmente es frío o templado y se desarrollan en zonas con temperaturas promedio entre 12 y 23°C, aunque en invierno la temperatura puede llegar hasta por debajo de cero grados. Estos ecosistemas se caracterizan por ser húmedos y subhúmedos, con una precipitación anual entre 600 y 1,000 mm. Se desarrollan sobre suelos muy variados desde limosos a arenosos y moderadamente ácidos, por lo general con abundante materia orgánica y hojarasca (CONABIO, 2021).

Los bosques templados en México son de alta importancia debido a que son ecosistemas que llevan a cabo funciones diversas y también por los servicios ambientales que estos ofrecen, entre ellos uno de los más importantes es la mitigación del cambio climático, además de esto los bosques templados conservan en ellos una alta diversidad de fauna y flora (Navár *et al.*, 2019)

Caballero-Cruz (2022) indica que los bosques son sistemas complejos compuestos por múltiples atributos estructurales que interactúan entre sí en diferentes niveles y es por ello que la investigación de su estructura es esencial para su manejo y conservación. Su estructura se relaciona con la producción total de biomasa, la conservación de la biodiversidad y las funciones del hábitat, por lo que el estudio de

sus atributos permite comprender la dinámica forestal, es decir, el estado actual y su desarrollo futuro (Caballero *et al.*, 2022).

Mamíferos medianos, grandes y su importancia

Los mamíferos pueden clasificarse en chicos, medianos y grandes; se incluyen especies terrícolas y voladoras, regularmente estos se pueden identificar fácilmente por su peso. Cuando estos tienen un peso inferior a 1 kg se consideran pequeños, mayor a este mediano y superior a los 20 kg se consideran de talla grande (Martínez, & Ortega, 2014).

En el estudio de los ecosistemas, es fundamental tomar en cuenta la composición de la fauna, particularmente, los mamíferos que son especies clave, ya que juegan un papel muy importante por su dinámica y mantenimiento de los sistemas ecológicos, conservando un equilibrio. Entre sus principales funciones se encuentran: barbechar, sembrar, fertilizar, regar, disminuir las malas hierbas, las plagas y cosechar, es decir, éstos realizan los servicios de polinizadores, agricultores y controladores biológicos de plagas, lo cual tiene un efecto positivo en los ecosistemas beneficiando a las especies con las que comparten hábitat, ya que tanto la vegetación como la fauna dependen unos de otros (Sosa *et al.*, 2000). El buen funcionamiento por la presencia de mamíferos pequeños, medianos y grandes no solo tiene efectos positivos en el equilibrio de los ecosistemas, sino también al proporcionar la disponibilidad de los recursos naturales que son aprovechados por las comunidades humanas, como la producción de alimentos, medicinas, aprovechamiento de madera, la práctica de caza, captación de agua y paisajes estéticos, entre otros (Martínez & Ortega, 2014).

METODOLOGÍA

Área de estudio

El Parque Estatal Cerro El Faro (PECEF) se encuentra ubicado en el Municipio de Tlalmanalco de Velázquez en el Estado de México; al norte colinda con el ejido de Tlalmanalco, al este y sur con la localidad de San Rafael y la colonia Solidaridad y al oeste con el ejido de San Juan Atzacualoya (Figura 1). El Parque es considerado un área natural protegida declarada y forma parte de la reserva ecológica de la Sierra Nevada por decreto del gobernador del Estado de México publicado en el Diario Oficial Estatal.

El PECEF tiene como objetivo “el favorecer la permanencia y conservación de la diversidad biológica a través del establecimiento y promoción de un conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar el deterioro de los ecosistemas” (SEMARNAT, 2013).

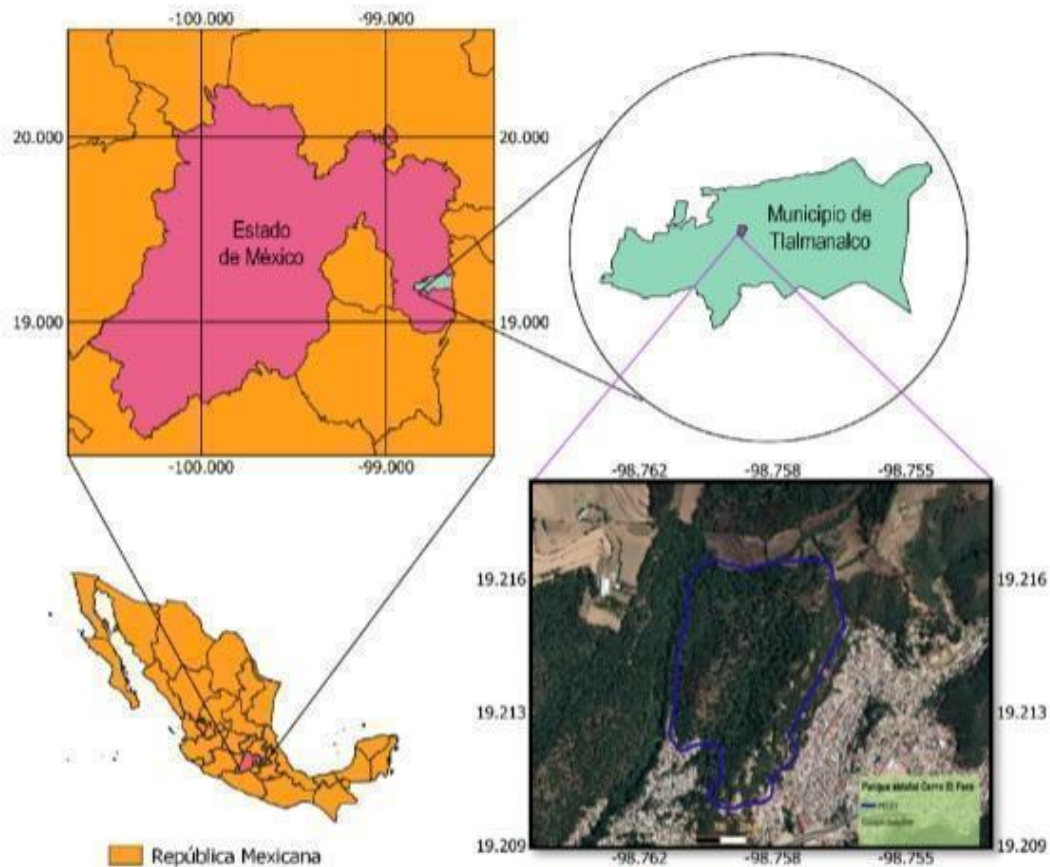


Figura 1. Localización del Parque Estatal Cerro el Faro (Franco-Bandajos, modificado por Córtes, 2022).

El PECEF es un área de importancia ya que además de promover la conservación, aporta servicios ecosistémicos (SE) a la comunidad, como la recolección de hongos y plantas, también regula el clima y la erosión. Entre sus funciones como ecosistema proporciona un hábitat óptimo a la fauna y flora del lugar proporcionando la conservación de la diversidad genética y ecológica que mantiene a las especies (Barrales, 2019).

El parque cuenta con un área de 40 ha; su geomorfología está constituida por colinas que se han producido por diferentes procesos naturales como la erosión, el deshielo, corrientes fluviales y erupciones volcánicas procedentes del volcán Iztaccíhuatl que se encuentra aledaño al parque; su altitud va de 2,500 hasta 2,680 msnm. La altitud de la zona produce que el clima sea templado subhúmedo, con una precipitación media anual de 1,092.6 mm, siendo febrero el mes más seco y Julio el mes más lluvioso; las heladas se presentan a partir del mes de noviembre y cesan en el mes de febrero. Respecto a la temperatura media anual de la zona esta se calcula en 13.2°C, dónde enero se considera el mes más frío (Barrales, 2019). La vegetación está representada principalmente por bosques de pino-encino atravesados por cañadas con elementos de bosque mesófilo de montaña (Audemar, 2011).

La flora de la zona está compuesta por 234 especies pertenecientes a 163 géneros y 74 familias. Los árboles juegan un papel muy importante en la estructura del lugar ya

que cuentan con una alta cobertura, son indicadoras de biodiversidad y forman parte de las funciones ecológicas más importantes. Gran parte de la cobertura forestal en el PECEF está compuesto por las familias Pinaceae, Fagaceae, Betulaceae y Cupressaceae. El establecimiento de las especies de estas familias se ve relacionado a la exposición y la pendiente del lugar (Barrales, 2019).

La composición de estos bosques los hace importantes reservorios de la fauna silvestre en el parque y en el eje Neovolcánico. El grupo de aves de la zona está representado por 10 órdenes, 38 familias y 161 especies. Se encuentran entre estos gavilancillos, calandrias, gorriones azulejos, chillones, charas, mulatos y tórtolas y se estima que el 75% de aves es residente y el 25% migratorias (Guzmán, 2014) En el grupo de reptiles se encuentran registradas diez especies correspondientes a cinco familias, principalmente lagartijas adaptadas a temperaturas menores a los 0°C. Los anfibios están representados principalmente por el orden Caudata y Anura correspondiente a tres familias: Plethodontidae, Ambystomatidae e Hylidae. En el PECEF se distribuyen cinco órdenes, diez familias y catorce especies de mamíferos, representados principalmente por conejos, ardillas y ratones, le siguen el orden de los carnívoros (gato, zorros, zorrillos, coyotes y mapaches) y en tercer lugar se encuentran los lince, todos con estado de conservación menor (Mendoza-Mondragon, 2022).

Muestreo

Se colocaron 8 cámaras trampa las cuales se posicionaron de forma estratégica en puntos donde se detectó previamente la presencia de mamíferos, estas se instalaron sobre árboles, matorrales o sobre el piso en posición perpendicular al camino, nivelada y plana con una distancia mínima de 500-700 m entre ellas (Figura 2).

Las cámaras se colocaron en abril del 2021 y se retiraron en septiembre del 2022, estas se revisaron mensualmente para verificar la carga de baterías y descargar la información de las memorias. Se recolectó todo el material contenido en las 8 cámaras y se extrajeron sólo las fotos con mamíferos ya que se encontró la presencia de otras especies. Cada una de las imágenes se registró en una base de datos que se asoció con el número de cámara, especie, hora y fecha. El número de individuos se registró con un margen de 24 horas para considerarlo como un individuo nuevo.

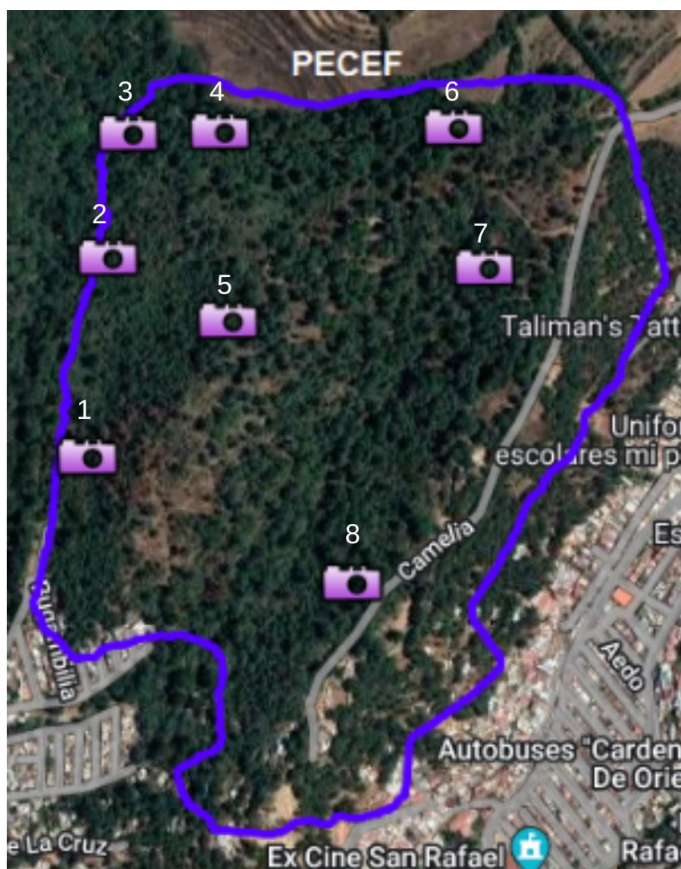


Figura 2. Localización de las cámaras trampa en el PECEF

Análisis de datos

La evaluación de la biodiversidad fue realizada mediante el uso del lenguaje de programación R (Versión 4.3.3, "Angel Food Cake") en el entorno de desarrollo integrado RStudio, complementada con el software Excel para el procesamiento de datos. El análisis se efectuó inicialmente sobre el conjunto completo de datos, seguido de análisis específicos por cámara y temporalidad, empleando diversos métodos de estimación de biodiversidad. Estos métodos incluyeron la cuantificación de la riqueza de especies, el conteo total de individuos, el índice de Simpson e inverso, así como el índice de Shannon-Wiener y su versión exponencial

A continuación, se presentan las fórmulas utilizadas para este análisis:

Riqueza: Para obtener la riqueza de especies se realizó un conteo de las especies observadas durante el tiempo de muestreo y también específicamente el de cada cámara.

Abundancia relativa: Para obtener el índice de abundancia relativa (IAR) por el método de fototrampeo se utilizó la siguiente formula

IAR= Número de fotos independientes (NFI) / Número total de fotos del muestreo (NFT)
* 100

Donde:

NFI = Se refiere al número de fotografías que se capturan en el muestro individualmente de las especies sin repetir en el tiempo de muestreo.

NFT = Es el número de todas las fotografías tomadas en el área en el tiempo de muestreo.

Se consideran registros fotográficos independientes si estas son consecutivas de diferentes individuos, si son fotografías consecutivas de la misma especie separada por un intervalo de 24 horas o fotografías no consecutivas de la misma especie (Forero, 2016).

Acumulación de especies: Se utilizó el modelo exponencial, analizando el patrón de acumulación de especies por medio de la siguiente formula:

$$E(S) = 1/z \ln(1 + zax)$$

Dónde:

E(S) =

a = la ordenada al origen, la intercepción en y representa la tasa de incremento de la lista al inicio de la colección.

z = 1-exp(-b), siendo b la pendiente de la curva.

x = número acumulativo de muestras.

Conforme la lista de especies aumenta, la probabilidad de añadir una nueva especie a la lista en cierto intervalo de tiempo disminuye proporcionalmente con el tamaño actual de la lista, hasta que eventualmente alcanza cero (Moreno *et al.*, 2011).

Índice de Simpson: en términos de dominancia, cuanto más alto sea el valor, mayor será la dominancia de ciertas especies en la comunidad (cita).

$$\lambda = \sum pi^2$$

Dónde:

λ =

pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Se buscará con esto la probabilidad de que 2 individuos tomados al azar de la muestra sean de la misma especie donde influyen las especies más dominantes

Inverso de Simpson: Al invertir este índice se obtiene una medida de diversidad más intuitiva, donde un valor más alto indica mayor diversidad.

$$\text{Inverso del índice de Simpson} = \frac{1}{\lambda} \quad \lambda = \sum (p_i)^2$$

Dónde p_i es la abundancia proporcional de la especie i y se obtiene mediante el número de individuos de la especie i entre número total de individuos de la muestra. (Proporción de individuos de la i -ésima especie) = n_i/N (Valdez *et al.*, 2018).

El índice de Simpson inverso refleja la diversidad de la comunidad, cuanto mayor sea el valor, más alta es la diversidad.

Índice de Shannon-Wiener

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

H' =

p_i =

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra y mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenece un individuo escogido al azar de una colección, por lo que se asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2011).

Exponencial de Shannon-Wiener

$$E = e^H$$

- E representa el exponencial del índice de Shannon.
- e es la base del logaritmo natural (aproximadamente igual a 2.71828).
- H es el índice de Shannon, que se calcula a partir de la distribución de frecuencia de las especies en un ecosistema.

El exponencial del índice de Shannon, también conocido como la exponencial de la entropía de Shannon, es una medida utilizada en teoría de la información y en ecología para cuantificar la diversidad de un sistema. El índice de Shannon en sí mismo es una medida de la diversidad de especies en un ecosistema, calculada a partir de la distribución de frecuencia de las especies presentes.

Análisis del patrón de actividad de las especies

Se analizaron los registros y la actividad de cada una de las especies e individuos, evaluando los parámetros en función de la temporalidad, expresada en años, meses y en la actividad registrada a lo largo de las 24 horas del día. La actividad diaria se clasificó en horas y patrones de comportamiento: diurnas, nocturnas, catemerales y crepusculares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Riqueza de especies

El esfuerzo de muestreo se extendió a lo largo de 548 días, durante los cuales se recopilaron un total de 705 observaciones de mamíferos pertenecientes a 5 órdenes, distribuidos en 8 familias y ocho especies. Además, se identificaron dos grupos ecológicos, dentro de los cuales se reconocieron seis especies como silvestres y dos como domesticas (Tabla 1).

Tabla 1. Lista taxonómica de los mamíferos presentes en el Parque Estatal Cerro el Faro, Estado de México.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Gremio
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	Omnívoro
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	Omnívoro
Carnivora	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	Omnívoro
	Canidae	<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro	Carnívoro
	Felidae	<i>Felis catus</i>	Gato	Carnívoro
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus oculatus</i>	Ardilla gris	Herbívoro
	Cricetidae	<i>Peromyscus</i> sp	Ratón de campo	Omnívoro
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	Herbívoro

Curva de acumulación

La curva de acumulación de especies indica que durante abril, mayo y junio de 2021 se registró el número máximo de especies ($S=8$); esta observación sugiere que la diversidad en el parque es baja, ya que los registros de mamíferos en Tlalmanalco son de 30 especies (CONABIO, 2021). Este resultado podría deberse a una variedad de factores ecológicos, como la falta de hábitats óptimos, la presencia de especies domesticadas o la influencia de actividades humanas presentes en el parque (Cervantes *et al*, 2023) (Figura 3).

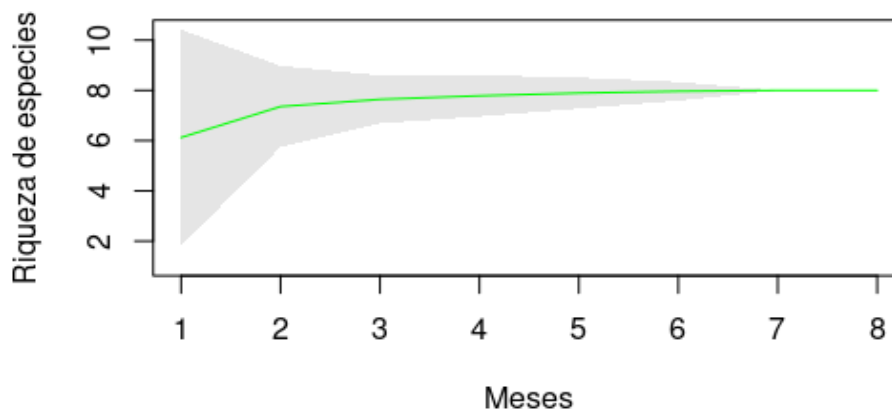


Figura 3. Curva de acumulación mamíferos presentes en el Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México.

Número de registros por especie

Durante todo el tiempo de muestreo *C. lupus familiaris* fue la especie que presentó mayor número de registros ($n=176$), mientras que *F. catus* presentó el menor número ($n=9$), la segunda especie más abundante es *S. cunicularius*, seguida de *Didelphis virginiana*. La abundancia de *C. lupus familiaris* está asociada a la proximidad de los asentamientos urbanos y al acceso libre al parque; en el caso de *S. cunicularius* y *D. virginiana* posiblemente sea por su capacidad de reproducción ya que estas tienen la característica de ser especies con una alta tasa de reproducción y mayor número de crías (Ceballos *et al.*, 2002) (Figura 4).

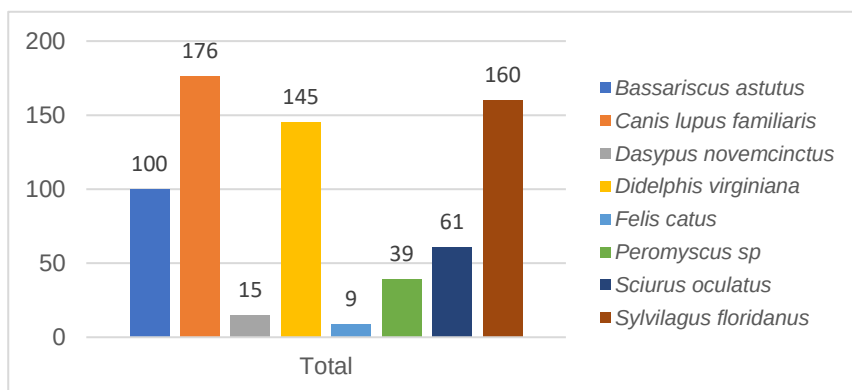


Figura 4. Número de registros fotográficos por especie dentro del Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México

Abundancia relativa

La abundancia de *Canis lupus familiaris* representa el 25% de la abundancia total de la comunidad (IAR: 0.25), abundancia que es similar a la de *Sylvilagus floridanus* (IAR=0.23) y *Didelphis virginiana* (IAR=0.21), estos resultados pueden estar atribuidos a las características y necesidades específicas de cada especie y a las condiciones presentes en el parque, este se encuentra cerca de zonas urbanas lo cual puede favorecer por medio de la disponibilidad de alimentos, también estas pueden adaptar su actividad y comportamiento evitando horarios donde concurren las personas con sus mascotas lo cual podría favorecer su abundancia (Lowry *et al.*, 2013).

En el caso de *C. lupus* puede estar justificada debido a que es una especie doméstica y los pobladores de los ejidos cercanos hacen uso del parque para actividades recreativas frecuentemente llevándolos en paseos matutinos y vespertinos (Figura 5).

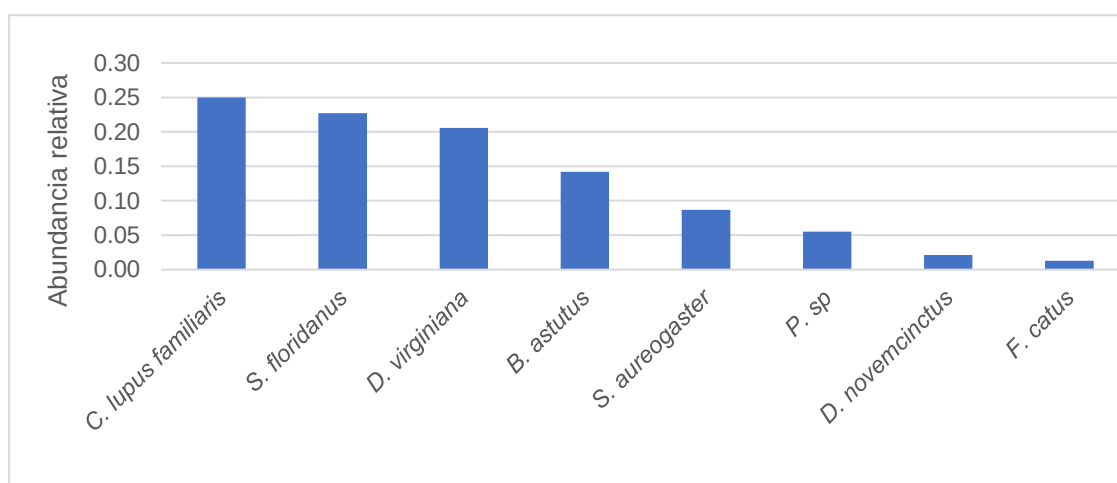


Figura 5. Abundancia relativa de especies de mamíferos registrados dentro del Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México.

Análisis por cámara

Riqueza de especies

El mayor número de especies ($S=7$) se registró en las cámaras número tres, cinco, seis y siete, mientras que solo se registró una especie en la cámara ocho (Figura 6).

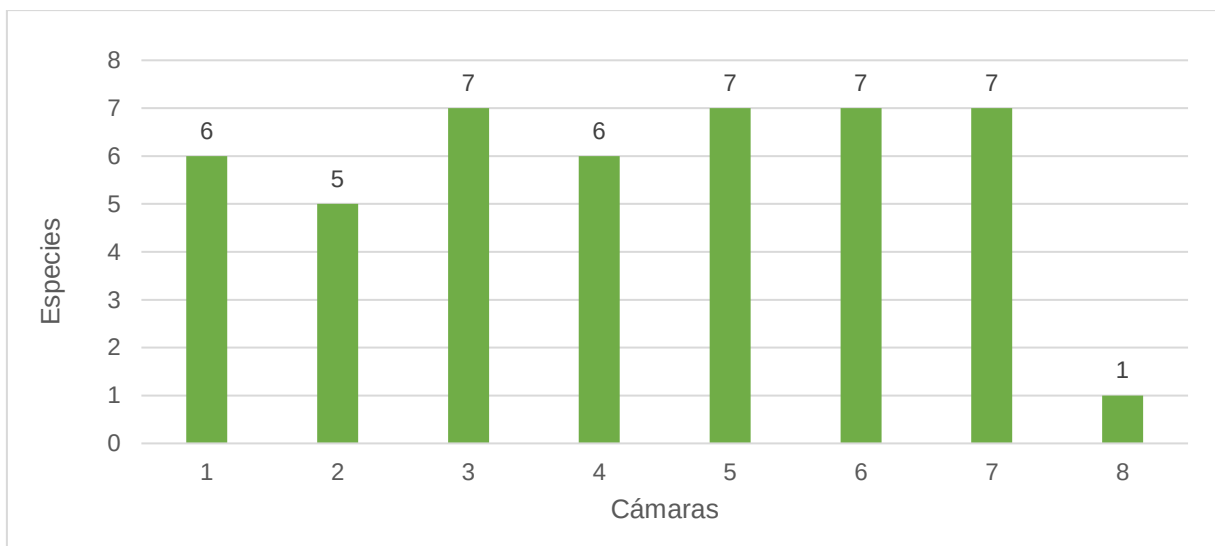


Figura 6. Riqueza de especies de mamíferos por cámara en el Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México

Número de registros

El mayor número de registros se obtuvo en la cámara cinco y seis con 166 y 155 registros respectivamente, mientras que, en la cámara ocho solo registraron cuatro individuos (Figura 7).

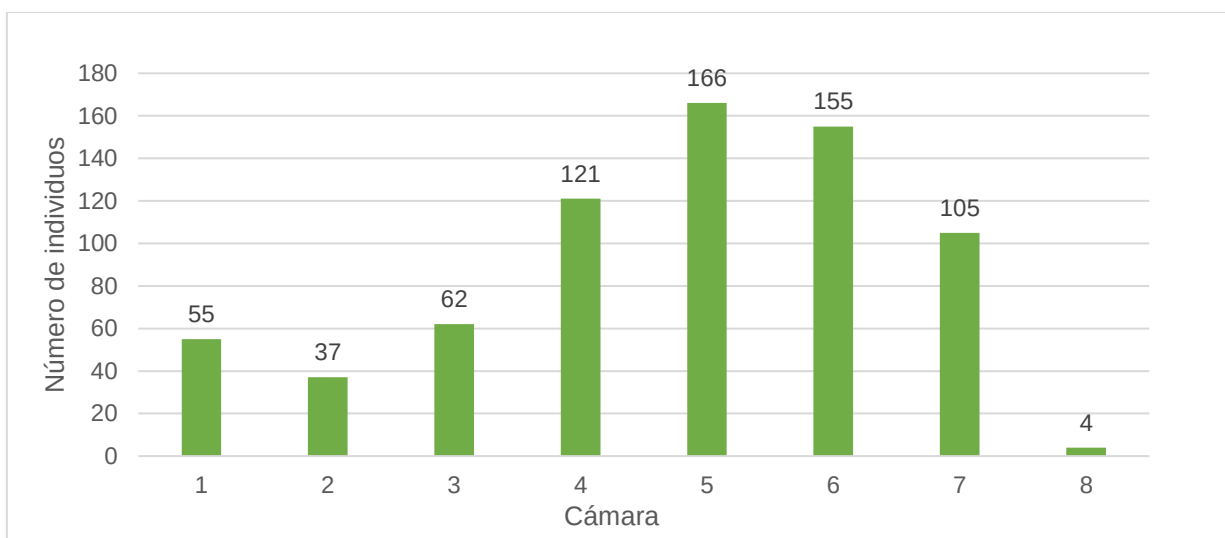


Figura 7. Registro de individuos de mamíferos por cámara del Parque Estatal Cerro El Faro.

La riqueza y número de registros en las cámaras cinco y seis podrían sugerir que estas están ubicadas en áreas con menor perturbación y en condiciones óptimas para las especies, ya que las áreas menos perturbadas suelen mantener hábitats en un estado más natural, lo que posiblemente indica que en estas zonas las especies encuentren una mayor riqueza vegetal, que les permite que cuenten con refugios y sitios de construcción de madrigueras, lo que permite a los mamíferos proteger a sus crías y asegurar su desarrollo (Ceballos *et al*, 2002).

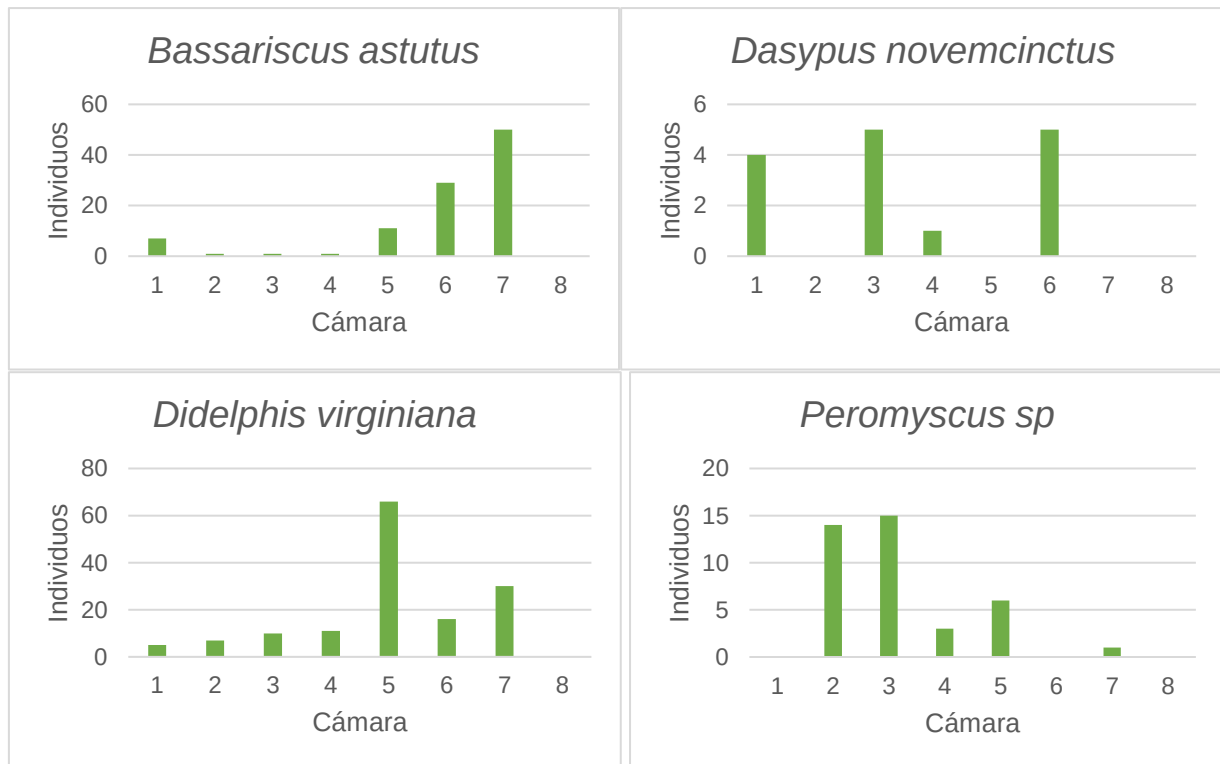
Abundancia de especies

Las observaciones muestran que existió una relación de las especies con respecto a los sitios en los que se encontraban las cámaras. *B. astutus* exhibió mayor abundancia en las cámaras siete y seis, mientras que tuvo menor en las cámaras dos y tres; *D. novemcinctus* fue más predominante en las cámaras seis y tres, con menor presencia observada en la cámara cuatro; *D. virginiana* mostró una mayor abundancia en las cámaras cinco y siete, en contraste con la menor registrada en la cámara uno.

Peromyscus sp presentó la más elevada en las cámaras tres y dos, y una actividad reducida en la cámara siete, *S. oculatus* mostró una mayor abundancia en la cámara seis, con una actividad disminuida en la cámara uno, *S. floridanus* predominó en las cámaras cuatro y seis, y exhibió una menor en la cámara uno, *F. catus* fue más frecuentemente registrado en la cámara seis, con menor registro en la cámara cinco.

Finalmente, *C. lupus familiaris* fue predominantemente registrado en las cámaras cinco y seis, con una abundancia reducida en la cámara ocho. Las especies silvestres exhibieron una mayor actividad en las cámaras tres, cinco y seis y una actividad menor en las cámaras uno y siete. Por otro lado, las especies domésticas mostraron una presencia más destacada en las cámaras cinco y seis.

La abundancia de las especies podría reflejar la disponibilidad de alimentos, refugio, cobertura vegetal, entre otros (Tilman, 1994) (Figura 8).



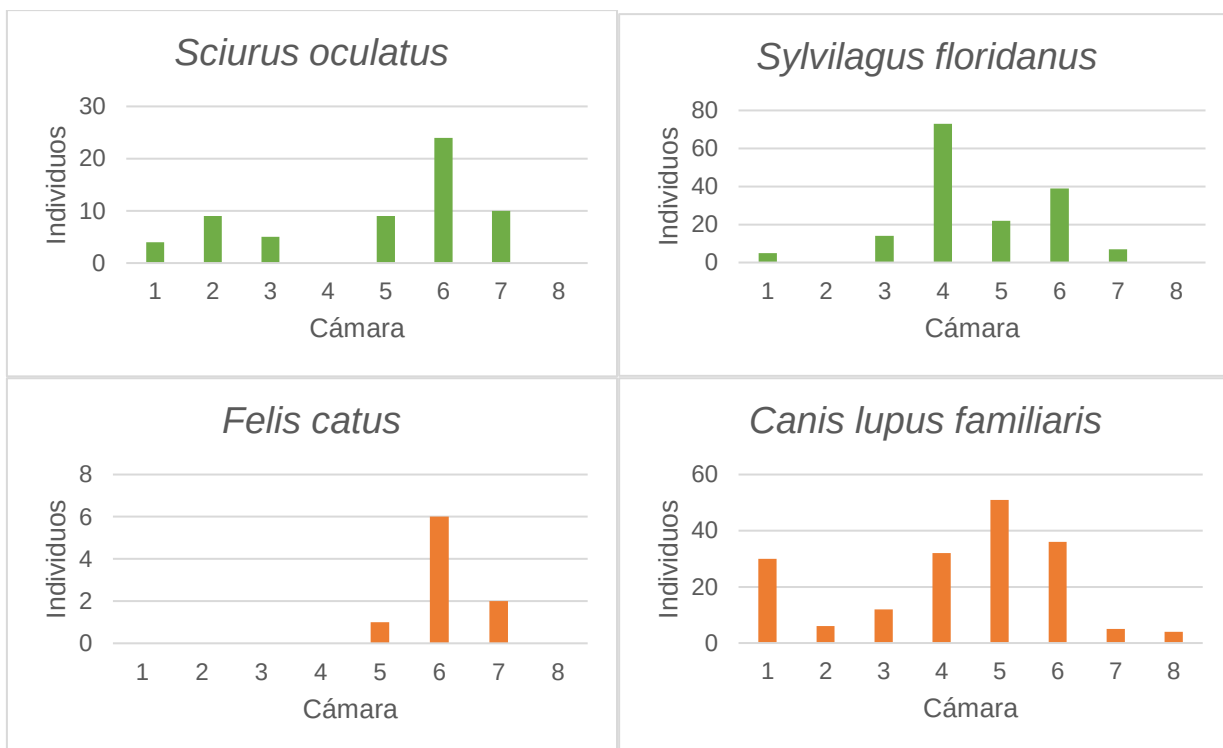


Figura 8. Registro de abundancia de cada especie por cámara trampa en el Parque Estatal Cerro el Faro, Estado de México.

Índice y exponencial de Shannon-Wiener

El análisis del índice de Shannon-Wiener revela que las cámaras tres y seis exhibieron la mayor diversidad ($H=1.87$ y 1.85), mientras que la cámara ocho mostró la mínima diversidad ($H=0.5$) (Figura 9).

La diversidad expresada en el exponencial de Shannon indicó valores máximos en las cámaras tres ($q_1=6.5$) y seis ($q_1=6.4$) y una mínima en la cámara ocho ($q_1=1.6$). Esto sugiere que las cámaras tres y seis cuentan con una comunidad de 6.4 especies igualmente de abundantes en comparación con otras áreas estudiadas.

El análisis del índice de Shannon-Wiener y su exponencial revelan una diversidad baja en los sitios de muestreo, así como una discrepancia significativa en los valores de diversidad entre las cámaras, lo que sugiere diferencias sustanciales en la distribución y equidad de las especies dentro del área de monitoreo. Este patrón podría atribuirse a las necesidades ecológicas específicas de cada especie y a las características ambientales particulares de cada sitio, las cuales podrían estar influyendo en la presencia de mamíferos en determinadas zonas. Es relevante destacar la influencia de la presencia humana y de animales domésticos en las áreas donde estos se desarrollan, dado que constituyen un factor de presión sobre las especies, lo que podría tener un impacto directo en su distribución dentro del parque (Figura 9 y 10).

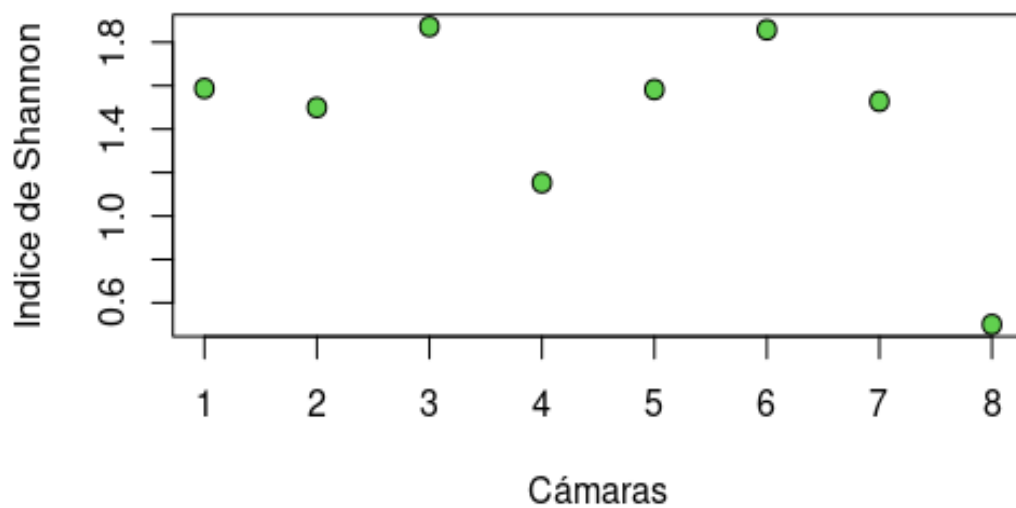


Figura 9. Análisis de la diversidad de especies por cámara registradas dentro del Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México.

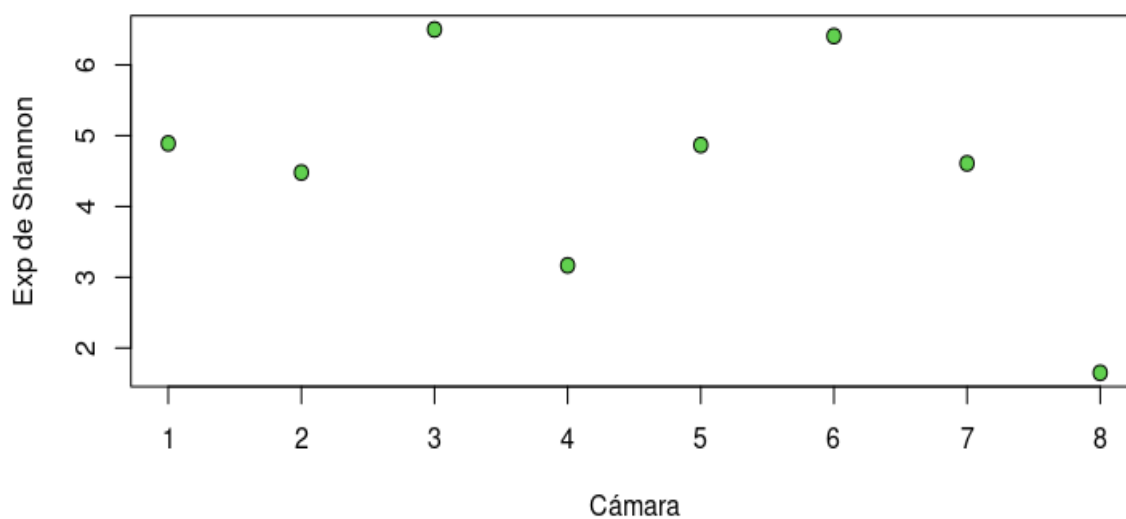


Figura 10. Análisis exponencial de la diversidad de especies registradas por cámara dentro del Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México.

Índice de Simpson

El análisis del índice de Simpson revela que las cámaras tres y seis exhiben una mayor dominancia de especies, con un valor de $D=0.82$. Esto significa que, en estas cámaras pocas especies son más abundantes en comparación con otras, y que hay una alta probabilidad de que las especies más comunes sean encontradas en estos sitios (Figura 11)

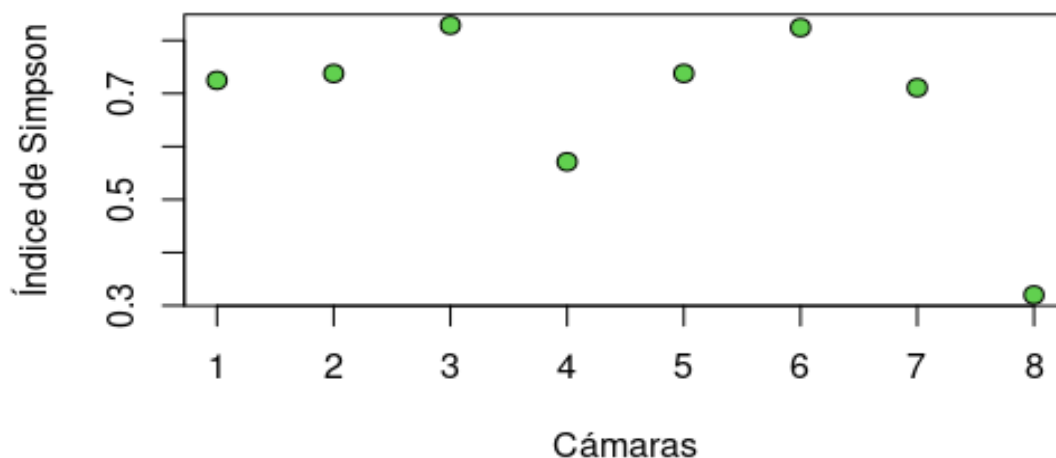


Figura 11. Índice de dominancia de Simpson por cámara dentro del Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México.

Índice inverso de Simpson

Se registraron valores máximos en las cámaras tres y seis, con valores de $q^2 = 5.8$ y 5.6 , respectivamente. Esto indica que cinco especies cuentan con mayor dominancia en comparación con otras y las demás cámaras, lo que podría adjudicarse a que los sitios les conlleven ventajas de recurso y reproducción.

También es importante destacar que son puntos que frecuentan las especies domesticas lo cual puede tener un efecto sobre las especies silvestres por el papel que juegan como depredadores de estas (Krebs, 2014) (Figura 12)

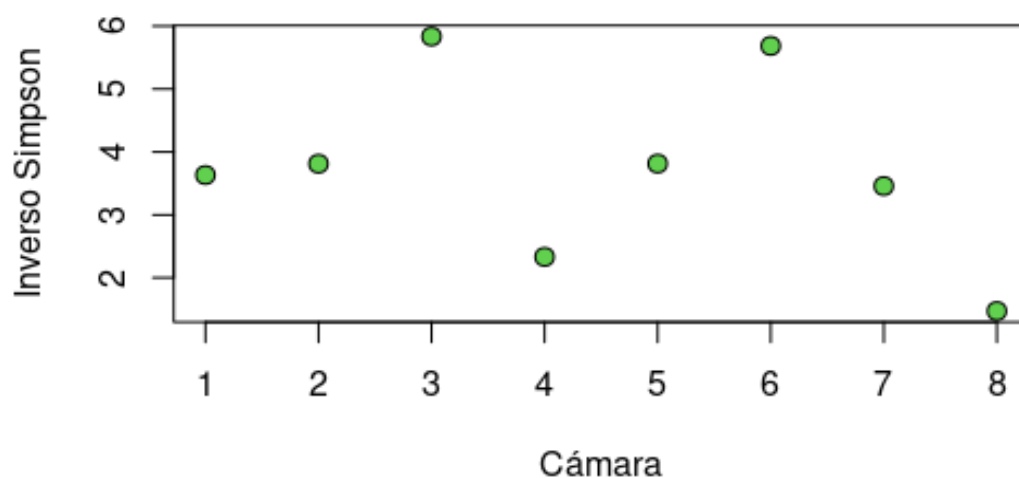


Figura 12. Análisis de inverso de Simpson por cámara dentro del Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México

Análisis por temporalidad

Riqueza de especies

En noviembre de 2021, abril de 2022 y julio de 2022 se registró el máximo número de especies ($S=8$), mientras que en septiembre de 2022 se observó el menor ($S=2$) (Figura 13).

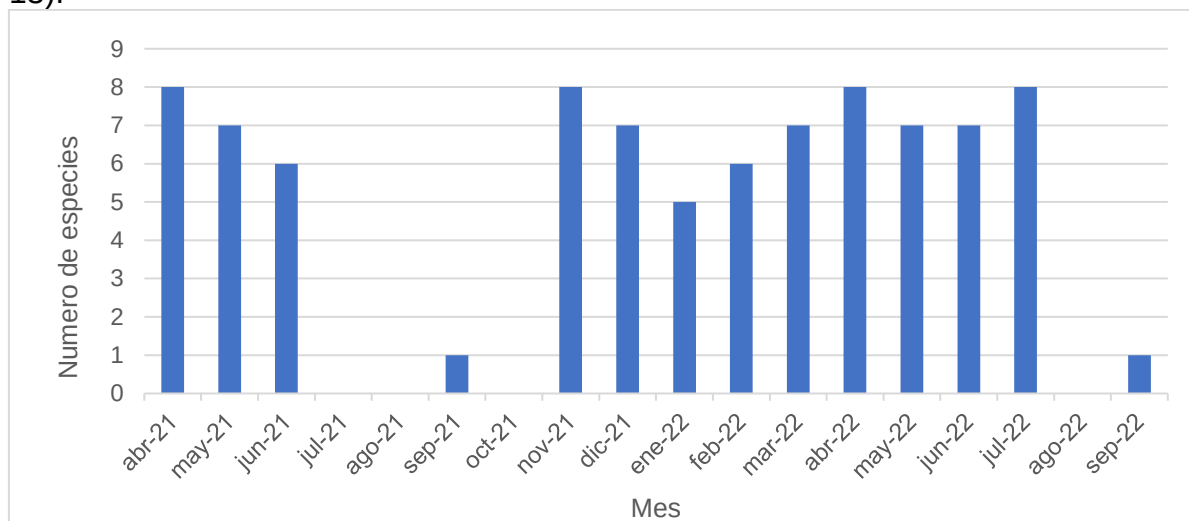


Figura 13. Análisis de la riqueza de especies por mes dentro del Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México.

Número de individuos

Los meses en donde se presentaron el mayor número de individuos fueron abril, febrero y marzo del 2022 con 90, 87 y 86 registros, respectivamente (Figura 14).

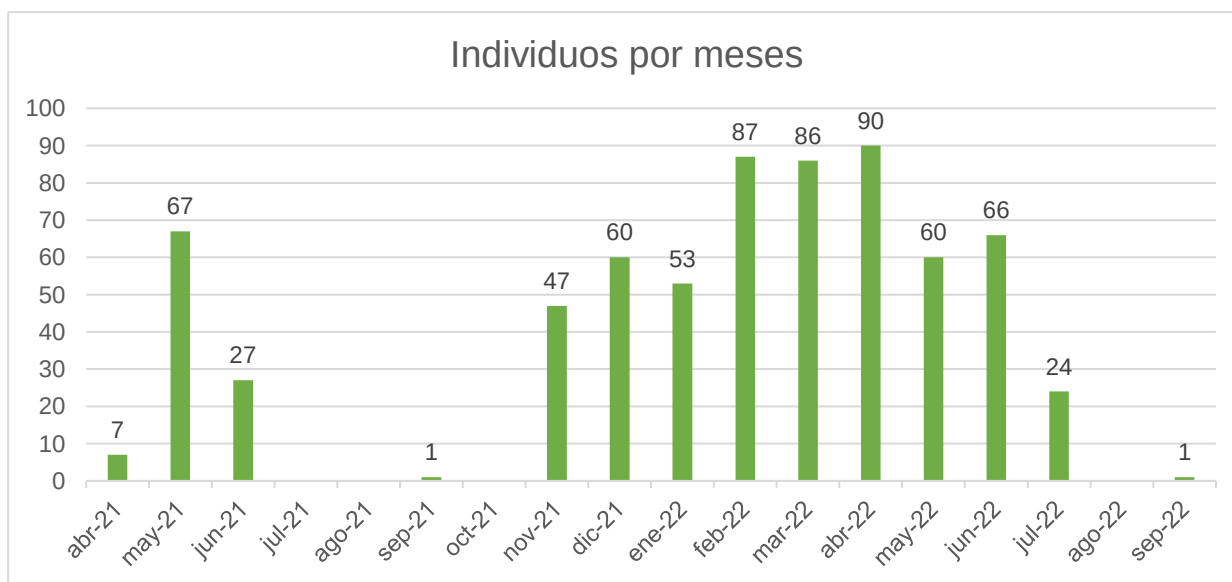


Figura 14. Análisis de individuos registrados por mes dentro del Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México.

Número de registros por especie

Los meses en donde se presentaron todas las especies fueron noviembre de 2021, abril y julio de 2022, mientras que el mes de septiembre del año 2021 y 2022 presentó solo una especie. El análisis específico de la presencia de especies reveló que *C. lupus* se encontró presente durante los 14 meses de muestreo, destacándose como la especie con mayor frecuencia de registro seguido de *B. astutus* y *D. novemcinctus*, las cuales fueron detectadas en 12 meses. En contraste, la presencia de *F. catus* fue la más limitada, registrándose únicamente durante cinco meses (Figura 15).

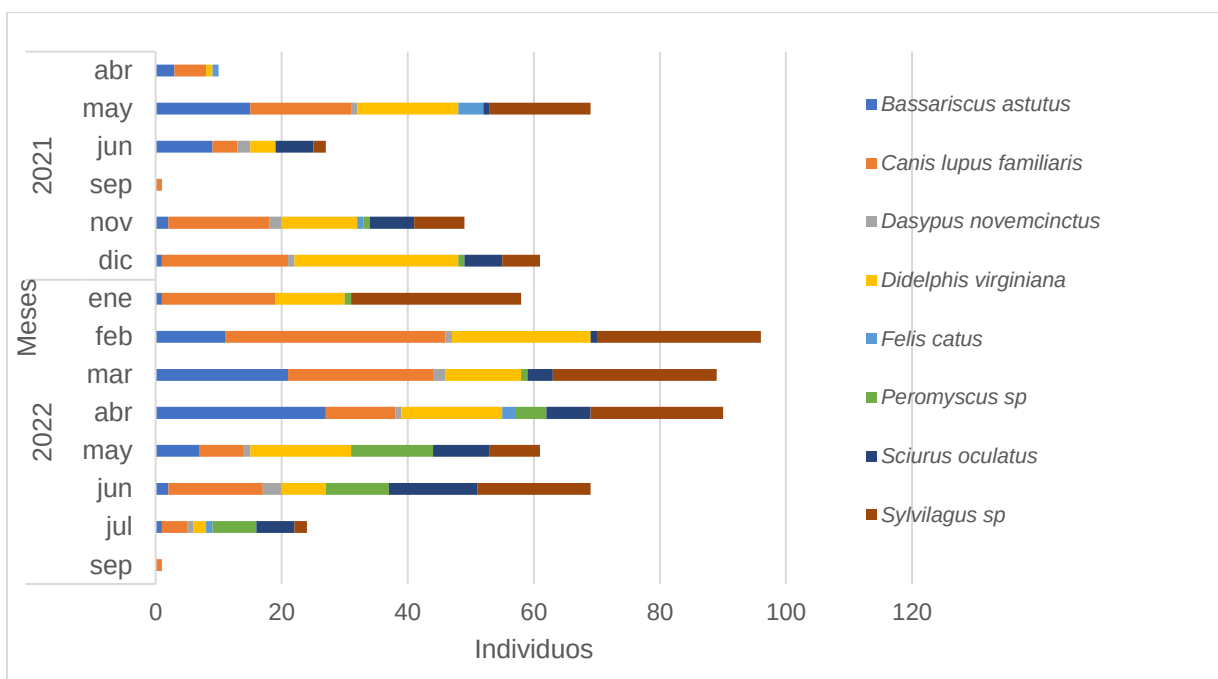


Figura 15. Registro de actividad de cada especie por mes del Parque Estatal Cerro el Faro, Estado de México.

La riqueza de las especies y el número de individuos que se registraron durante estos meses en mayor y menor número pueden interpretarse como el resultado de las condiciones ambientales presentes en el parque, los cambios estacionales, el clima, las temporadas de reproducción de cada especie, depredación y la competencia. Estos factores son variables a lo largo del año por lo que la presencia de las especies fluctúa en relación a estas, además de las alteraciones antropogénicas presentes en el parque, la presencia de personas y de animales domésticos podrían alterar el comportamiento de las especies silvestres y alejarlas de las zonas concurridas. Estos podrían ser indicadores del contraste en los resultados de las especies por mes en el tiempo de muestreo (Krebs, 2014).

C. lupus se destaca como la especie dominante en términos de frecuencia de registro, esto podría ser ya que son animales domésticos en su mayoría y su presencia es esencialmente en paseos matutinos por sus dueños.

Índice y exponencial de Shannon-Wiener

La diversidad de mamíferos expresada en el índice de Shannon-Wiener por mes, indicó la mayor diversidad en mayo de 2022 ($H= 1.94$) y en junio de 2022 ($H=1.92$). Por otro lado, septiembre de 2022 presentó menor diversidad ($H=0.2$) (Figura 16).

La diversidad expresada en el exponencial de Shannon señaló valores máximos en el mes de mayo de 2022 ($q1= 6.9$) y junio de 2022 ($q1=6.8$) y una mínima en septiembre de 2022 indicando mayor número de especies comunes en los meses de mayo y junio del 2022 en comparación a los demás. ($q1=1.6$) (Figura 17).

Los valores más altos se presentaron en mayo y junio del 2022 indicando una distribución más equitativa de los individuos, en contraste, el valor más bajo en septiembre de 2022 sugiere una menor, estos podrían indicar cambios en los sitios conforme a la temporalidad del muestreo (Krebs, 2014).

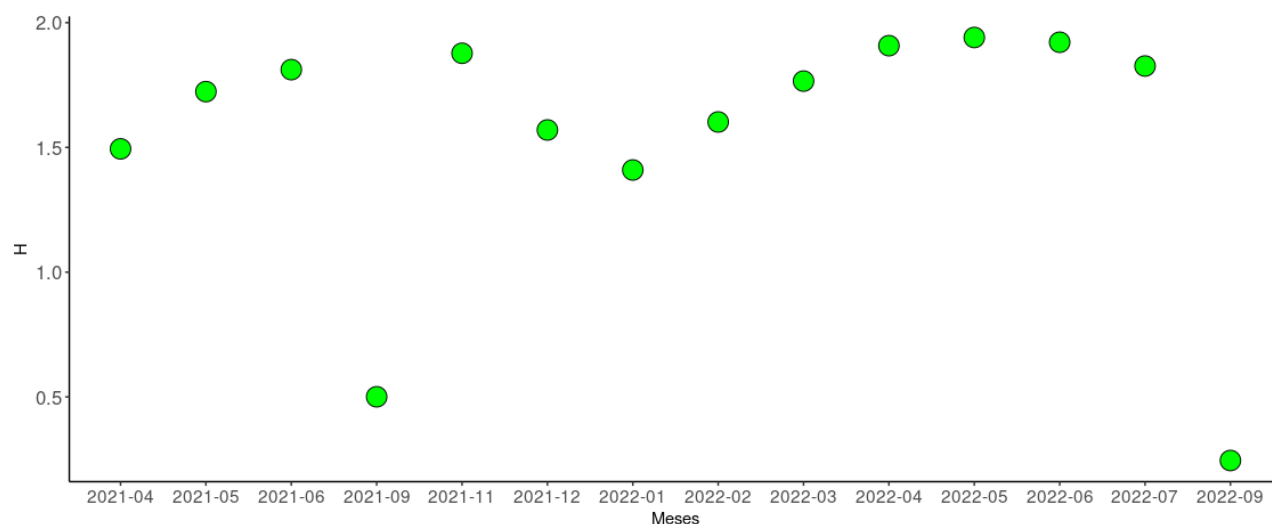


Figura 16. Análisis de la diversidad de especies registradas por meses dentro del Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México.

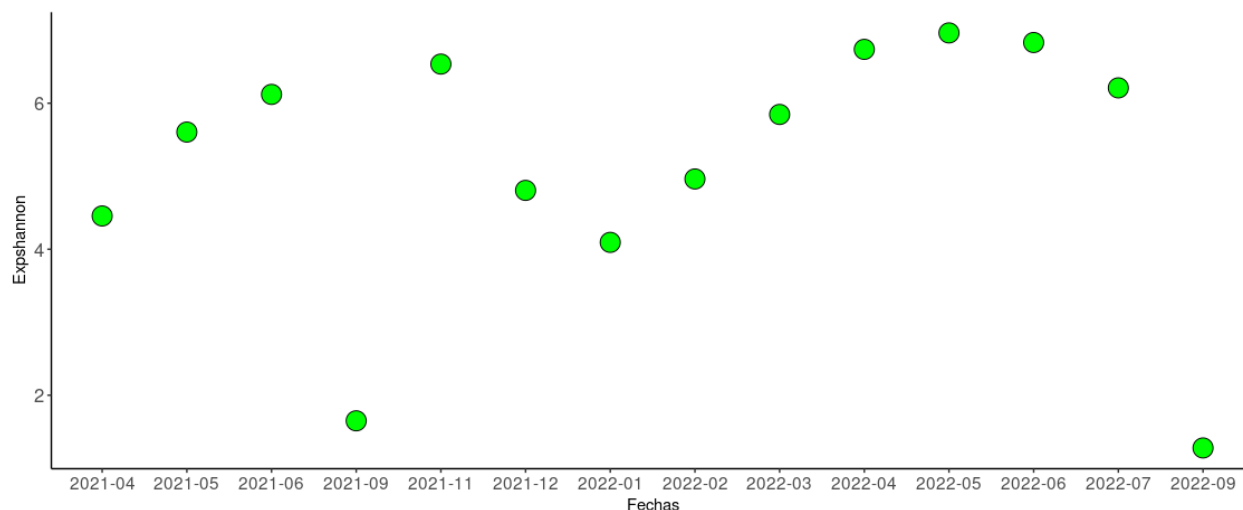


Figura 17. Análisis de la diversidad de especies registradas en el Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México.

Índice de Simpson

La diversidad expresada en el índice de Simpson indica que existe mayor dominancia de especies en los meses de mayo y junio de 2022 ($D=0.84$), seguido del mes de mayo en el 2021 ($D=0.82$). Esto refleja una comunidad donde pocas especies dominan interpretando que en estos meses hay especies que son más abundantes en comparación con otras especies, probablemente por una mejor adaptabilidad a su medio (Figura 18).

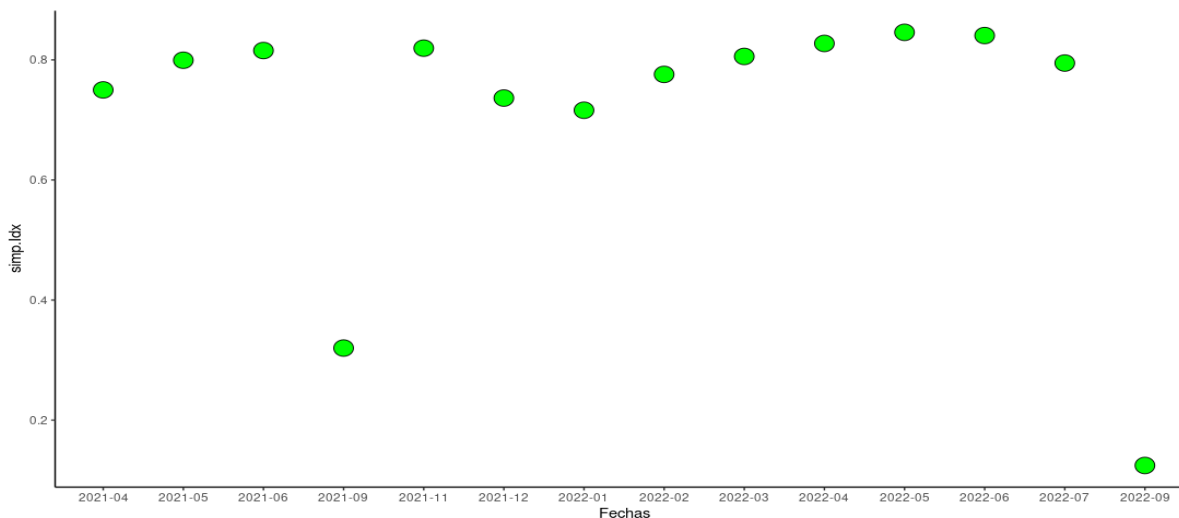


Figura 18. Índice de dominancia de Simpson por mes dentro del Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México.

Inverso de Simpson

El análisis del inverso de Simpson señaló que en mayo de 2022 y junio de 2022 se obtuvieron valores de $q_2=6.4$ y $q_2=6.2$ respectivamente, sugiriendo que, durante estos meses seis especies fueron dominantes probablemente debido a las condiciones favorables que se presentaron en el parque para algunas especies. Estos meses son una época de mayor actividad para los mamíferos medianos y pequeños, debido a que muchos entran en la temporada de cría, además los recursos alimenticios son más abundantes, lo que fomenta más movimiento, explicando por qué la abundancia en este tiempo no estuvo distribuida equitativamente (Pearson, 2008) (Figura 19).

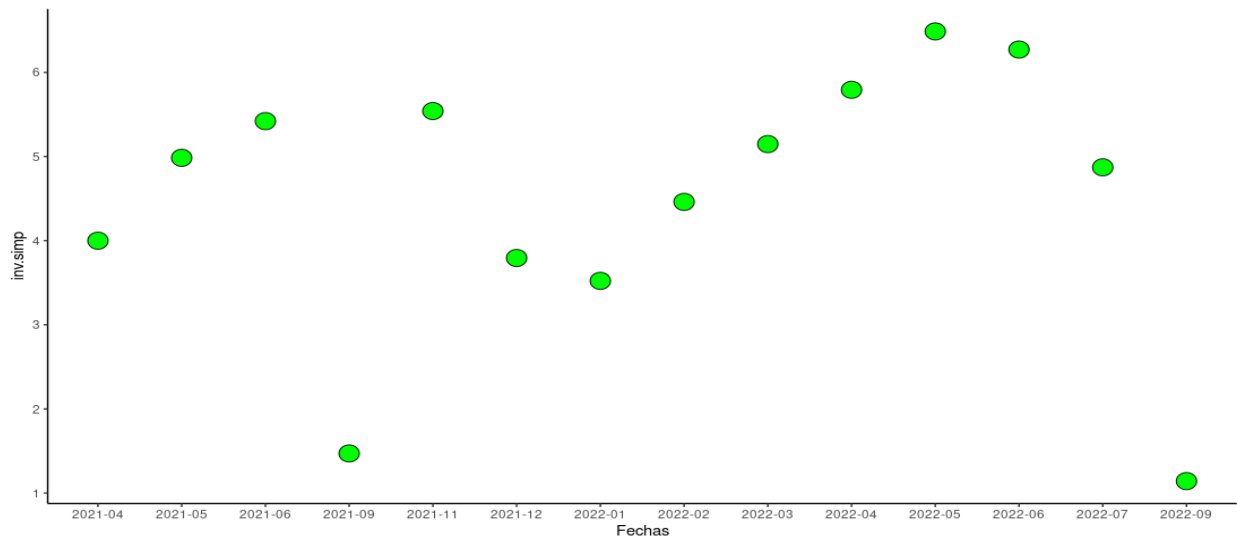


Figura 19. Análisis de inverso de Simpson por mes dentro del Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México.

Patrones de actividad

El horario con mayor actividad de especies fue las 04:00 am y 10:00 pm, con un total de siete especies identificadas, por otro lado, el horario de las 05:00 am mostró el menor número de especies registradas, con un total de 3. Estos horarios pueden coincidir con los periodos de mayor actividad para especies nocturnas y crepusculares (Figura 20).

El horario de las 07:00 am mostró el mayor número de individuos registrados, principalmente debido a la presencia de la especie *Canis lupus*, este comportamiento se podría explicar debido a que es el horario en que estos ingresan al parque acompañados por sus dueños (Figura 21).

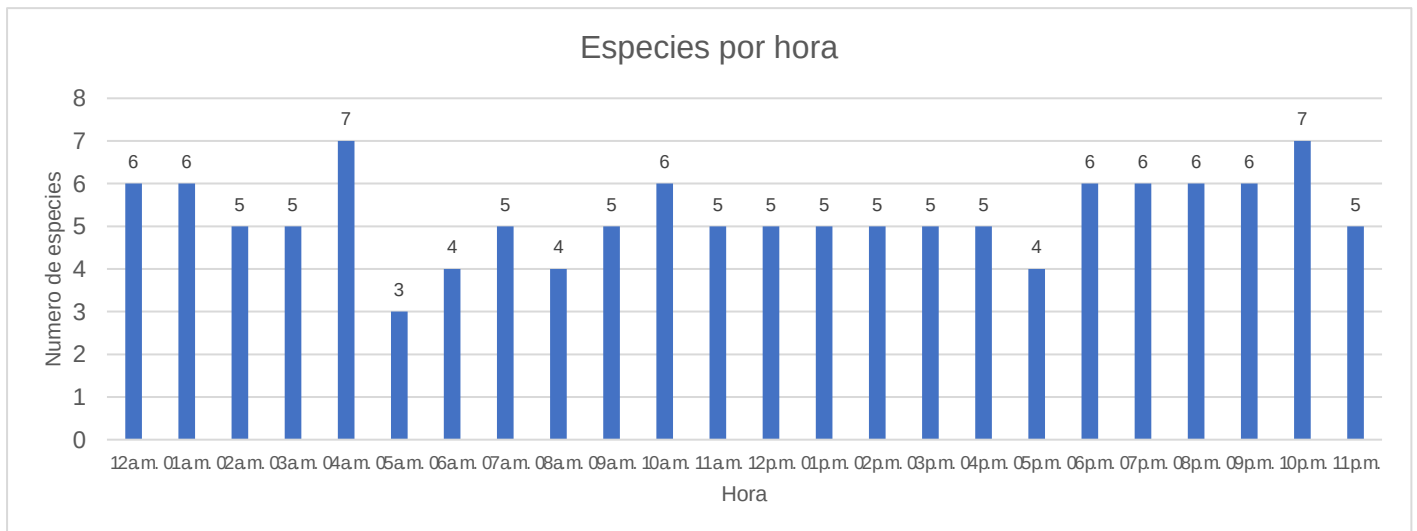


Figura 20. Registro de especies por horario, Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México.

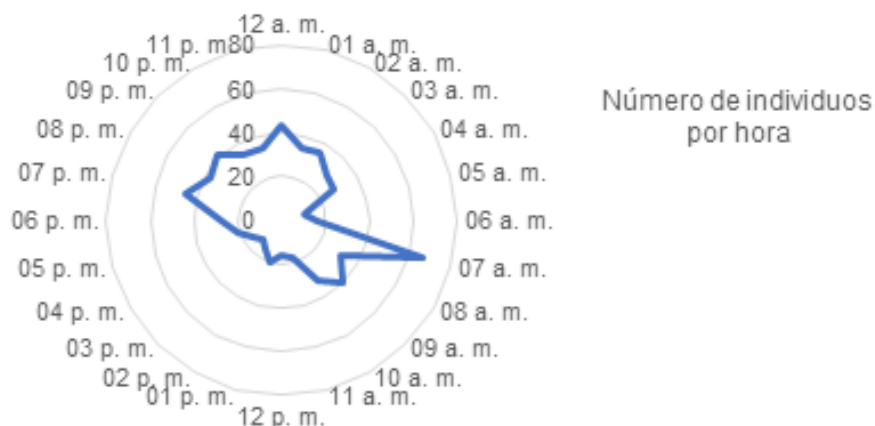


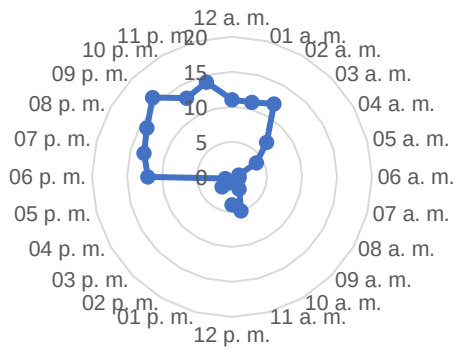
Figura 21. Número de registros de actividad de individuos por hora dentro del Parque Estatal Cerro el Faro, Estado de México.

Patrón de actividad por especie

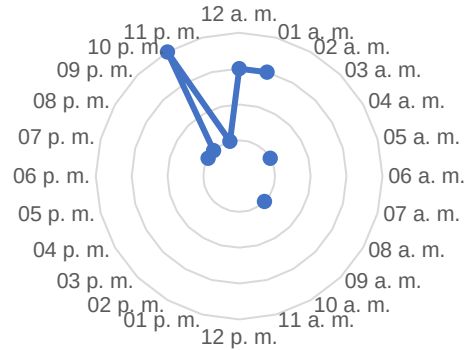
Las especies estudiadas exhibieron variaciones significativas en sus patrones de actividad. *D. virginiana* mostró una preferencia por la actividad crepuscular, concentrando sus acciones entre las 18:00 y las 21:00 horas, mientras que *D. novemcinctus* destacó con un pico nocturno pronunciado a las 22:00 horas. *B. astutus* reveló un comportamiento más complejo, con dos picos de actividad tanto crepuscular como nocturna, estas a las 21:00 y las 02:00 horas respectivamente. *Peromyscus* sp., por otro lado, mostró una actividad mayormente nocturna entre las 12:00 y las 04:00 horas. *S. oculatus* exhibió un patrón de actividad catemeral con picos a las 10:00 y las 13:00 horas. *S. floridanus* y *C. lupus* mostraron preferencias similares, con actividad crepuscular, mientras que *F. catus* registró su mayor actividad en la noche, alcanzando su punto máximo a las 02:00 horas. Estos resultados destacan los ritmos de actividad entre las especies analizadas.

Estos resultados temporales proporcionan información valiosa sobre los hábitos y ritmos diarios de actividad de cada mamífero, contribuyendo así a una comprensión más completa de sus comportamientos en el contexto del ciclo diurno y nocturno. (García & Muñoz, 2010) (Figura 22).

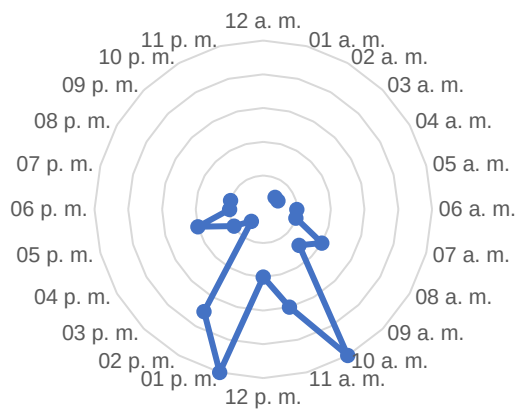
Didelphis virginiana



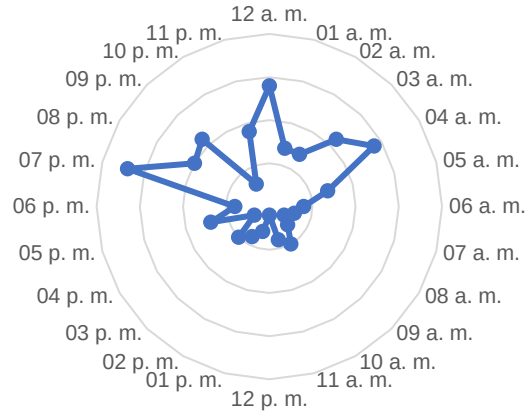
Dasypus novemcinctus



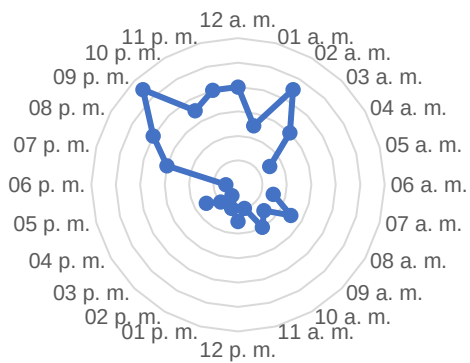
Sciurus oculatus



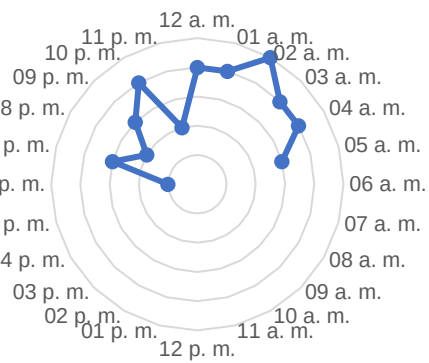
Sylvilagus sp



Bassariscus astutus



Peromyscus sp



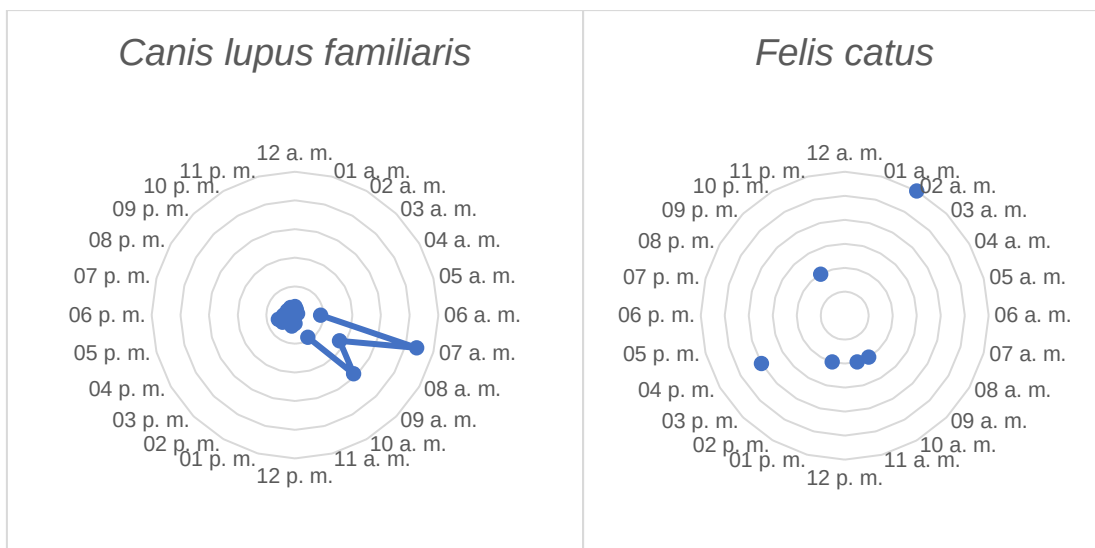


Figura 22. Registro de patrón de actividad por hora de cada una de las especies en el Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México.

Registro de especies silvestres y domesticas

La presencia de mamíferos silvestres fue generalmente más abundante que la de los mamíferos domésticos. Sin embargo, es importante señalar que en la cámara número ocho se observó una discrepancia notable, ya que se registraron solo dos mamíferos domésticos, lo que podría indicar una menor actividad o presencia de fauna en esa área específica (Figura 23).

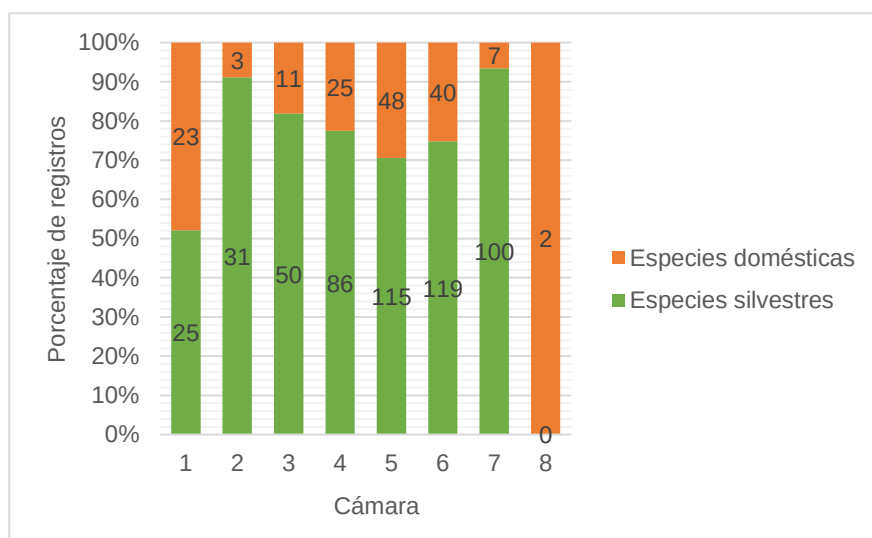


Figura 23. Registros de mamíferos silvestres y domésticos en cada cámara dentro del Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México

En relación con el registro de especies silvestres y domésticas durante el muestreo, se observó que las especies silvestres tuvieron un mayor número de registros en todos los meses, con excepción de septiembre, en el cual solo se registró una especie doméstica. (Figura 24).

La presencia de especies domésticas durante los 14 meses de muestreo y en las ocho cámaras tiene implicaciones para la conservación, ya que *Canis lupus* y *Felis catus* desempeñan el papel de depredadores dentro del ecosistema, representando un factor de presión significativo para las especies silvestres del parque, incluso cuando su ingreso al parque con los dueños es temporal (Denny, 2006).

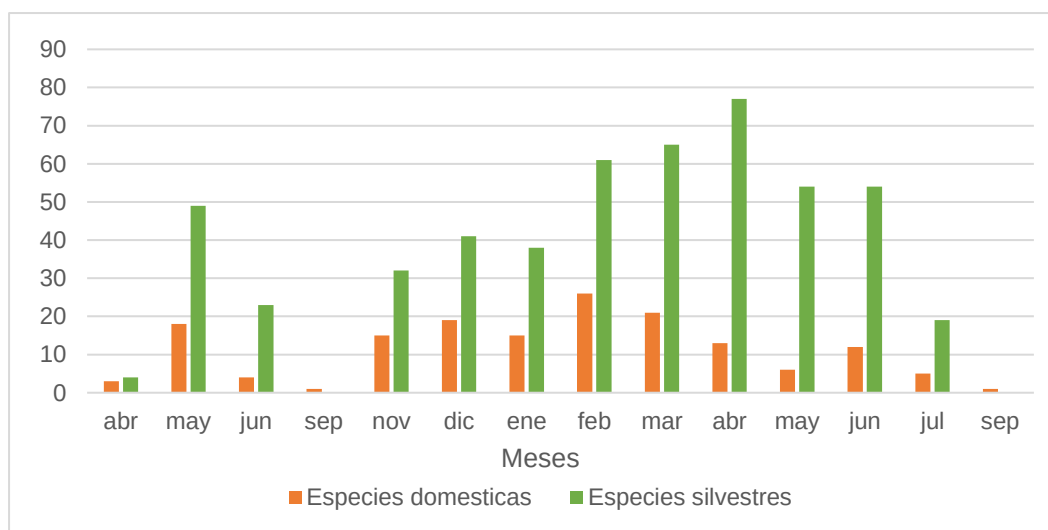


Figura 24. Registro de mamíferos silvestres y domesticas por mes dentro del Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México.

En el Estado de México se han registrado aproximadamente 118 especies de mamíferos silvestres, distribuidas en 8 órdenes y 21 familias (Tovar *et al.*, 1998). Recientemente, en San Cayetano, Estado de México, se identificaron 27 especies de mamíferos silvestres pertenecientes a 7 órdenes y 12 familias (Cervantes *et al.*, 2023). Monroy Vilchis (2010) documentó en la Reserva Natural Sierra Nanchititla, Estado de México, una diversidad de 53 especies de mamíferos, 10 de ellas endémicas. Por su parte, Espinosa de los Monteros (2022) identificó en el Parque Ecológico y Cultural El Edén Forestal, 41 especies de mamíferos, clasificadas en 8 órdenes, 18 familias y 34 géneros. El contraste entre estos resultados y el nuestro nos podría indicar una baja diversidad registrada en el tiempo de muestreo, puede deberse a varios factores, como diferencias en las metodologías de muestreo, el tiempo y la duración del estudio, y la variabilidad en la distribución de especies. También es importante destacar la cercanía de los ejidos al parque y la constante presencia de los animales domésticos lo cual podría estar siendo un factor de presión importante no solo para los mamíferos si no para todas las especies silvestres que habitan en el parque, subrayando la importancia de continuar con las investigaciones para obtener un panorama más completo y preciso de la diversidad de mamíferos en el PECEF.

CONCLUSIONES

La investigación en el Parque Estatal Cerro El Faro, Estado de México, proporciona una visión detallada de la comunidad de mamíferos, se registraron ocho especies agrupadas en cinco órdenes y ocho familias, de las cuales seis eran silvestres y dos domésticas.

El análisis de los patrones de actividad de las especies muestra diferencias significativas según las características biológicas de las especies y los factores ambientales y antropogénicos, sin embargo, la actividad tuvo un máximo de especies activas entre 04:00 y 22:00 horas y menor actividad a las 05:00 horas destacando la predominancia de especies nocturnas y crepusculares.

Se observa una mayor riqueza de especies en las cámaras tres, cinco y seis y en abril y julio del año 2022. La diversidad general es relativamente baja en comparación con el registro de otros estudios de zonas cercanas ya mencionadas, posiblemente debido a presiones externas como el crecimiento urbano y la presencia de animales domésticos.

La interacción entre mamíferos silvestres y domésticos es notable, con una presencia mayoritaria de especies silvestres en las áreas monitoreadas.

En resumen, estos hallazgos resaltan la importancia de comprender las dinámicas ecológicas y las interacciones entre especies en entornos urbanos y semiurbanos. Se sugiere aumentar los esfuerzos de muestreo y continuar la investigación para una gestión adecuada del ecosistema del Parque Estatal Cerro El Faro.

REFERENCIAS

- Aldape López, C. T. (2011). Estructura de comunidades de mamíferos carnívoros bajo influencia de manejo forestal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca.
- Audemar Cervantes, A. (2011). *El proceso de urbanización en el municipio de Tlalmanalco*, (Doctoral dissertation, A. Audemar Cervantes).
- Barrales Orea, S. (2019). *Caracterización de las asociaciones vegetales de invierno, en el Parque Estatal Cerro El Faro*, Tlalmanalco de Velázquez, Edo. de México.
- Blanco Domínguez, M. (2011). Ballenas y delfines. En Borroto-Páez, R. and Mancina, C.A. (Eds) Mamíferos en Cuba (pp. 186-201). Vasa, Finland, UPC Print.
- Caballero Cruz, P., Treviño Garza, E. J., Mata Balderas, J. M., Alanís Rodríguez, E., Yereña Yamallel, J. I., & Cuéllar Rodríguez, L. G. (2022). Análisis de la estructura y diversidad arbórea de bosques templados en la ladera oriental del volcán Iztaccíhuatl, México. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 13(71), 76-102.
- Ceballos, G., & Ehrlich, P. R. (2002). Mammal population losses and the extinction crisis. *Science*, 296(5569), 904-907.
- Charre-Medellín, J. F., Magaña-Cota, G., Monterrubio-Rico, T. C., Tafolla-Muñoz, R., Charre-Luna, J. L., & Botello, F. (2016). *Mamíferos medianos y grandes del*

- municipio de Victoria, Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato, México. Acta Universitaria, 26(2), 62-70.*
- Cervantes, F. A., Matamoros-Trejo, Gilberto, & Martinez-Mateos, Isabel (2023). Mamíferos silvestres de la unidad de evaluación y monitoreo de la biodiversidad" Ing. Luis Macías Arellano", San Cayetano, Estado de México. Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoología, Vol. 38-75, 66(2), 233-239.
- Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF), (2005), Cerro El Faro y de Los Monos, Áreas Naturales Protegidas.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), (2013). Programa de Manejo. Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl.
- CONABIO. 2021. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México
- Denny, M. (2006). "Domestic Dogs and Wildlife: The Impact of Companion Animals on Wildlife". *Wildlife Research*, 33(7), 673-680.
- Espinosa De Los Monteros Chávez, B. M. (2022). *Servicios ecosistémicos de mamíferos y reptiles del Parque Estatal Cerro "El Faro"*, Universidad Autónoma Metropolitana
- Feldhamer, G. A. (2007). *Mammalogy: adaptation, diversity, ecology*. JHU press.
- Forero Simijaca, L. N. (2016). Composición y estructura de la comunidad de mamíferos medianos y grandes en un paisaje palmero de los llanos de Casanare, Colombia.
- García, F. J., & Muñoz, J. (2010). *Manual de ecología de mamíferos*. Editorial Universitaria.
- Guzmán-Mendoza, R., Zavala-Hurtado, J. A., Castaño-Meneses, G., & León-Cortés, J. L. (2014). Comparación de la mirmecofauna en un gradiente de reforestación en bosques templados del centro occidente de México. *Madera y bosques*, 20(1), 71-83.
- Hernández-Rodríguez, E., Escalera-Vázquez, L., Calderón-Patrón, J. M., & Mendoza, E. (2019). Mamíferos medianos y grandes en sitios de tala de impacto reducido y de conservación en la sierra Juárez, Oaxaca. *Revista mexicana de biodiversidad*, 90.
- Liciotti, E. (2018). *Efecto de la urbanización sobre las comunidades de micromamíferos terrestres no voladores del Monte Austral de la provincia del Neuquén* (Bachelor's thesis, Universidad Nacional del Comahue. Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud).
- Lowry, H., Lill, A., & Wong, B. B. M. (2013). Respuestas de comportamiento de la fauna silvestre a entornos urbanos. *Biological Reviews*, 88(3), 537-549.
- Krebs, C. J. (2014). *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance* (6th ed.). Pearson.
- Mancina, C. A. (2005). *Pteronotus macleayii*. *Mammalian Species*, 2005(778), 1-3.

- Martínez, A., & Ortega, C. (2014). *Los servicios ambientales que generan los mamíferos silvestres*, PADI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI, 2(3).
- Martínez Lújan, N. (2016). *Ecología General*, Semestre Académico I. Datos Generales, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Medrano, E. I. M., & Aragón, I. E. R. (2019). Evaluación de la calidad del hábitat en el Parque Estatal Cerro "El Faro" Tlalmanalco de Velázquez, Estado de México. En IX Simposio de Investigación del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl (p. 46).
- Mendoza Mondragón, A. (2022). Mamíferos grandes y medianos y su contribución a los servicios ecosistémicos en el Parque Estatal "Cerro El Faro", Tlalmanalco de Velázquez, Estado de México.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., & Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1249-1261.
- Pasian, Di Blanco, Y. E., Fontana, J. L., & Fariña, N. (2015). *Composición de mamíferos medianos y grandes de la reserva natural provincial Rincón de Santa María (Corrientes, Argentina): comparación con su zona de amortiguamiento y estado de conservación*, Mastozoología neotropical, 22(1), 187-194.
- Pearson, D. L. (2008). *Guía de los mamíferos de México* (pp. 123-130). Fondo de Cultura Económica
- Pozo-Montuy, G., Camargo-Sanabria, A. A., Cruz-Canuto, I., Leal-Aguilar, K., & Mendoza, E. (2019). *Análisis espacial y temporal de la estructura de la comunidad de mamíferos medianos y grandes de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, en el sureste mexicano*, Revista mexicana de biodiversidad, 90.
- Rumiz, D. I. (2010). *Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia*, 2, 53-73.
- Samudio Marín, N. S. (2017). *Variaciones en la estructura y la composición de mamíferos terrestres medianos y grandes como resultado de un proceso de restauración ecológica del bosque seco tropical en San Juan Nepomuceno, Bolívar*.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), (2013). Programa de Manejo del Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl.
- Sosa-Escalante, J. E., Pech-Canché, J. M., MacSwiney, M. C., & Hernández-Betancourt, S. (2013). Mamíferos terrestres de la península de Yucatán, México: riqueza, endemismo y riesgo. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84(3), 949-969.
- Tilman, D. (1994). Competition and biodiversity in spatially structured habitats. *Ecology*, 75(1), 2-16.
- Tovar, J. C. C., & González, G. J. C. (1998). Diversidad y estado de conservación de los mamíferos del Estado de México. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 3(1), 113-134.

Valdez, C. G., Guzmán, M. A., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M. A., & Rocha, A. (2018). Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1674-1682.