



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE BIOLOGÍA

***Patrones de actividad horaria de mamíferos terrestres en el Parque Natural
Metropolitano mediante el uso de cámaras trampa***

PRESENTADO POR:

AILEEN MICHEL ZEBALLOS ROMERO

DEREK DANIEL OSORIO TAPIA

Trabajo de graduación para optar al título
de Licenciada en Biología con orientación
en Zoología y Licenciado en Biología con
orientación en Biología Ambiental.

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2026



TRIBUNAL EXAMINADOR

Título:

“Patrones de actividad horaria de mamíferos terrestres en el Parque Natural Metropolitano mediante el uso de cámaras trampa”

Por:

Aileen Michel Zeballos Romero _____

8-997-264

Derek Daniel Osorio Tapia _____

8-1000-988

Trabajo de Graduación presentado a consideración de la Escuela de Biología como requisito parcial para optar por el título de Licenciada en Biología con orientación en Zoología y Licenciado en Biología con orientación en Biología Ambiental.

PROF. Mgtr. Ricardo Pérez

Asesor Principal

PROF. Mgtr. Nilka Torres

Asesora Principal

PROF. Mgtr. Raúl Carranza

Co-asesor

DEDICATORIA

A nuestras **familias**, por ser la raíz que nos sostiene y el motor que impulsa cada uno de nuestros sueños. Gracias por la paciencia infinita durante las largas jornadas de campo, por entender nuestras ausencias y por creer en la importancia de este camino, incluso cuando el bosque parecía demasiado denso. Este logro es, en igual medida, de ustedes.

A las **Ciencias Naturales**, por ser la ventana a través de la cual aprendimos a observar el mundo con asombro y rigor. Esta disciplina nos enseña que cada huella en el lodo y cada sombra en una cámara trampa cuentan una historia de supervivencia y resiliencia. Dedicamos este trabajo a la búsqueda incansable del conocimiento y a la conservación de la vida silvestre, con la esperanza de que nuestras investigaciones contribuyan a proteger la frágil pero inmensa belleza de los ecosistemas que nos rodean.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro más profundo agradecimiento al **Parque Natural Metropolitano**, por permitirnos el acceso a sus instalaciones y por ser el escenario fundamental de esta investigación. Su labor de conservación, en medio de la matriz urbana, es la que hace posibles estudios como éste, que buscan entender y proteger nuestra biodiversidad local.

A nuestros **profesores asesores** (Randhy Rodríguez, Ricardo Pérez, Nilka Torres, Raúl Carranza), cuya guía y experiencia fueron determinantes para el éxito de este proyecto. Gracias por su disposición constante para la validación taxonómica de los registros más complejos, asegurando que cada identificación en este estudio contara con el mayor rigor científico posible.

A nuestras familias y amigos, por su apoyo incondicional durante las largas jornadas de monitoreo y revisión de datos. Sin su paciencia y motivación, la culminación de este esfuerzo académico no habría sido posible.

Finalmente, agradecemos a la fauna silvestre del parque, especialmente a especies como el **saíno** (*Pecari tajacu*), cuya sorpresiva presencia en los registros, nos recuerda la resiliencia de la naturaleza y la importancia vital de seguir estudiando nuestros ecosistemas urbanos.

Índice general

Título	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
Índice general	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
Capítulo I (Introducción y Antecedentes)	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	4
Justificación del trabajo	7
Objetivo General	8
Objetivos Específicos	8
Capítulo II (Metodología)	9
METODOLOGÍA	10
1. Área de estudio	10
2. Periodo de muestreo	13
3. Método de muestreo	13
3.1. Búsqueda generalizada	13
3.2. Cámaras Trampa	15
3.2.1. Programación	16
3.2.2. Pruebas de funcionamiento de las cámaras trampa.	19
i. No está presente la prueba de Test	19
ii. Sí está presente la prueba de Test	19
3.2.3. Instalación de las cámaras trampa en campo	20
3.2.4. Mantenimiento de las cámaras trampa en campo	20
3.2.5. Extracción de datos en campo	22
3.2.6. Revisión y tabulación de la información	23
4. Análisis de datos	25
4.1. Índice de Abundancia Relativa (IAR)	25
4.2. Curvas de Rango-Abundancia (Whittaker)	25
4.3. Frecuencia de Ocurrencia	26
Capítulo III (Resultados y Discusión)	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
Análisis de datos climáticos	28
Índice de Abundancia Relativa (IAR)	32
Curvas de Rango-Abundancia (Whittaker)	32
Patrones de actividad horaria	35
Riqueza de especies	39
Registro de actividades de fototrampeo	44
Frecuencia de Ocurrencia	46
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS	52
ANEXO	55

Índice de tablas

	Título	Pág.
Tabla 1	Jornada por día de muestreo.	14
Tabla 2	Rango-Abundancia (Whittaker) de la comunidad de mamíferos terrestres en el Parque Natural Metropolitano.	33
Tabla 3	Lista de especies con rango mínimo y máximo de actividad horaria y su categorización.	36
Tabla 4	Registro del número de eventos independientes por especie.	44
Tabla 5	Frecuencia de Ocurrencia (FO%) para las 14 especies registradas basada en su presencia en las 9 estaciones de monitoreo del Parque Natural Metropolitano.	46

Índice de figuras

	Título	Pág.
Figura 1.	Mapa del Parque Natural Metropolitano, senderos y estructuras de administración. Mapa base por Milton Solano en ArcGIS (2025).	10
Figura 2.	Mapa de estaciones de fototrampeo en el Parque Natural Metropolitano.	22
Figura 3.	Temperatura Máxima y Temperatura Media desde Febrero 2025 - Enero 2026.	28
Figura 4.	Humedad Relativa Media (%) desde Febrero 2025 – Enero 2026	30
Figura 5.	Lluvias (mm aprox.) desde Febrero 2025 – Enero 2026	31
Figura 6.	Curva de Whittaker y dominancia de comunidades en el PNM.	34
Figura 7.	Riqueza de especies por mes.	39
Figura 8.	Riqueza de Especies por sendero en el PNM.	43
Figura 9.	Frecuencia de Ocurrencia (FO%) para las 14 especies registradas basada en su presencia en las 9 estaciones de monitoreo del Parque Natural Metropolitano.	47

RESUMEN

Se realizó un estudio en el Parque Natural Metropolitano de Panamá con el propósito de evaluar la los patrones de actividad horaria de los mamíferos terrestres mediante el uso de cámaras trampa, una técnica que permitió obtener registros sistemáticos y no invasivos en un entorno urbano. Las estaciones de fototrampeo fueron instaladas en puntos estratégicos, georreferenciadas y programadas para funcionar de manera continua, complementadas con recorridos de búsqueda generalizada para confirmar patrones de actividad. Se registraron 14 especies de mamíferos, entre ellas depredadores como *Leopardus pardalis* y *Canis latrans*, así como especies funcionalmente relevantes como *Dasyprocta punctata* y *Dasyus novemcinctus*. El IAR evidenció dominancia de especies tolerantes a la perturbación urbana, mientras que los patrones de actividad horaria mostraron segregación temporal que favorece la coexistencia de especies diurnas y nocturnas. La riqueza de especies presentó variaciones entre senderos, destacando Mono Tití como el de mayor diversidad y El Roble como el de menor. Estos resultados reflejan la resiliencia de la fauna en un bosque urbano y aportan evidencia sobre la capacidad de los ecosistemas fragmentados para sostener procesos ecológicos clave, reafirmando la utilidad del fototrampeo como herramienta para la gestión y conservación de la biodiversidad en áreas urbanas.

Palabras claves: Riqueza, abundancia relativa, patrones de actividad, estaciones georreferenciadas, segregación temporal.

ABSTRACT

A study was conducted in the Metropolitan Natural Park of Panama with the purpose of evaluating the patterns of hourly activity of terrestrial mammals through the use of camera traps, a technique that allowed for systematic and non-invasive records in an urban environment. Camera-trap stations were installed at strategic points, georeferenced, and programmed to operate continuously, complemented by generalized search surveys to confirm activity patterns. Fourteen mammal species were recorded, including predators such as *Leopardus pardalis* and *Canis latrans*, as well as functionally relevant species like *Dasyprocta punctata* and *Dasypus novemcinctus*. The IAR revealed dominance of species tolerant to urban disturbance, while the hourly activity patterns showed temporal segregation that favors the coexistence of diurnal and nocturnal species. Species richness varied among trails, with Mono Tití showing the greatest diversity, and El Roble the lowest. These results reflect the resilience of fauna in an urban forest and provide evidence of the capacity of fragmented ecosystems to sustain key ecological processes, reaffirming the usefulness of camera trapping as a tool for biodiversity management and conservation in urban areas.

Keywords: Richness, relative abundance, Behavior, georeferenced stations, temporal segregation.

Capítulo I

(Introducción y Antecedentes)

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, el monitoreo de animales se realizaba de manera muy diferente a los métodos actuales. El rastreo comenzó en África, donde los primeros humanos se basaban en sus recuerdos de los lugares donde habían visto animales para seguir sus movimientos (presencia del animal, huellas, pelo, etc.) (Apps & Weldon, 2018). Este hecho marcó un momento temprano en el que la ciencia respondió a una necesidad vital: encontrar alimento y evitar depredadores. Sin embargo, estas prácticas eran inexactas, invasivas, requerían muchas horas de observación, impedían un control adecuado y generaban estrés en los animales. Esto impulsó el desarrollo de técnicas menos invasivas, apoyadas por tecnologías como el GPS y otros instrumentos que permiten considerar factores ambientales y definir características de la observación. Las cámaras trampa, entre otras herramientas modernas, transformaron el monitoreo y facilitaron la recolección de datos (Ancorenaz et al., 2012).

Las cámaras trampa son dispositivos utilizados para detectar especies de animales, principalmente mamíferos terrestres de tamaño mediano a grande, así como algunas aves. Además, permiten conocer patrones de actividad de las especies presentes en el ecosistema, así como su abundancia, diversidad y densidad poblacional. Con los datos obtenidos mediante estas cámaras, es posible comparar poblaciones y dar seguimiento en diferentes temporadas del año (Kucera & Barrett, 2000).

Las cámaras trampa se han consolidado como una herramienta fundamental en la investigación ecológica, al permitir obtener información sin perturbar a los animales y facilitan la recolección de datos a largo plazo, presentan ciertas limitaciones. Moreno & Bustamante (2009) identificaron sesgos en la detección de especies (no todas son igualmente detectables), dificultades para identificar individuos a partir de las imágenes, el gran volumen de datos generado y la vulnerabilidad de los equipos frente a robos o daños.

Existen dos tipos de cámaras: sistemas sin disparo y con disparo. Las cámaras sin disparo registran imágenes de manera continua, programadas para capturar el espacio y tiempo del acontecimiento. En cambio, el sistema con disparo se activa por un evento, como la llegada de un animal. El disparo puede ser mecánico, por ejemplo, cuando un animal mueve hojas del suelo o dispersa semillas (Chua et al., 2020). La primera vez que se utilizaron cámaras trampa con fines científicos fue por F. M. Chapman, quien realizó un inventario de mamíferos en Barro Colorado, logrando observar ocelotes y pumas (Chapman, 1927).

El Parque Natural Metropolitano (PNM) está ubicado en la provincia de Panamá, distrito de Panamá, dentro del corregimiento de Ancón. Es una pequeña porción de terreno de 232 ha y 1,159.43 m² de zona boscosa, revertida a la administración panameña en la década de los ochenta, luego de permanecer bajo administración de los Estados Unidos desde inicios de la época canalera. Entre las especies más comunes se encuentran el perezoso de dos y tres garras (*Choloepus didactylus* y *Bradypus variegatus*), ñeques (*Dasyprocta punctata*), mono aullador (*Alouatta palliata*) y mono tití (*Saguinus geoffroyi*) (Rodríguez, 2019).

Otro sitio de estudio es el Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC), un área protegida esencial para el monitoreo biológico en Panamá. Está situado a solo 15 km de la capital y forma parte integral de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá junto con el Parque Nacional Soberanía (PNS), el Parque Nacional y Reserva Biológica Altos de Campana y el Parque Nacional Chagres (PNCh) (MiAmbiente, 2023). Su importancia radica en la significativa diversidad de mamíferos que alberga, incluyendo especies como el ñeque (*Dasyprocta punctata*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el conejo pintado (*Cuniculus paca*), el saíno (*Pecari tajacu*), la ardilla colorada (*Sciurus granatensis*), la ardilla común (*S. variegatoides*), el perezoso de tres garras (*Bradypus variegatus*), el perezoso de dos garras (*Choloepus hoffmanni*), el mono aullador (*Alouatta palliata*), el mono tití (*Saguinus geoffroyi*), el mono cariblanco (*Cebus capucinus*), el armadillo de cola desnuda

(*Cabassous centralis*) y el armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*), entre otras especies (Rodríguez et al., 2023).

ANTECEDENTES

Rodríguez (2019) mediante el uso del índice de Shannon, determinó que el sendero Mono Tití presenta la mayor diversidad mastozoológica dentro del Parque Natural Metropolitano (PNM), seguido por la Cieneguita y los Momótides. En contraste, los senderos La Grúa y Los Caobos mostraron la menor diversidad, influenciada por la alta presencia del ñeque (*Dasyprocta punctata*), a pesar de registrarse otras seis especies en cada uno. Además, se observaron 10 especies de mamíferos terrestres en el parque, evidenciando patrones de actividad tanto diurnos como nocturnos.

El estudio en el Parque Nacional Darién, mediante 33 estaciones de cámaras trampa, identificó 24 especies de mamíferos terrestres, lo que representa el 85 % de la fauna previamente registrada en la zona. Los hallazgos mostraron patrones de actividad diferenciados: jaguares y ocelotes fueron clasificados como crepusculares; pumas, ñeques y pecaríes como diurnos; mientras que la paca, el armadillo y el tapir de Baird resultaron estrictamente nocturnos. Además, se documentaron especies no registradas previamente mediante fototrampeo, lo que sugiere que aún existen especies por descubrir. El trabajo concluye que es fundamental establecer programas de monitoreo a largo plazo para comprender la dinámica poblacional y garantizar la conservación de este importante bloque forestal mesoamericano (Moreno et al., 2023).

La presencia de depredadores y la normalidad en los patrones de actividad son indicadores de un buen estado de conservación. Aunque el PNM es relativamente pequeño para mantener poblaciones viables de especies grandes, los estudios resaltan la importancia de conservar las áreas circundantes para garantizar la supervivencia de estos animales. Por primera vez,

se elaboraron patrones de actividad horaria para nueve especies con más de 10 registros. En particular, el estudio del machetero (*Dinomys branickii*) representa el primer patrón de actividad documentado en condiciones de vida silvestre. Los patrones de actividad de la mayoría de las especies coincidieron con lo reportado en otras investigaciones, lo que sugiere un buen estado de conservación del bosque. Este hallazgo constituye un dato ecológico valioso que puede servir como línea base para futuros monitoreos (Retis & Nazira, 2025) (Cossios & Ricra, 2019).

El ñeque (*Dasyprocta punctata*) es una especie típica de los bosques tropicales de tierras bajas, que se alimenta principalmente de palmas (*Attalea butyracea*) y cumple un rol clave como dispersor de semillas (Wright & Duber, 2001). Es principalmente diurno, aunque puede observarse de noche si se le molesta mientras duerme, lo que lo lleva a continuar alimentándose después del atardecer. Cuando hay abundancia de alimento, entierra las semillas para consumirlas posteriormente, colocando cada una en un lugar distinto. Este comportamiento convierte a este roedor en un dispersor fundamental para varias especies de árboles, incluyendo el guapinol (*Hymenaea courbaril*) (Méndez, 1993).

Por su parte, los animales que construyen madrigueras, como el armadillo (*Dasyprocta novemcinctus*), son considerados “ingenieros de ecosistemas”, ya que generan recursos y espacios que benefician a una amplia variedad de especies. Se han registrado alrededor de 300 especies de invertebrados y vertebrados asociadas a estas estructuras. El tamaño y la forma de las madrigueras ofrecen refugio a numerosos vertebrados, protegiéndolos de depredadores y condiciones climáticas adversas. En otras palabras, las excavaciones de estos animales no solo les sirven a ellos mismos, sino que también crean microhábitats esenciales para la supervivencia de otras especies (Guzmán-Lenis & Camargo-Sanabria, 2004).

El Parque Natural Metropolitano ha sido clasificado como bosque seco según el análisis florístico de la vegetación arbórea; mediante el coeficiente de mezcla, los autores del estudio demostraron que hay una baja heterogeneidad estructural en comparación con estudios de bosques tropicales de tierras bajas como el Parque Nacional Soberanía, y la evaluación de la fenología foliar en la parcela estudiada reveló patrones de caducifolia en las especies dominantes, lo que sustentó la clasificación del sitio como bosque caducifolio (Campos-Pineda et al., 2017).

El estudio realizado por Natera (2018) consistió en un inventario de mamíferos llevado a cabo en una plantación de especies nativas ubicada en London, Chilibre, como parte de un proyecto de compensación ecológica en la zona de amortiguamiento de la Cuenca del Canal de Panamá. A través de una combinación de métodos de observación directa y técnicas indirectas de trampeo, se logró establecer una línea base de biodiversidad que registró un total de 194 individuos pertenecientes a 31 especies, distribuidas en 8 órdenes y 17 familias. Los resultados indicaron que, si bien las observaciones directas fueron la fuente principal de datos, las técnicas indirectas resultaron fundamentales para localizar especies crípticas. En cuanto al estado de conservación, el autor destaca que la mayoría de las especies se encuentran en la categoría de preocupación menor (LC), con solo cinco especies bajo algún grado de amenaza, lo que subraya la importancia de estas áreas intervenidas para el mantenimiento de la fauna regional.

La fauna de bosques urbanos no se distribuye de forma homogénea sino que responde a un filtrado ambiental que podría estar propiciado por el ruido, la iluminación y la cobertura impermeable, estudios sugieren que las especies tolerantes a la perturbación humana constante pueden tener la capacidad de ocupar todos los espectros de microhábitats disponibles (Bonier et al., 2007).

Los animales responden a gradientes continuos, como el ruido, más que a tipos de hábitat discretos, en estas zonas se puede presentar una alta dominancia de especies sinantrópicas, lo que indica que la calidad de hábitat no debe relacionarse únicamente por el número de especies, sino por la estructura equitativa de la comunidad, demostrando que características del paisaje no actúan sobre el filtro ecológico de los individuos (Atencio et. al., 2026).

Justificación del trabajo

A pesar de encontrarse a escasa distancia de la ciudad de Panamá, el parque sirve de albergue a una población que habita en los sectores montañosos. En ellos se observa la presencia de reptiles y anfibios. Entre los mamíferos se encuentran el ñeque (*Dasyprocta punctata*) y la ardilla de árbol (*Sciurus variegatoides*), destacando el orden Rodentia como el más representativo en el parque (PNM, 2023).

El monitoreo constante de las poblaciones de mamíferos identifica las variaciones en su abundancia a lo largo del tiempo, lo cual es fundamental para determinar si estas especies se encuentran en aumento, disminución o permanecen estables. Esta información resulta crucial en la evaluación de su estado de conservación, ya que facilita la detección temprana de amenazas, permite valorar la efectividad de las medidas implementadas y genera datos confiables que respaldan la toma de decisiones en políticas ambientales.

Objetivo General

Evaluar la contribución del monitoreo de mamíferos terrestres mediante cámaras trampa al diseño de estrategias de conservación en el Parque Natural Metropolitano.

Objetivos Específicos

- Registrar la riqueza de especies y frecuencia observada de mamíferos terrestres, por cámaras trampa, durante un año.
- Determinar los patrones de actividad diaria y estacional de las especies registradas, relacionándolos con factores ambientales del PNM.
- Comparar la distribución espacial de mamíferos terrestres en los distintos senderos del PNM.
- Interpretar los patrones de presencia y actividad de mamíferos terrestres en el Parque Natural Metropolitano para aportar insumos al manejo y conservación de la biodiversidad.

Capítulo II

(Metodología)

METODOLOGÍA

1. Área de estudio

El área de estudio se ubicó dentro del Parque Natural Metropolitano, el cual ofrece una amplia riqueza natural y diversos senderos que fueron seleccionados como puntos principales de muestreo (Figura 1). Se utilizaron los senderos con una aproximación estratégica para garantizar la representatividad de las especies de mamíferos terrestres presentes en el parque, considerando su accesibilidad, cobertura vegetal, evidencia de tránsito animal y su conexión con la presencia humana.

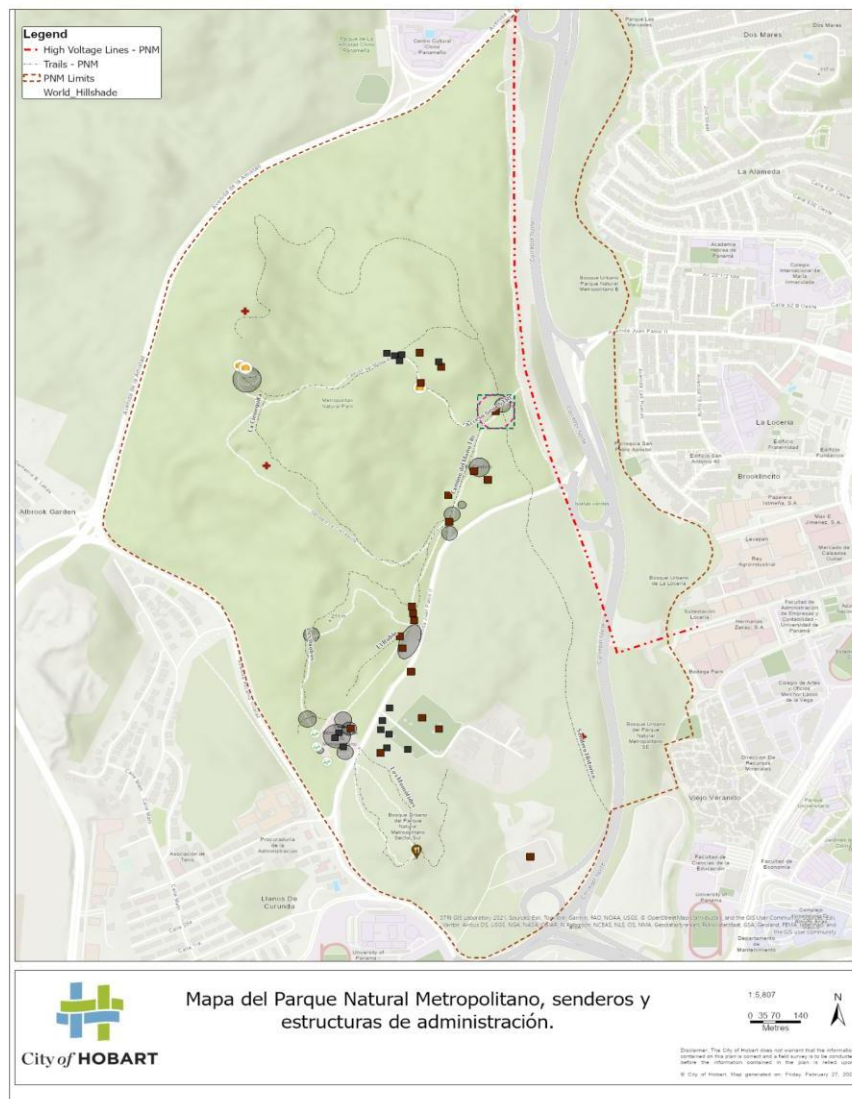


Figura 1. Mapa del Parque Natural Metropolitano, senderos y estructuras de administración. Mapa base por Milton Solano en ArcGIS (2025).

A continuación, se describe brevemente la estructura de cada sendero:

- **Sendero Los Caobos:** Este sendero presenta una extensión aproximada de 0.9 km y se ubica cerca de la sede principal del PNM. Al recorrerlo, la vegetación densa del bosque genera un ambiente propicio para la reflexión sobre la conservación natural. Un rasgo destacado fue el mirador con vista panorámica hacia la ciudad de Panamá. Se consideró un punto focal para el estudio debido a su alta riqueza de especies de flora y fauna. La flora incluye árboles como el caobo (*Swietenia macrophylla*) y el espavé (*Anacardium excelsum*), que funciona de refugio y alimento para diversas especies. En cuanto a la fauna, se registró la presencia de mamíferos representativos como el ñeque (*Dasyprocta punctata*), el conejo pintado (*Cuniculus paca*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y la zarigüeya (*Didelphis marsupialis*).
- **Sendero Los Robles:** Funciona como ruta de conexión entre la sede administrativa del PNM y la garita de los guardaparques, con una extensión aproximada de 0.7 km. Es un lugar ideal para la observación de aves en su alimentación, resaltando el equilibrio ecológico del parque. La flora está compuesta por bosque semicaducifolio, destacando el roble (*Tabebuia rosea*), cuya floración rosada es visible en la estación seca. Se incluyó la laguna Jicotea, un cuerpo de agua semiartificial que sirve como fuente crucial de agua y abrevadero para la fauna. En este sitio se documentó la presencia de especies acuáticas como las tortugas jicoteas (*Trachemys* spp.), que dar nombre al lugar.

- **Sendero La Cieneguita:** Ubicado detrás de la garita de los guardaparques, este sendero tuvo una extensión de 1.1 km y se caracterizó por árboles de gran tamaño. En su tramo inicial se desarrolló una zona hidromórfica con un arroyo estacional, constituyendo un abrevadero esencial para la fauna. Se registró la presencia de mamíferos como el armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*), el mono aullador negro (*Alouatta palliata*), y depredadores como el coyote (*Canis latrans*), el yaguarundí (*Herpailurus yagouaroundi*) y la tayra (*Eira barbara*). La flora estuvo marcada por especies arbóreas emblemáticas como el barrigón (*Pseudobombax septenatum*) y el cuipo (*Cavanillesia platanifolia*), indicadores de la madurez del dosel forestal.
- **Camino del Mono Tití:** Este recorrido tuvo una extensión de 2 km, siendo el más largo del parque, y condujo al mirador del cerro Cedro, ubicado a 150 m sobre el nivel del mar. Su relevancia radicó en su función como corredor biológico para la conservación del Mono Tití de Geoffroy (*Saguinus geoffroyi*), especie insignia del área. La fauna herbívora incluyó al conejo pintado (*Cuniculus paca*), mientras que se documentó la presencia ocasional de depredadores como el ocelote (*Leopardus pardalis*), el yaguarundí (*Herpailurus yagouaroundi*) y el coyote (*Canis latrans*) (Rodríguez, 2019). La flora se caracterizó por la madurez del dosel, con ejemplares monumentales como el árbol de Panamá (*Sterculia apetala*) y la ceiba (*Ceiba pentandra*), fundamentales para el desplazamiento y refugio de la biodiversidad.

Por lo anteriormente pronunciado, se tomaron puntos/estaciones en medio o cercanos a

los senderos descritos, por diversas razones, de los cuales destacamos el tipo de vegetación y los posibles lugares de paso de fauna.

2. Periodo de muestreo

El periodo de muestreo, en los diferentes senderos y puntos establecidos dentro del Parque Natural Metropolitano, se estipuló por un lapso de 11 meses y 3 semanas, comprendido entre el 1 de febrero de 2025 y el 23 de enero de 2026, para lo cual se establecieron jornadas por día de muestreo en donde cada jornada iniciaba con la preparación del equipo, luego con la revisión de cámaras en los senderos principales y se finalizaba con el reporte a guardaparques y retorno a la base (Tabla 1).

3. Método de muestreo

El monitoreo de los mamíferos terrestres, en relación con los patrones de actividad horaria, resultará en la mayoría de los casos arduo, debido a los hábitos crípticos y solitarios de las especies. Por ello, a lo largo del tiempo se han desarrollado métodos que permitirán obtener información más eficiente (Moreno et al., 2009). En este proyecto se utilizaron dos métodos de muestreo:

3.1. Búsqueda generalizada

Se basó en la observación directa de las especies de mamíferos para la detección de rastros como restos de depredación, señales de lucha, áreas de descanso, huellas, entre otros, durante recorridos diurnos y nocturnos dentro del Parque. Cabe recalcar que el fototrampeo será la forma de muestreo que más se tome en cuenta en el trabajo, por lo cual la búsqueda generalizada sólo se tomará en cuenta para confirmar o identificar patrones observados en las fotografías generadas por las cámaras trampa

Tabla 1. Jornada por día de muestreo

Hora Estimada	Actividad	Duración Aprox.	Sendero/ Ubicación	Notas y Observaciones
6:45 AM	Preparación final de equipo y materiales	30 min	Oficina/Base	Verificar baterías cargadas, SD formateadas, waypoints en GPS.
7:15 AM	Traslado hacia el PNM	45 min – 1 hr	Ruta a PNM	Considerar tráfico vehicular. Informar hora de salida y ruta aproximada al seguridad.
8:00 AM	Llegada al PNM, registro e ingreso. Comunicación con guardaparques.	20 min	Sede Administrativa PNM	Informar plan de trabajo del día.
8:20 AM	Desplazamiento al inicio del Sendero Los Caobos. Preparación en sitio.	15 min	Hacia Sendero Los Caobos	Última revisión de equipo personal (agua, repelente).
8:35 AM	Sendero Los Caobos: Revisión de Cámaras Trampa (Est. 3-4 cámaras)	40 min	Sendero Los Caobos	Localizar cámaras, revisar estado, cambiar baterías/SD si es ©, limpiar lente, verificar ángulo, anotar observaciones extraer información de las microSD.
9:15 AM	Desplazamiento hacia el Sendero La Cieneguita.	20 min	Transición entre senderos	Breve hidratación.
9:35 AM	Sendero La Cieneguita: Revisión de Cámaras Trampa (Est. 3-4 cámaras)	40 min	Sendero La Cieneguita	Mismo procedimiento que en Los Caobos. Registrar cualquier incidencia (daños, robo, etc.).
10:15 AM	Desplazamiento al inicio del Camino del Mono Tití.	20 min	Hacia Camino del Mono Tití	Mismo procedimiento. Considerar si alguna cámara está en ruta al mirador.
10:35 AM	Camino del Mono Tití: Revisión de Cámaras Trampa (Est. 2-3 cámaras)	40 min	Camino del Mono Tití / Cerro Cedro	
11:15 AM	Desplazamiento hacia el Sendero El Roble.	15 min	Transición entre senderos	
11:30 AM	Sendero El Roble: Revisión de Cámaras Trampa (Est. 2-3 cámaras)	40 min	Sendero El Roble	Mismo procedimiento. Siendo el último, asegurar que todo el equipo se recoge.
12:10 PM	Retorno a la Sede Administrativa. Reporte breve a guardaparques.	10 min	Sede Administrativa PNM	Informar finalización de labores y cualquier observación relevante.
12:20 PM	Empaque final de equipo y salida del PNM.	15 min	Sede Administrativa PNM	
12:35 PM	Traslado a casa.	45 min – 1 hr	Ruta desde PNM	Informar hora de salida del parque al seguridad.

3.2. Cámaras Trampa

Se determinó la presencia de mamíferos mediante cámaras trampa distribuidas en estaciones ubicadas en diferentes puntos estratégicos. Estas cámaras se instalaron en la base de un árbol a una altura aproximada de 60 cm sobre el nivel del suelo, orientado hacia sectores donde se presumía el tránsito de depredadores como coyotes (*Canis latrans*) y ocelotes (*Leopardus pardalis*) en búsqueda de alimento, así como de sus presas naturales (ñeques, capibaras y venados). Los individuos se identificaron de acuerdo con el patrón de manchas en el caso del ocelote y por la coloración y densidad del pelaje en el caso del coyote, lo que permitió estimar la densidad de depredadores y de otras especies residentes (O'Connell et al., 2011). Cada estación de cámaras trampa fue georreferenciada mediante el uso de un sistema de posicionamiento global (GPS). Las cámaras funcionaron las 24 horas, registrando fecha y hora de cada captura, y fueron revisadas semanalmente.

La estrategia de muestreo consistió en la selección de sitios fijos y aleatorios, distribuidos estratégicamente dentro de las áreas de interés del Parque. La ubicación de cada cámara trampa se determinó considerando factores clave como la disponibilidad de recursos (fuentes de agua, árboles frutales), senderos de fauna conocidos y áreas con indicios de actividad animal, tales como huellas, excretas o posibles rutas de desplazamiento.

Para garantizar la cobertura espacial y la representatividad de los datos, las cámaras se instalaron siguiendo una grilla o cuadrícula de muestreo, manteniendo una distancia mínima entre ellas con el fin de evitar la pseudoreplicación de eventos. En los patrones de piel en felinos, se aplicó ajustes específicos para evitar sesgos entre cámaras y asegurar que cada estación proporcione información independiente y confiable.

3.2.1. Programación

Según la metodología, las cámaras trampa se incorporaron en ciertos aspectos técnicos que permitieron ilustrar con precisión las imágenes y garantizar la obtención de información confiable para su posterior análisis. Entre estos aspectos se incluyó la capacidad de registrar fecha y hora en cada captura, la resolución adecuada para identificar patrones de pelaje o manchas en los individuos, el almacenamiento suficiente para conservar los registros durante los periodos de muestreo, así como la resistencia a condiciones ambientales propias del Parque.

Para su debida programación seguimos los siguientes pasos

- **Enciende la cámara:** Abre la carcasa de la cámara y localiza el interruptor de encendido/apagado. Deslízalo a la posición "ON" o "SETUP" (a veces marcada como "TEST"). La pantalla LCD se encenderá, permitiéndote acceder al menú de configuración.
- **Navega por el Menú:** Utiliza los botones de navegación (generalmente flechas arriba/abajo/izquierda/derecha y un botón "OK" o "MENU") para moverte por las diferentes opciones del menú. El manual de tu cámara será tu mejor amigo aquí para entender la función de cada botón.
- **Ajustes de Fecha y Hora:** Este es un paso crucial para que tus registros tengan la información correcta. Busca las opciones "Date/Time" o similar y configura el día, mes, año, hora y minutos actuales. Asegúrate de seleccionar el formato de fecha y hora que prefieras.
- **Modo de Operación:** La mayoría de las cámaras trampa ofrecen diferentes modos. Los más comunes son:
 - Foto: La cámara tomará una sola fotografía cuando detecte

movimiento. (Es el modo más útil para informes)

- Video: La cámara grabará un clip de video de una duración predefinida al detectar movimiento.
- Foto + Video: La cámara tomará una foto y luego grabará un video. Selecciona el modo que mejor se adapte a tus necesidades de monitoreo.
- **Sensibilidad del Sensor PIR (Infrarrojo Pasivo):** El sensor PIR es el "ojo" de la cámara que detecta el calor y el movimiento. Ajustar la sensibilidad te permite controlar con qué facilidad se activa la cámara.
 - Alta: El sensor será muy sensible y se activará con movimientos pequeños o cambios de temperatura leves. Útil para detectar animales pequeños, pero puede generar más "falsos positivos" (activaciones sin un animal presente).
 - Media: Un buen punto de equilibrio para la mayoría de las situaciones.(es el que preferimos en este caso)
 - Baja: El sensor será menos sensible y solo se activará con movimientos grandes o cercanos. Útil para evitar falsos positivos en áreas con mucho viento o vegetación en movimiento.
- **Número de Fotos por Disparo (Modo Foto)(MultiShot):** Si seleccionaste el modo "Foto", puedes configurar cuántas fotos tomará la cámara en rápida sucesión al detectar movimiento. Esto aumenta las posibilidades de obtener una buena imagen del animal. en este caso se puso 2-3 fotos

- **Duración del Vídeo (Modo Vídeo o Foto + Vídeo):** Si seleccionaste un modo de video, configura la duración en segundos del clip que se grabará cada vez que se active la cámara. Considera el comportamiento de los animales que esperas registrar; un video más largo puede capturar más información, pero también llenará la tarjeta de memoria más rápido y consumirá más batería. En este caso se usó el modo Foto.
- **Intervalo de Disparo (Disparo Retardado):** Esta opción te permite establecer un tiempo de espera entre cada activación de la cámara, incluso si el movimiento continúa. Esto es útil para evitar tener cientos de fotos o videos del mismo animal permaneciendo en el área. Puedes configurarlo en segundos o minutos.
- **Resolución de Foto y Vídeo:** Ajusta la calidad de las fotos (en megapíxeles) y los videos (en píxeles o definición como 720p, 1080p, etc.). Una mayor resolución produce imágenes y videos más nítidos pero ocupa más espacio en la tarjeta de memoria y se ajustó para ver en 1080p para visualizar en mejor resolución.
- **Temporizador (Time Lapse):** Algunas cámaras avanzadas tienen un modo "Time Lapse" que permite tomar fotos o vídeos a intervalos regulares (por ejemplo, cada hora) independientemente de si se detecta movimiento. Esto es útil para monitorear cambios lentos en el paisaje o la presencia de animales en un área durante un período prolongado. Dos o tres segundos es lo mejor para su rápida reacción.
- **Guardar la Configuración:** Una vez que hayas ajustado todas las opciones deseadas, busca una opción como "Save," "Apply," o "OK" para guardar la configuración. Luego, puedes apagar la cámara o cambiar el

interruptor a la posición "ON" para que comience a funcionar automáticamente.

3.2.2. Pruebas de funcionamiento de las cámaras trampa.

Para comprobar el correcto funcionamiento de las cámaras trampa se aplicaron dos métodos, dependiendo de si el equipo contaba o no con la opción de “Test” o “Prueba”. En los casos en que esta opción estaba disponible, se realizó una verificación preliminar que permitió confirmar si la cámara registraba adecuadamente las imágenes, si capturaba con los parámetros previamente configurados y si no presentaba daños en su funcionamiento. En ausencia de dicha opción, se efectuaron pruebas manuales consistentes en la activación de la cámara en condiciones controladas, supervisando que las imágenes se almacenaron correctamente y que los datos de fecha y hora se registraron de manera precisa.

i. No está presente la prueba de Test

En varios dispositivos antiguos no poseen esta función, pero es indispensable la revisión del correcto funcionamiento.

Se pueden revisar encendiendo el dispositivo y poniéndolo en dirección a una zona en donde hay movimientos para que se active la captura y luego se apaga y se revisan las imágenes registradas.

ii. Sí está presente la prueba de Test

Esta función se activa y toma fotos, como al estar encendidas y nos muestra el resultado sin registrarlo en el almacenamiento del dispositivo. Como recomendación podemos realizar la prueba encendiendo el dispositivo para supervisar también si el almacenamiento es correcto.

3.2.3. Instalación de las cámaras trampa en campo

La selección de la posición de las cámaras trampa requirió de observación cuidadosa y criterio técnico. Aunque en la mayoría de los casos no será posible observar directamente el comportamiento de los animales, se identificaron sus rastros en la naturaleza como huellas, excretas o senderos de paso.

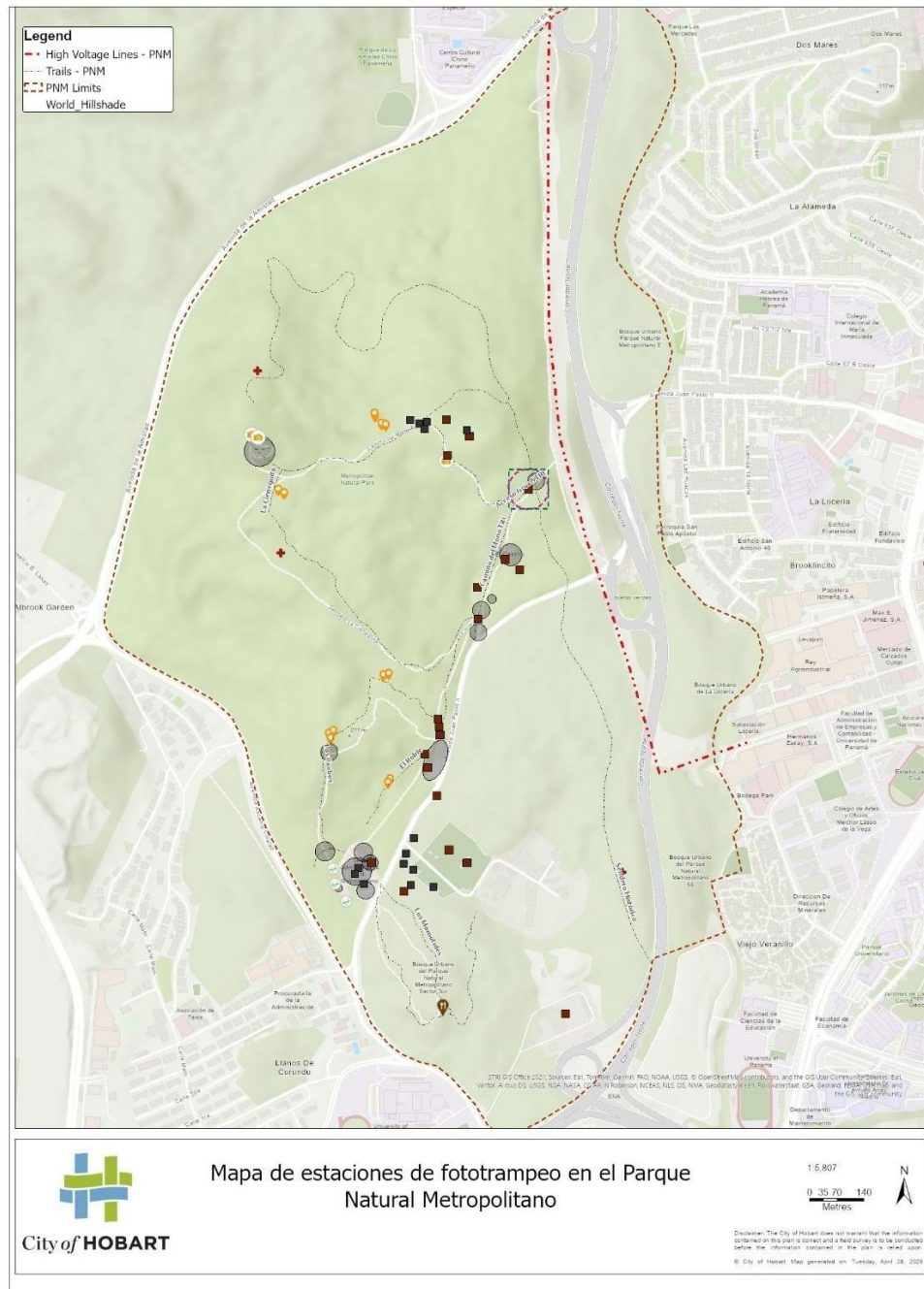
En el campo se reconocieron espacios donde la vegetación cede ante el tránsito de diferentes especies, generando pequeños senderos o caminos más abiertos según el tamaño de los animales. Las cámaras se instalaron en estos puntos de paso, orientadas hacia las zonas con mayor visibilidad y perspectiva (Figura 2). Para su colocación se seleccionó un árbol delgado pero firme que proporcione estabilidad, asegurando una posición adecuada para la captura de imágenes.

Cada cámara fue georreferenciada mediante GPS y marcada con cintas para facilitar su ubicación en futuras visitas. Además, los cierres de las cámaras se sellaron con cinta americana (también conocida como cinta de tela, cinta tapa ducto o cinta plateada) con el fin de prevenir filtraciones de agua y garantizar el correcto funcionamiento del equipo durante todo el periodo de muestreo.

3.2.4. Mantenimiento de las cámaras trampa en campo

- Este procedimiento se realizó 1 vez cada 2 semanas en época lluviosa y una semana sí, y la otra no, en época seca.
- Daños en el equipo: pueden pasar por daños en las baterías, fallos en la memoria, entre otras situaciones.
- Intercambio de memorias: al pasar un tiempo, la memoria puede dejar de funcionar y no recibir más fotos. Se deben intercambiar las memorias por una nueva.

- Cambio de baterías: Las baterías pueden agotarse y deben ser cambiadas por nuevas para evitar que acabe el trabajo de nuestra cámara.
- Revisar posición: varios factores pueden generar movimientos de la posición del equipo por animales o caída de árboles. Estos deben ser reposicionados en su dirección original.
- Limpieza de lentes y sensores: Revisar que la ventana del sensor PIR y la lente de la cámara estén limpias de polvo, barro o gotas de agua. Estos elementos dañan la calidad de las imágenes.
- Evitar exponer las cámaras directamente al sol. El calor excesivo puede cegar el sensor PIR y afectar la detección. Durante la temporada de lluvias, coloca un protector en la base para evitar salpicaduras de barro.
- Pruebas rápidas en campo: Al instalar o revisar, realiza una prueba de disparo moviendo la mano frente al sensor para asegurar que la cámara funciona.
- Verificación de imagen: Si la cámara tiene pantalla, revisa una foto de prueba para confirmar que el encuadre es el correcto antes de dejarla instalada.
- Control de iluminación: Ajusta el tipo de flash o LED (blanco, IR de 850 nm o 940nm) según el comportamiento esperado de los animales y la calidad de imagen que necesitas.
- Siempre recordar sellar nuevamente con cinta adhesiva de tipo americano (tape gris).



Leyenda: Estaciones de fototrampeo: Caobo 1, Caobo 2, Cieneguita 1, Cieneguita 2, Mono Tití 1, Mono Tití 2, Mono Tití 3, Robles 1, Robles 2

Figura 2. *Mapa de estaciones de fototrampeo en el Parque Natural Metropolitano.*
Mapa base por Milton Solano en ArcGIS (2025).

3.2.5. Extracción de datos en campo

El trabajo se estructuró con una periodicidad estratégica para garantizar la continuidad del estudio. Durante la época seca, las visitas al campo se realizaron de

manera quincenal, con una frecuencia de una vez cada dos semanas. Por su parte, en la época lluviosa, el esfuerzo de muestreo se organizó de forma alterna, asistiendo al área de estudio una semana sí y una semana no.

Este esquema de visitas frecuentes tuvo como objetivo principal reforzar las labores de mantenimiento preventivo y correctivo. De esta manera, se aseguró de que cada unidad estuviera funcionando correctamente, verificando el estado de las baterías, la integridad del sellado frente a la humedad y el correcto encuadre de los sensores. Esta supervisión constante fue fundamental para validar que las cámaras estuvieran operativas en todo momento, garantizando así la captura efectiva de los registros fotográficos necesarios para el análisis de la fauna.

3.2.6. Revisión y tabulación de la información

Posterior a la fase de campo, se llevó a cabo el procesamiento de gabinete y la gestión de la información recolectada. Este procedimiento consistió en la sistematización de las capturas fotográficas mediante la creación de una base de datos estandarizada. Para cada registro, se realizó una curaduría detallada que incluye metadatos temporales (fecha y hora exacta) y la identificación de la estación de muestreo (cámara específica), también se tomaron en cuenta datos como temperatura y humedad relativa.

Asimismo, se procedió a la identificación taxonómica de los especímenes a nivel de especie (nombre científico), acompañada de una caracterización demográfica que determine, siempre que la calidad de la imagen lo permita. La identificación de las especies registradas se llevó a cabo mediante un proceso de validación por niveles, garantizando la precisión taxonómica de cada evento. En primera instancia, se utilizó la “Guía de Campo de los Mamíferos de Panamá” de Reid (2009) como referente

principal para la determinación de especímenes locales.

Para grupos taxonómicos con morfología compleja o de difícil distinción visual, se recurrió a literatura especializada complementaria, como la guía de “Zarigüeyas (chuchas comunes) marmosas y colicortos en Colombia de Flórez-Oliveros & Vivas-Serna (2020), la cual proporcionó criterios morfológicos clave para la diferenciación de pequeños marsupiales. En aquellos casos donde la calidad de la imagen o la similitud entre especies impidieron una identificación definitiva mediante guías impresas, el material fotográfico fue remitido a los profesores asesores, quienes validaron los registros finales.

El sexo (macho o hembra), el estadio de desarrollo (adulto o juvenil) y, por último, la temperatura humedad relativa y la precipitación que se encuentra en el sitio web del Instituto Meteorológico de Panamá. Esta organización sistemática de la evidencia biológica es fundamental para asegurar la robustez de los análisis estadísticos posteriores, permitiendo evaluar patrones de actividad, abundancia relativa y estructura poblacional de la fauna bajo estudio.

Una vez consolidada la identificación taxonómica, los datos fueron organizados y analizados siguiendo los principios teóricos y metodológicos propuestos por Álvarez et al. (2015) en su obra “Ecología de poblaciones”. La aplicación de este marco metodológico permitió la estructuración sistemática de los parámetros de abundancia y la interpretación de las dinámicas poblacionales observadas en el Parque Natural Metropolitano. El procesamiento de los datos se realizó bajo una visión estadística que asegura la robustez de los índices calculados, permitiendo una comparación técnica válida con otros estudios regionales.

4. Análisis de datos

4.1. Índice de Abundancia Relativa (IAR)

$$IAR = \frac{C}{EM} \times 100$$

Número de eventos independientes ©: Es el total de registros fotográficos por especie que cumplen con el criterio de independencia.

Esfuerzo de muestreo (EM): Es el número total de días que las cámaras estuvieron operativas en el campo, multiplicado por el número de cámaras.

Factor de escala: Generalmente se utiliza una constante de 100 días-trampa para que el resultado sea comparable con otros estudios científicos.

$$IAR_{Total} = \left(\frac{857 \text{ eventos}}{334 \text{ días-trampa}} \right) \times 100 = 256.5$$

4.2. Curvas de Rango-Abundancia (Whittaker)

Abundancia relativa (P_i): La proporción que representa cada especie respecto al total de 857 eventos independientes.

Rango (Ranking): La posición que ocupa cada especie en el inventario, donde el rango 1 es para la especie más abundante y el rango 14 para la menos frecuente.

$R=1$: Especie más abundante

$R=S$: Especie menos abundante

$Long10$: es la abundancia relativa (P_i)

ni: Número de eventos independientes de la especie *i*.

N: Número total de eventos independientes de todas las especies (858 en tu estudio).

Pi: Abundancia relativa o proporción de la especie *i*.

$$\log_{10}(p_i) = \log_{10} \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

4.3. Frecuencia de Ocurrencia

Se calculó la Frecuencia de Ocurrencia (*FO*) para cada especie como un indicador de su distribución espacial dentro del Parque Natural Metropolitano.

$$FO = \left(\frac{s}{S} \right) \times 100$$

Este índice se obtuvo mediante el cociente entre el número de estaciones con registros positivos de la especie y el total de estaciones operativas ($N=9$), expresado en porcentaje, de acuerdo con los criterios de Hernández et al. (2015). Este análisis permite diferenciar entre especies de distribución amplia y aquellas con uso de hábitat restringido o localizado en sectores específicos del parque.

Capítulo III

(Resultados y Discusión)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de datos climáticos

El análisis de las variables térmicas durante el periodo de estudio (febrero 2025 – enero 2026) muestra una notable estabilidad en la zona de muestreo, una característica propia de los ecosistemas tropicales de Panamá. La temperatura media anual se mantuvo en un rango sumamente estrecho, oscilando apenas entre los **26.8 °C y los 27.8 °C** (Figura 3). Esta homeóstasis térmica sugiere que la fauna local no se enfrenta a variaciones estacionales extremas que limiten su actividad metabólica o sus patrones de movimiento, permitiendo una presencia constante de especímenes frente a las estaciones de fototrampeo durante todo el ciclo anual.

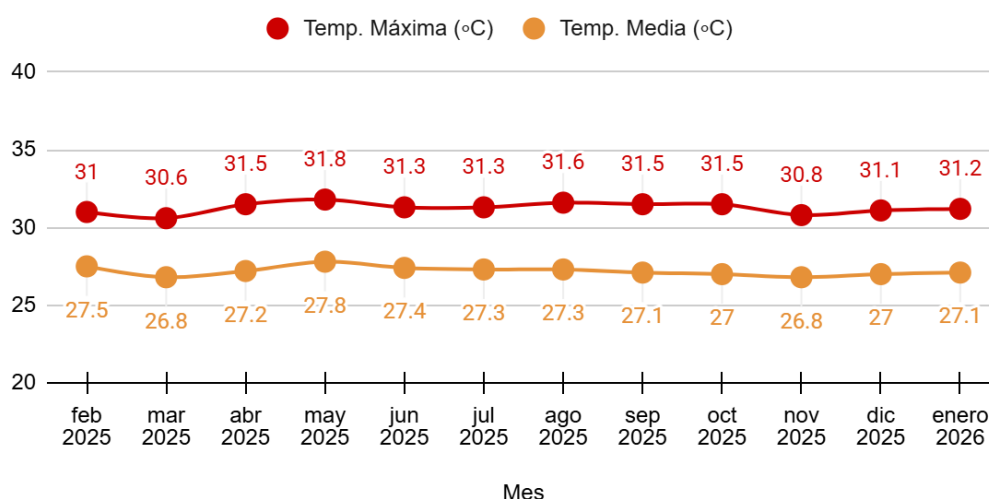


Figura 3. *Temperatura Máxima y Temperatura Media desde Febrero 2025 – Enero 2026.*

A pesar de esta estabilidad general, se identificaron fluctuaciones en las temperaturas máximas que merecen especial atención en la discusión biológica. El pico máximo de temperatura se registró en el mes de **mayo con 31.8 °C**, seguido de cerca por los meses de abril, agosto, septiembre y octubre con **31.6 °C y 31.5 °C**, respectivamente (Figura 3). Estas temperaturas más elevadas coinciden con los periodos de transición y plenitud de la época lluviosa. Es probable que, ante estos incrementos térmicos, la fauna silvestre opte por reducir

su actividad en las horas de mayor insolación o se desplace hacia microclimas más frescos bajo el dosel boscoso denso, lo que podría influir en la frecuencia de capturas fotográficas registradas en dichas franjas horarias.

Por otro lado, los valores mínimos de temperatura media se presentaron en marzo y noviembre, ambos con **26.8 °C** (Figura 3). Es interesante notar que, aunque marzo corresponde al pico de la estación seca y noviembre al de la estación lluviosa, la temperatura media es idéntica, lo que refuerza la idea de que en Panamá la estacionalidad está dictada primordialmente por la pluviosidad y no por cambios significativos en el calor ambiental. Por consiguiente, la temperatura en el área de estudio se comporta como una variable constante que proporciona un entorno predecible para la fauna, permitiendo que otros factores, como la disponibilidad de agua o alimento, sean los que realmente modulen la abundancia relativa de las especies encontradas.

El monitoreo de la humedad relativa media durante el periodo anual (febrero 2025 – enero 2026) revela un ambiente con una saturación de vapor de agua persistentemente elevada, con valores que nunca descendieron del 85% (Figura 4). Esta condición es característica de las zonas boscosas tropicales de Panamá, donde la evapotranspiración de la masa vegetal mantiene niveles de humedad constantes, incluso en periodos de baja precipitación. Como se observa en la Figura 4, el punto más bajo de humedad se registró en los meses de marzo de 2025 y enero de 2026 (85%), coincidiendo con los picos de la estación seca, donde la incidencia solar y la reducción de lluvias facilitan una ligera disminución en la saturación ambiental.

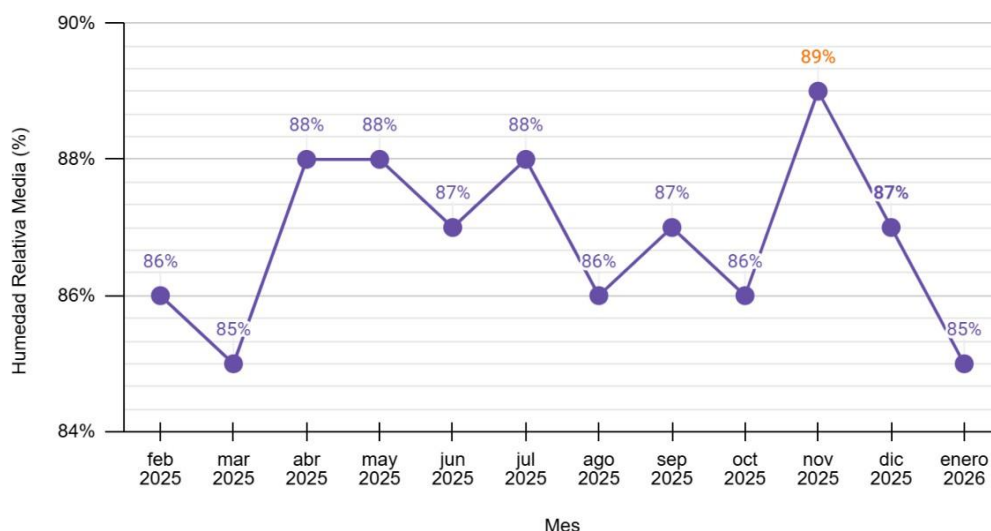


Figura 4. *Humedad Relativa Media (%) desde Febrero 2025 – Enero 2026*

Por el contrario, el valor máximo de humedad relativa se alcanzó en noviembre de 2025 con un 89% (Figura 4). Este pico es biológicamente significativo, ya que ocurre inmediatamente después del mes de mayor precipitación (octubre), indicando un periodo de máxima saturación hídrica en el ecosistema. Durante estos meses de humedad extrema (88% - 89%), la actividad de la fauna puede verse influenciada por la disponibilidad de microclimas húmedos en todo el estrato boscoso, lo que permite a especies sensibles a la desecación desplazarse con mayor libertad fuera de las fuentes de agua permanentes.

El régimen de precipitaciones registrado durante el periodo de monitoreo (febrero 2025 – enero 2026) muestra la marcada estacionalidad pluviométrica característica del bosque tropical seco en el Parque Natural Metropolitano. De acuerdo con los datos recopilados, la estación seca se manifestó con severidad durante los meses de febrero y marzo, alcanzando niveles mínimos de 15 mm y 25 mm, respectivamente (Figura 5). Este periodo de aridez es un factor determinante para el monitoreo con cámaras trampa, ya que la escasez de fuentes de agua en el parque suele obligar a la fauna a concentrar sus movimientos en áreas

específicas con humedad remanente, facilitando una mayor tasa de detección en puntos estratégicos.

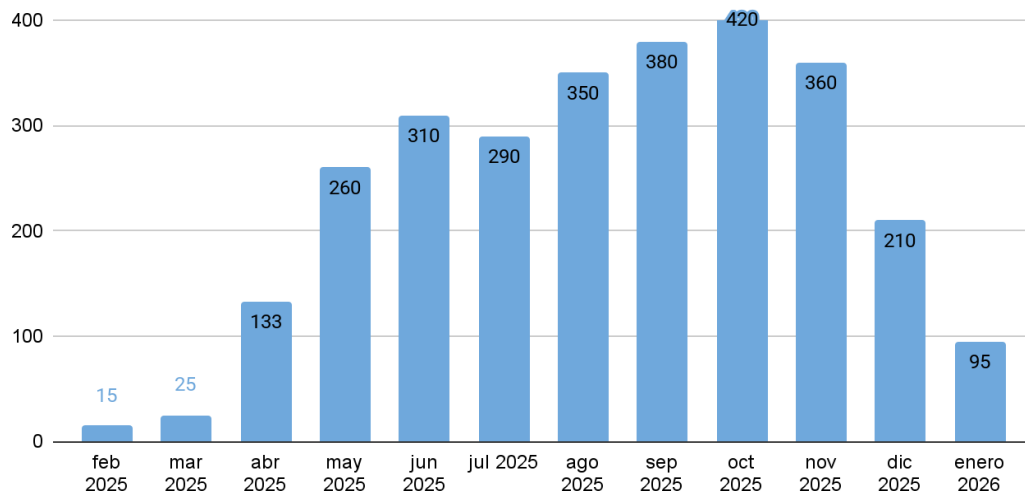


Figura 5. *Lluvias (mm aprox.) desde Febrero 2025 – Enero 2026*

A partir del mes de abril (133 mm), se observa una transición clara hacia la temporada lluviosa, la cual mantiene un incremento progresivo hasta alcanzar su nivel máximo en octubre con 420 mm de precipitación acumulada (Figura 5). Este pico pluviométrico de octubre representa el momento de mayor estrés hídrico por exceso en el ecosistema. Para la discusión biológica, es fundamental señalar que, en un entorno como el Parque Natural Metropolitano, rodeado por la matriz urbana de la ciudad de Panamá, estos meses de lluvia intensa permiten una dispersión más amplia de los mamíferos hacia todo el territorio del parque, dado que la disponibilidad de agua y recursos alimenticios se vuelve ubicua.

Finalmente, el inicio del año 2026 mostró una salida tardía de la temporada lluviosa, con 95 mm de lluvia, lo cual es superior al promedio histórico para este mes en la vertiente del Pacífico. A pesar de esto, el descenso registrado hacia enero de 2026 (95 mm) marca el cierre del ciclo de monitoreo anual. El ascenso en la pluviosidad entre el mes más seco (febrero) y

el más lluvioso (octubre) dicta no sólo el comportamiento de la fauna, sino también la logística del estudio. La alta pluviosidad sostenida entre agosto y noviembre (con valores superiores a los 350 mm) valida la necesidad de los protocolos de mantenimiento preventivo y la revisión técnica constante de los dispositivos, garantizando que el exceso de humedad y las inundaciones parciales del terreno no comprometieron la integridad de los datos colectados en el campo.

Índice de Abundancia Relativa (IAR)

Durante el periodo de estudio, se alcanzó un esfuerzo de muestreo total de 334 días-trampa, logrando la captura de 857 eventos independientes de fauna silvestre. Siguiendo el protocolo estadístico de Álvarez et al. (2015) y también por lo descrito por Mandujano (2024), se determinó un IAR general de **256.89 eventos por cada 100 días-trampa**. Este valor refleja una alta tasa de actividad biológica en el Parque Natural Metropolitano, impulsada principalmente por la dominancia de especies generalistas como *Dasyprocta punctata* (296 eventos) y *Nasua narica* (219 eventos), las cuales presentan una alta resiliencia a las condiciones ambientales y a la fragmentación urbana del área.

Curvas de Rango-Abundancia (Whittaker)

En la tabla 2 con respecto al Rango-Abundancia (Whittaker) de la comunidad de mamíferos terrestres en el Parque Natural Metropolitano, los puntos representan el logaritmo de la abundancia relativa de las 14 especies registradas, ordenadas de mayor a menor frecuencia de captura. La pendiente pronunciada refleja la dominancia de especies generalistas en el entorno urbano (Figura 6). Elaborado según la metodología de Álvarez et al. (2015).

La curva de Rango-Abundancia (Whittaker) resultante para el Parque Natural Metropolitano muestra una distribución característica de ecosistemas con alta dominancia de pocas especies. De acuerdo con el marco de Álvarez et al. (2015), la pendiente pronunciada al

inicio de la curva, liderada por *Dasyprocta punctata* ($P_i = 0.345$), *Nasua narica* ($P_i = 0.255$) y *Odocoileus virginianus* ($P_i = 0.187$), indica que el sistema está fuertemente influenciado por especies generalistas que logran explotar con éxito los recursos en áreas periurbanas. Estas tres especies concentran casi el 79% de todos los registros biológicos del parque (Figura 6).

Tabla 2. Rango-Abundancia (Whittaker) de la comunidad de mamíferos terrestres en el Parque Natural Metropolitano.

Rango	Especie	Eventos (ni)	Abundancia Relativa (pi)	log10(pi)
1	<i>Dasyprocta punctata</i>	296	0.345	-0.462
2	<i>Nasua narica</i>	219	0.2552	-0.593
3	<i>Odocoileus virginianus</i>	161	0.1876	-0.727
4	<i>Dasypus novemcinctus</i>	46	0.0536	-1.271
5	<i>Cuniculus paca</i>	43	0.0501	-1.3
6	<i>Didelphis marsupialis</i>	38	0.0443	-1.354
7	<i>Pecari tajacu</i>	28	0.0326	-1.486
8	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	8	0.0093	-2.031
9	<i>Marmosa robinsoni</i>	7	0.0081	-2.089
10	<i>Leopardus pardalis</i>	5	0.0058	-2.235
11	<i>Canis latrans</i>	2	0.0023	-2.632
12	<i>Proechimys semispinosus</i>	2	0.0023	-2.632
13	<i>Tamandua mexicana</i>	2	0.0023	-2.632
14	<i>Eira barbara</i>	1	0.0011	-2.933

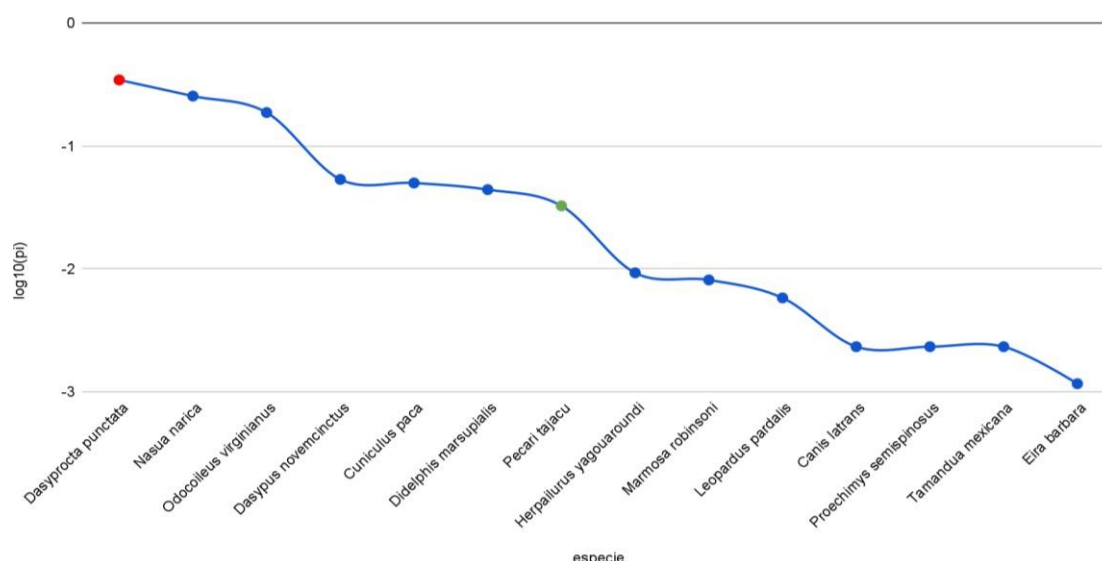


Figura 6. Curva de Whittaker y dominancia de comunidades en el PNM.

Por otro lado, la ‘cola’ de la curva, compuesta por especies con abundancias relativas menores al 1% como *Leopardus pardalis* y *Eira barbara*, evidencia la presencia de fauna con requerimientos de hábitat más específicos o mayor sensibilidad a la fragmentación (Figura 6). Según Reid (2009), la baja frecuencia de carnívoros especializados, como el ocelote (rango 10), es esperada en parches de bosque aislados, donde la conectividad con áreas boscosas más extensas es limitada. Este patrón de distribución sugiere un equilibrio ecológico frágil, donde la biodiversidad del parque depende de la preservación de los corredores biológicos que aún conectan la zona céntrica de la ciudad de Panamá con el resto de la cuenca de El Canal.

Dentro de la estructura de la comunidad de mamíferos, **el saíno** (Figura 6) se posiciona como una especie de abundancia intermedia (rango 7) que registró **28 eventos independientes** y un **IAR: 8.38** (calculado sobre un esfuerzo de 334 días-trampa), cuya presencia es constante pero menos dominante que la de otros frugívoros como el ñeque. El registro de grupos o individuos en seis estaciones diferentes confirma que no se trata de eventos aislados, sino de

una población establecida que contribuye a la biomasa de ungulados del parque. Al ser una especie nueva para el área, estos números sugieren una fase de estabilización poblacional, donde el saíno aprovecha nichos disponibles, manteniendo una actividad mayoritariamente diurna que cesa alrededor de las 23:29 horas

Patrones de actividad horaria

El monitoreo mediante fototrampeo permitió determinar los rangos de actividad de 14 especies de mamíferos, revelando una estructuración temporal que minimiza la competencia y refleja adaptaciones al entorno periurbano del Parque Natural Metropolitano. Los datos muestran una segregación clara en tres categorías principales:

- **Especies con Actividad Diurna:** Se observó que especies como el ñeque (*Dasyprocta punctata*) y el gato solo (*Nasua narica*) concentran su actividad entre las 04:14 y las 18:53, aprovechando exclusivamente las horas de luz solar. Esta estricta diurnidad es consistente con las estrategias de forrajeo visual y evasión de depredadores nocturnos como el ocelote.
- **Especies con Actividad Nocturna:** El ocelote (*Leopardus pardalis*), principal depredador del área, inició sus registros a las 19:36, cesando a las 04:46. Este patrón es seguido de cerca por presas potenciales como el conejo pintado (*Cuniculus paca*), activo entre las 18:12 y las 04:18, evidenciando un traslape de nicho temporal entre depredador y presa durante las horas de oscuridad.
- **Catemeridad y Plasticidad Temporal:** Resulta notable el comportamiento de *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) y *Canis latrans* (coyote). El venado mostró el rango más amplio de actividad (catemeral), registrándose desde la madrugada (02:32) hasta casi la medianoche (23:05). Por su parte, el coyote mantuvo presencia tanto en horas tempranas (03:15) como nocturnas (20:58).

El análisis de la actividad horaria por especie obtenido mediante el muestreo 2025-2026 revela una estructuración temporal compleja en la comunidad de mamíferos del Parque Natural Metropolitano. Los datos recopilados muestran una segregación clara entre especies diurnas, nocturnas y aquellas con plasticidad temporal (Tabla 3). Especies como *Dasyprocta punctata* (4:14 a 18:53) y *Nasua narica* (5:58 a 18:25) presentan patrón de actividad marcadamente diurno y crepuscular. Estos resultados guardan una estrecha relación con lo descrito por Reid (2009), quien sostiene que estas especies aprovechan las horas de luz para el forrajeo, optimizando su visión para la detección de recursos y depredadores. Sin embargo, el registro de *Dasyprocta punctata* iniciando actividad antes del amanecer (4:14) podría interpretarse como una adaptación a la presión antropogénica de la zona céntrica de ciudad de Panamá, permitiéndoles aprovechar el entorno antes del incremento del ruido y la actividad humana en el parque.

Tabla 3. Lista de especies con rango mínimo y máximo de actividad horaria y su categorización.			
Especies	Hora mínima	Hora máxima	Categorización con horario
<i>Canis latrans</i>	3:15	20:58	Catemeral
<i>Dasyprocta punctata</i>	4:14	18:53	Diurno
<i>Proechimys semispinosus</i>	5:07	19:05	Diurno
<i>Nasua narica</i>	5:58	18:25	Diurno
<i>Pecari tajacu</i>	6:21	23:29	Diurno
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	8:13	22:47	Diurno/Crepuscular
<i>Eira barbara</i>	19:06	19:06	Diurno
<i>Odocoileus virginianus</i>	2:32	23:05	Crepuscular/Catameral
<i>Dasypus novemcinctus</i>	16:20	4:14	Nocturno
<i>Cuniculus paca</i>	18:12	4:18	Nocturno
<i>Didelphis marsupialis</i>	18:31	6:03	Nocturno
<i>Marmosa robinsoni</i>	19:05	5:43	Nocturno
<i>Leopardus pardalis</i>	19:36	4:46	Nocturno
<i>Tamandua mexicana</i>	22:47	4:05	Nocturno

Nota: En el caso de *Eira barbara*, Reid (2009) la define como una especie diurna, a diferencia del presente trabajo que, por falta de registros, se deduce su categorización como nocturno.

En contraste, los carnívoros y presas nocturnas muestran una sincronía precisa con las horas de oscuridad. *Leopardus pardalis* fue registrado iniciando su actividad a las 19:36, extendiéndose hasta las 04:46. Este patrón coincide con la literatura clásica y las guías modernas de Reid (2009), que definen al ocelote como un cazador nocturno cuya actividad máxima se acopla a la de sus presas principales, como *Cuniculus paca* (4:18 a 18:12) y *Proechimys semispinosus* (5:07 a 19:05). Resulta notable la aparente “incoherencia” en el registro de *Proechimys semispinosus*, que muestra actividad hasta las 19:05; no obstante, al ser el PNM un ecosistema de bosque tropical seco rodeado por una matriz urbana, es común que la iluminación artificial periférica y el efecto de borde alteren la percepción del ciclo circadiano, extendiendo los periodos de actividad de pequeños roedores hacia el crepúsculo.

Odocoileus virginianus destaca por poseer el rango de actividad más amplio, desde las 02:32 hasta las 23:05 (Tabla 3). Esta plasticidad es un hallazgo crítico, ya que difiere parcialmente de las descripciones de Reid (2009) que suele ubicar al venado cola blanca como principalmente crepuscular. La presencia de actividad durante casi las 24 horas en el Parque Metropolitano sugiere una estrategia de evasión ante la fragmentación del hábitat; al ser una zona céntrica, los individuos expanden sus horarios para cumplir con sus requerimientos energéticos en momentos de baja interferencia humana. Este fenómeno de “nocturnización” o expansión horaria es una respuesta documentada en la fauna urbana para mantener la viabilidad poblacional en parches de bosque aislados dentro de la ciudad (Atencio et al., 2026).

Las variaciones observadas, en los horarios de actividad, sugieren adaptaciones conductuales específicas de la fauna ante el entorno urbano del Parque Natural Metropolitano como describe Gaynor et al. (2018) de cómo la actividad humana actúa como un factor de perturbación que impulsa a los mamíferos hacia la nocturnidad. En el caso de *Dasyprocta punctata*, el registro de actividad a las 04:14 representa un inicio anticipado en comparación con los patrones puramente diurnos descritos por Reid (2009). Esta modificación podría deberse a la intensa iluminación artificial perimetral de la ciudad de Panamá o a una estrategia para evitar la presencia humana en los senderos durante las horas matutinas.

Por otro lado, la plasticidad temporal de *Odocoileus virginianus*, con registros desde las 02:32 hasta las 23:05, expande significativamente su patrón de actividad típicamente crepuscular, ya que según Reid (2009), los venados suelen concentrar su actividad en los periodos de transición de luz; sin embargo, en este estudio se evidencia una expansión horaria casi total, lo que refleja un esfuerzo por maximizar el forrajeo en un hábitat fragmentado y bajo presión urbana.

Ahora bien, la sincronía de *Nasua narica*, que finaliza su actividad a las 18:25 justo antes del inicio de los registros de *Leopardus pardalis* a las 19:36, refuerza la teoría de segregación temporal de nichos para evitar la depredación. Este patrón de actividad es coherente con lo planteado por Reid (2009), quien destaca que las especies diurnas tienden a cesar su actividad al ocaso, para refugiarse de los felinos nocturnos que operan bajo el amparo de la oscuridad. A pesar de la presión de la ciudad, el PNM ofrece una fuente constante de alimento (frutos, raíces e insectos) y, crucialmente, protección contra cazadores furtivos que sí existen en zonas fuera de la ciudad. El saíno (*Pecari tajacu*) ha encontrado en el parque un nicho disponible, dado que sus registros de actividad, que se extienden hasta casi la medianoche (23:29), indican que está aprovechando las horas de menor actividad humana para forrajear de forma segura.

Riqueza de especies

La riqueza de especies mensual, entre todos los senderos del Parque Natural Metropolitano, mostró un incremento de febrero a julio para luego descender hacia enero, lo cual reflejó una dinámica temporal marcada, con variaciones claras a lo largo del año. En los meses de febrero y marzo se registraron cinco especies, entre ellas *Dasyprocta punctata* (ñequé), *Didelphis marsupialis* (zarigüeya), *Odocoileus virginianus* (venado), *Nasua narica* (coatí) y *Dasyopus novemcinctus* (armadillo). En abril, la riqueza disminuyó a cuatro especies, aunque se reportó por primera vez la presencia del ocelote (*Leopardus pardalis*), lo que indica un cambio en la composición de la comunidad (Figura 7).

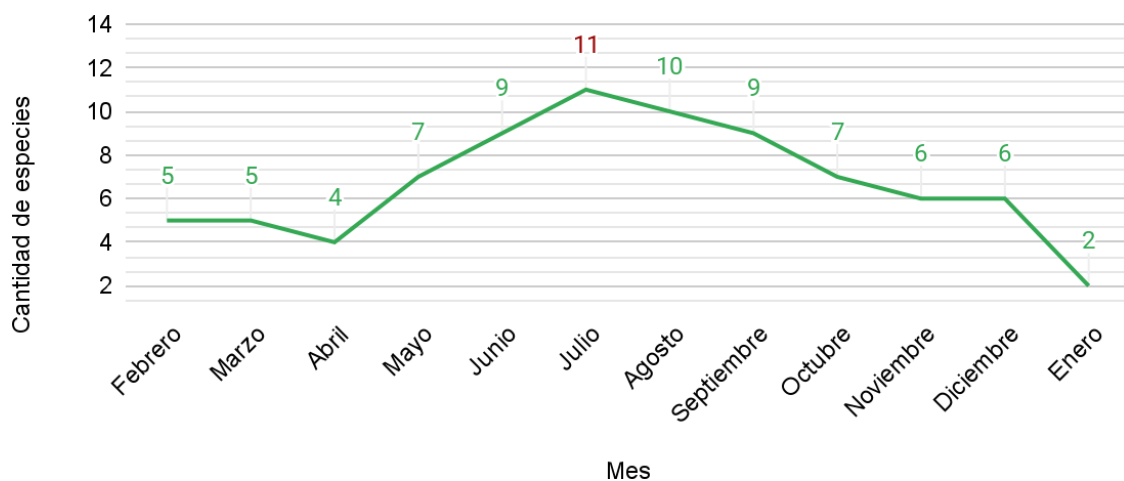


Figura 7. Riqueza de especies por mes.

En mayo se produjo un aumento con siete especies, destacando tres nuevas apariciones: *Pecari tajacu* (saino), *Canis latrans* (coyote) y *Cuniculus paca* (conejo pintado). Este incremento continuó en junio con nueve especies, incluyendo la novedad de *Marmosa robinsoni* (marmosa). Julio representó el punto máximo de riqueza con 11 especies

registradas, incluyendo la aparición de *Proechimys semispinosus* (rata espinosa) y *Tamandua mexicana* (hormiguero) (Figura 7).

Este tipo de incremento puede explicarse por la influencia de factores estacionales propios de los bosques tropicales de Panamá, como la mayor disponibilidad de frutos e insectos y la sincronización de ciclos reproductivos, lo que favorece la movilidad y detección de mamíferos en diferentes hábitats (Moreno et al., 2023). Además, julio coincide con un periodo de transición dentro de la temporada lluviosa en el que la productividad del bosque, alcanza niveles altos, generando abundancia de recursos alimenticios y refugios. Este contexto ambiental propicia que especies de hábitos más crípticos o de baja detectabilidad, como los hormigueros y roedores, se vuelvan más activos y visibles en las cámaras trampa. La combinación de factores reproductivos, abundancia de alimento y mayor movilidad explica por qué julio se convierte en un mes clave para la diversidad de mamíferos en el PNM, reflejando un pico ecológico que marca la dinámica anual de la comunidad.

A partir de agosto, la riqueza empieza a disminuir con 10 especies, aunque se incorporan dos nuevas especies: *Herpailurus yagouaroundi* (yaguarundi) y *Eira barbara* (tayra), continúa el descenso hasta el final del muestreo en enero (Figura 7). Estas variaciones, tanto en la riqueza como en la composición de especies, se relacionan con la disponibilidad de frutos e insectos, la actividad de los mamíferos y su movilidad dentro del bosque. Además, las lluvias intensas pueden limitar la actividad terrestre y disminuir la probabilidad de detección en las cámaras trampa. Estos factores ambientales explican la reducción en la riqueza registrada y evidencian cómo la estacionalidad condiciona la dinámica de la comunidad mastofaunística.

La riqueza de especies en el Parque Natural Metropolitano varió entre 2 y 11 especies a lo largo del año, mostrando picos de riqueza en los meses intermedios y reducciones hacia los extremos temporales. Este patrón refleja cómo los animales reaccionan a los cambios del

entorno y a la temporalidad del ecosistema, evidenciando cómo ciertos periodos favorecen la aparición de nuevas especies mientras otros se caracterizan por una disminución gradual. La dinámica observada aporta información valiosa sobre la composición y actividad de la comunidad de mamíferos, y al mismo tiempo constituye un insumo fundamental para comprender la variabilidad natural de la biodiversidad en el parque y su relación con los factores ambientales que influyen en la presencia y detección de las especies.

Por otra parte, integrando la Figura 3 (Temperatura) y la Figura 4 (Humedad), el análisis se vuelve mucho más robusto. Sandoval (2020) menciona que la estabilidad térmica, como punto conectivo, observada en la Figura 3, actúa como el telón de fondo constante para la vida en el sendero. A diferencia de las lluvias, la temperatura media se mantiene en un rango estrecho de 26.8°C a 27.8°C durante todo el año. Sin embargo, es notable que el pico máximo de temperatura media (27.8°C) ocurre en mayo, coincidiendo exactamente con el primer gran salto en la pluviosidad (260 mm). Esta combinación de calor máximo y aumento de humedad actúa como un catalizador metabólico que impulsa la riqueza de especies, que sube de 4 a 7 en ese mismo periodo, demostrando que el ecosistema responde con mayor fuerza cuando el calor y el agua coinciden.

La humedad relativa aporta una capa crítica de conectividad también relacionada por Sandoval (2020) menciona que, funcionando como puente, se observa una relación en julio: aunque no es el mes con más lluvia, mantiene una humedad alta del 88%, lo que coincide con el pico máximo de 11 especies. Esto sugiere que, para la riqueza del sendero, la saturación de humedad en el aire es tan vital como la caída de agua líquida. Curiosamente, el pico de humedad del 89% en noviembre no se traduce en más especies (baja a 6), lo que refuerza la idea de que después de cierto umbral de lluvia (420 mm en octubre), el exceso de

agua y humedad extrema podría limitar la actividad de las especies o su detectabilidad (Figura 4).

El declive de la riqueza hacia enero se explica por una “sequía combinada”. En este mes, no solo disminuyen las lluvias a 95 mm, sino que la humedad relativa cae a su punto más bajo (85%), mientras la temperatura media comienza a subir nuevamente hacia los 27.1°C. Esta pérdida de humedad ambiental, sumada a la falta de precipitaciones, crea un entorno de estrés hídrico que reduce la riqueza de especies a su nivel mínimo de dos unidades. Así, la conectividad total revela que la riqueza de especies en los senderos no depende de una sola variable, sino de un equilibrio sutil donde la humedad alta y las temperaturas moderadas deben coexistir con el ciclo de lluvias.

Finalmente, de acuerdo con la investigación de Sandoval (2020), la dinámica de la fauna en el área de estudio está intrínsecamente ligada a la estacionalidad climática, donde la interacción entre la temperatura, la humedad y la precipitación dicta los patrones de actividad y el uso del espacio. El autor señala que, durante la época seca, cuando las temperaturas son elevadas y la humedad relativa descende, se registra una mayor frecuencia de animales en puntos específicos como las aguadas debido a la escasez de recursos hídricos, lo que obliga a las especies a concentrar su actividad en horarios nocturnos para optimizar su termorregulación. Por el contrario, con el incremento de las lluvias y la saturación de humedad ambiental, la riqueza de especies detectada en sitios de monitoreo tiende a disminuir no por una reducción poblacional, sino por una mayor dispersión de los individuos en el territorio, confirmando que la conectividad biológica de los senderos es un reflejo directo de la disponibilidad de agua y el alivio del estrés térmico en el ecosistema.

De acuerdo con la variación en la riqueza de especies registradas en los diferentes senderos del Parque Natural Metropolitano, el sendero Mono Tití tuvo la mayor riqueza, 13 especies.

Le sigue Los Caobos con 11, Cieneguita con 9 y Roble con la menor cantidad, con sólo 4 especies (Figura 8).

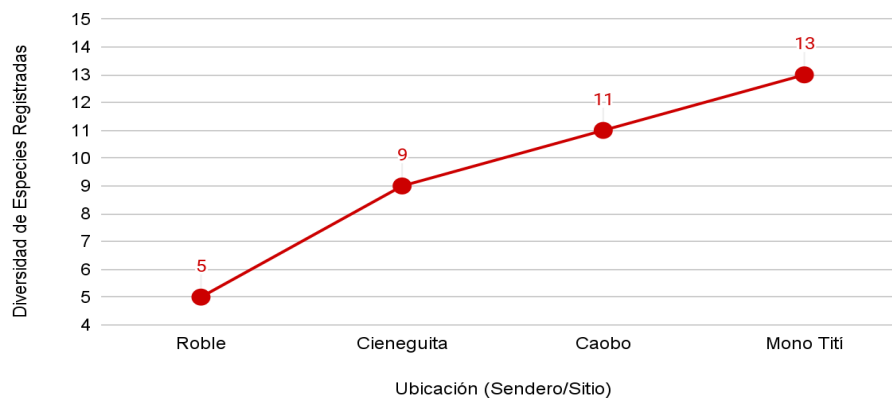


Figura 8. *Riqueza de Especies por sendero en el PNM.*

La riqueza de especies por sendero en el Parque Natural Metropolitano evidencia una marcada variabilidad entre los sitios de muestreo (Figura 8). Esta diferencia muestra que la distribución de la fauna no es homogénea en el parque, sino que responde a condiciones ambientales y estructurales particulares de cada sendero.

Los senderos con mayor riqueza, como Mono Tití y Los Caobos, indican la presencia de hábitats más complejos y una mayor disponibilidad de recursos, lo que promueve la coexistencia de diversos taxones. En contraste, el sendero El Roble, que presenta la cifra más baja, probablemente está influenciado por factores limitantes como una menor cobertura vegetal, escasez de refugios o una mayor presión antrópica. Esta heterogeneidad espacial coincide con lo reportado en ecosistemas tropicales, donde la composición de especies varía considerablemente en función de las condiciones microambientales (Wright & Duber, 2001).

Los valores registrados, que van de 4 a 13 especies, muestran que el Parque Natural Metropolitano tiene una población diversa de especies, aunque varía mucho según el lugar de muestreo. Esta variación puede deberse a la conectividad de los senderos, los cambios estacionales del ecosistema y factores externos como la presencia de personas.

Registro de actividades de fototrampeo

La distribución de los 857 eventos independientes capturados revela una marcada heterogeneidad en el uso del hábitat dentro del Parque Natural Metropolitano, destacando sectores con una actividad biológica significativamente superior a otros. Las estaciones con mayor éxito de captura fueron Caobo 1 y Mono titi 3, las cuales acumularon 294 y 228 registros respectivamente, concentrando de manera combinada más del 58% de toda la actividad mastozoológica detectada. En contraste, las estaciones ubicadas en el sector Roble (1 y 2) presentaron los niveles más bajos de frecuencia, con apenas 19 eventos totales, lo que sugiere que las condiciones de cobertura o la presión antropogénica en este sector específico limitan el tránsito de mamíferos medianos y grandes (Tabla 4).

Tabla 4. Registro del número de eventos independientes por especie.

Estaciones	Especie														Total
	<i>Canis latrans</i>	<i>Cuniculus paca</i>	<i>Dasyprocta punctata</i>	<i>Dasyprocta novemcinctus</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	<i>Leopardus pardalis</i>	<i>Nasua narica</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	<i>Pecari tajacu</i>	<i>Proechimys semispinosus</i>	<i>Tamandua mexicana</i>	<i>Eira barbara</i>	<i>Marmosa robinsoni</i>	
Caobo 1	0	20	119	3	0	6	1	69	55	20	0	1	0	0	294
Caobo 2	0	0	14	1	1	0	0	2	3	0	0	0	0	6	27
Cieneguita 1	1	0	4	0	0	0	0	0	10	1	0	0	0	0	16
Cieneguita 2	0	17	87	17	4	0	0	2	11	2	0	0	1	0	141
Mono titi 1	0	2	12	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	19
Mono titi 2	1	0	1	0	0	1	3	64	40	3	0	0	0	0	113
Mono titi 3	0	4	54	25	32	1	1	78	29	1	1	1	0	1	228
Roble 1	0	0	5	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	9
Roble 2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	10
Total	2	43	296	46	38	8	5	219	161	28	1	2	1	7	857

En cuanto a la representatividad de las especies, *Dasyprocta punctata* (ñeque) se consolidó

como la especie más abundante y con mayor ubicuidad en el parque, alcanzando un total de 296 registros y teniendo presencia en ocho de las nueve estaciones de muestreo. Su abundancia fue particularmente notable en la estación Caobo 1, donde se contabilizaron 119 eventos independientes. Por su parte, *Nasua narica* (gato solo) y *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) ocuparon el segundo y tercer lugar en frecuencia, con 219 y 161 registros, respectivamente (Tabla 4). Es fundamental resaltar que el venado cola blanca fue la única especie detectada de manera absoluta en la totalidad de las estaciones (9/9), confirmando su alta plasticidad ecológica y capacidad de adaptación a las distintas zonas del parque, a pesar de su cercanía con la matriz urbana.

Finalmente, la presencia de depredadores y especies raras aportó datos críticos sobre la salud del ecosistema. *Leopardus pardalis* (ocelote) registró un total de cinco eventos independientes, localizados principalmente en el sector de Mono titi 2 con tres capturas, y registros únicos en Mono titi 3 y Caobo 1. La coincidencia de la actividad del ocelote en los mismos sectores que presentan las mayores abundancias de presas, como el ñeque y el gato solo, sugiere una dinámica de depredador-presa funcional dentro de este parche de bosque urbano. Por último, especies como *Proechimys semispinosus* y *Eira barbara* mostraron las menores frecuencias de detección con un solo registro cada una, evidenciando una rareza local que podría estar vinculada a la fragmentación del hábitat en esta zona céntrica de la ciudad de Panamá.

Frecuencia de Ocurrencia

El análisis de la distribución espacial revela que el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es la especie con mayor ubicuidad en el área de estudio, logrando una frecuencia de ocurrencia del 100% al ser detectado en todas las estaciones de muestreo (Tabla 5, Figura 9). Este resultado, junto con el 88.89% obtenido por el ñeque (*Dasyprocta punctata*), confirma que estas especies actúan como generalistas, que aprovechan de manera integral los recursos disponibles en el mosaico de senderos del Parque Natural Metropolitano.

Tabla 5. Frecuencia de Ocurrencia (FO%) para las 14 especies registradas basada en su presencia en las 9 estaciones de monitoreo del Parque Natural Metropolitano.			
Especie		Frecuencia de Ocurrencia (FO%)	Estaciones con presencia (s)
1	<i>Odocoileus virginianus</i>	100.00	9
2	<i>Dasyprocta punctata</i>	88.89	8
3	<i>Nasua narica</i>	77.78	7
4	<i>Pecari tajacu</i>	66.67	6
5	<i>Cuniculus paca</i>	44.44	4
6	<i>Didelphis marsupialis</i>	44.44	4
7	<i>Dasypus novemcinctus</i>	33.33	4
8	<i>Leopardus pardalis</i>	33.33	3
9	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	33.33	3
10	<i>Canis latrans</i>	22.22	2
11	<i>Tamandua mexicana</i>	22.22	2
12	<i>Marmosa robinsoni</i>	22.22	2
13	<i>Proechimys semispinosus</i>	11.11	1
14	<i>Eira barbara</i>	11.11	1

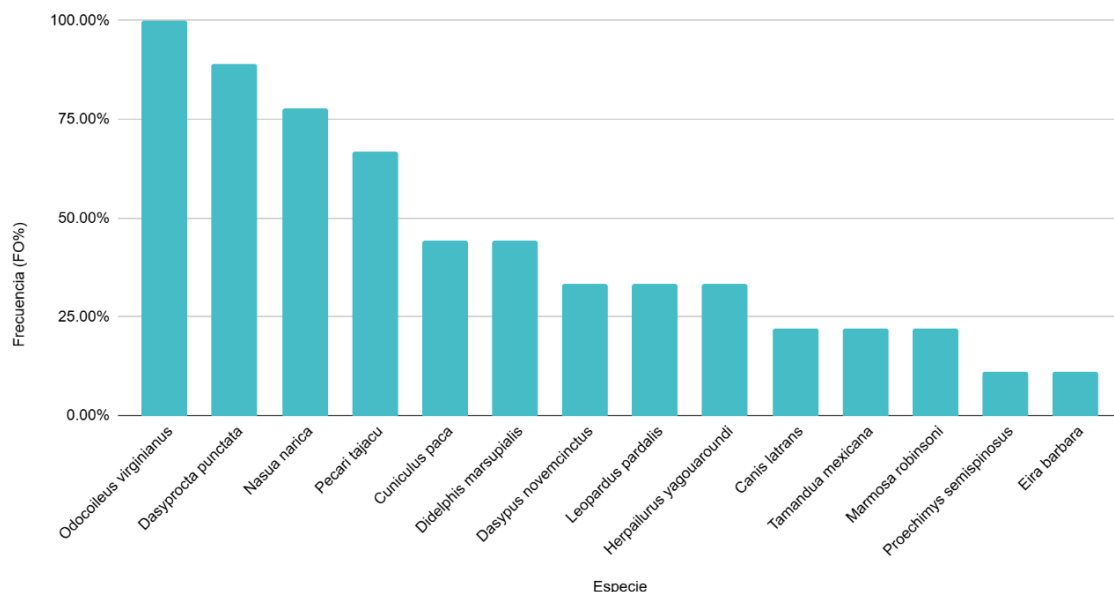


Figura 9. Frecuencia de Ocurrencia (FO%) para las 14 especies registradas basada en su presencia en las 9 estaciones de monitoreo del Parque Natural Metropolitano.

Por el contrario, carnívoros como el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) presentaron una distribución más restringida, con una frecuencia del 33.33%, localizándose principalmente en los sectores de Caobo y Mono Titi. Esta focalización espacial sugiere que dichos depredadores prefieren zonas específicas del parque, posiblemente debido a una mayor cobertura vegetal o cercanía a fuentes de agua, evitando sectores con menor registro de actividad como el área de Roble. Finalmente, la baja frecuencia de la tayra (*Eira barbara*) y la rata espinosa (*Proechimys semispinosus*), ambas con un 11.11%, subraya su estatus de especies raras o de baja detectabilidad en este entorno periurbano (Tabla 5, Figura 9).

La detección del saíno (*Pecari tajacu*) en el Parque Natural Metropolitano representa un

hallazgo significativo para la mastofauna local, mostrando una distribución espacial que abarca el 66.67% de las estaciones de monitoreo. La especie fue registrada en seis sectores distintos, con una presencia notablemente alta en la estación Caobo 1, donde se contabilizaron 20 de sus 28 eventos totales. Su ausencia en los sectores de Roble y Cieneguita 1 sugiere una preferencia por microhábitats específicos dentro del parque, posiblemente vinculados a zonas de mayor cobertura forestal o menor tránsito humano, características de las estaciones de Caobo y Mono Titi. Esta distribución fragmentada pero recurrente indica que la especie ha logrado establecer corredores de movimiento efectivos dentro de la matriz urbana que rodea el parque.

El PNM no es una isla aislada; forma parte de un corredor que se conecta con el Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC) y, eventualmente, con el Parque Nacional Soberanía. Es muy probable que grupos de saínos, ya reportados por Rodríguez et al, (2023) en el PNCC, hayan migrado desde esta área boscosa más extensa y conservada, buscando nuevos territorios. El hecho de que tengan una frecuencia de ocurrencia del 66.67% y se muevan principalmente por las estaciones de Caobo y Mono Titi sugiere que están utilizando las rutas de bosque más densas que aún conectan con el norte.

Con los años, algunas zonas del PNM han madurado en su sucesión forestal, creando el microclima de bosque tropical seco que el saíno prefiere. Sus **28 eventos independientes** demuestran que el parque ya tiene la capacidad de carga necesaria para sostener a una población pequeña pero activa.

CONCLUSIONES

- El monitoreo sistemático mediante cámaras trampa resultó ser una metodología altamente efectiva para el estudio de la mastofauna en el entorno periurbano del Parque Natural Metropolitano (PNM), permitiendo la identificación de 14 especies de mamíferos terrestres a través de 857 eventos independientes.
- Según el análisis de las Curvas de Whittaker, el ñeque (*Dasyprocta punctata*), el gato solo (*Nasua narica*) y el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) representan el 79% de los registros en los senderos. Este patrón de abundancia sugiere que el parque funciona actualmente como un nicho.
- El estudio permitió determinar una clara segregación temporal de nichos para minimizar la competencia. Mientras que depredadores como el ocelote (*Leopardus pardalis*) mantienen hábitos estrictamente nocturnos, otras especies como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) muestran una notable plasticidad temporal al registrarse durante casi las 24 horas del día.
- La distribución espacial de los mamíferos terrestres en el Parque Natural Metropolitano presentó variaciones entre senderos, destacando Mono Tití por su mayor diversidad y El Roble por la menor. Estas diferencias reflejan cómo la heterogeneidad ambiental y la influencia urbana condicionan la presencia de especies, lo que subraya la necesidad de integrar las particularidades de cada sendero en las estrategias de conservación y manejo de la biodiversidad.
- Un hallazgo de especial relevancia científica fue la consolidación del saíno (*Pecari*

tajacu) como un nuevo integrante activo de la fauna del parque. Con un IAR de 8.38 y una presencia en el 66.67% de las estaciones, esta especie ha logrado una colonización exitosa, posicionándose en un rango intermedio de abundancia.

- La persistencia de carnívoros y la llegada de nuevas especies como el saíno subrayan la importancia vital del PNM como un corredor biológico funcional. Sin embargo, ligeros ajustes en los horarios de inicio de actividad de especies diurnas sugieren una adaptación al patrón de actividad ante la presión antropogénica y el ruido característico de la ciudad de Panamá.

RECOMENDACIONES

- **Optimización del equipamiento tecnológico:** Se sugiere la actualización periódica del equipo de fototrampeo por modelos con sensores de mayor velocidad de obturación y alcance infrarrojo, así como el uso de software especializado para el procesamiento automatizado de metadatos y material bibliográfico actualizado.
- **Incremento del esfuerzo de muestreo temporal:** Es recomendable aumentar la frecuencia y duración de los ciclos de monitoreo para capturar variaciones estacionales de manera más robusta, permitiendo así una caracterización científica más profunda de la dinámica poblacional de las especies.
- **Ampliación de la cobertura de estudios en el PNM:** Se propone diversificar las estaciones de muestreo incluyendo áreas de difícil acceso y zonas alejadas de los senderos principales del Parque Natural Metropolitano, con el fin de reducir el sesgo de proximidad a la actividad humana y registrar comportamientos más naturales de la fauna.
- **Fortalecimiento del diseño experimental:** Se sugiere incrementar el número de

estaciones y cámaras trampa operativas de forma simultánea, lo cual permitiría obtener una mayor representatividad de la diversidad biológica y estimar con mayor precisión la densidad y riqueza de individuos en el área de estudio.

- **Implementación de corredores biológicos urbanos:** Ante el hallazgo del saíno como nueva especie en el área, se recomienda establecer un programa de monitoreo de corredores que conectan el Parque Natural Metropolitano con el Parque Nacional Camino de Cruces y el Parque Nacional Soberanía, con el fin de evitar el aislamiento genético de esta población.
- **Mitigación de barreras de infraestructura:** Es fundamental gestionar con las autoridades municipales la instalación de señalética de cruce de fauna y reductores de velocidad en las vías perimetrales del parque, especialmente en zonas cercanas a las estaciones de **Caobo y Mono Titi**, donde se registró la mayor actividad de especies.

REFERENCIAS

- Álvarez H., S., Ibáñez, A. L. & Bravo N., E. (2015). Ecología de poblaciones. Publicaciones CBS, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. http://148.206.53.210/omp_cbs/index.php/cbs/catalog/book/16.
- Ancrenaz, M., Hearn, A. J., Ross, J., Sollmann, R. & Wilting, A. (2012). Handbook for wildlife monitoring using camera-traps. Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia: BBEC II Secretariat, Natural Resources Office, Chief Minister's Department.
- Apps J., P. & Weldon, J. (2018). Special Issue: Special Section: Camera trapping in Africa. *African Journal of Ecology*, 56 (4), 702-709. <https://doi.org/10.1111/aje.12563>
- Atencio, E., Pinto, C., Nieto, C. A., Rodriguez, G., R. D., Sánchez, G., A. G., Martínez, E., Frizzarin, D., Ortega, L. & Quijada-Alarcón, J. (2026). Influencia de las perturbaciones antrópicas en la estructura de la comunidad de vertebrados en un bosque urbano: Caso del Campus Dr. Víctor Levi Sasso. *Scientia*, 36 (1), 75–107.
- Bonier, F., Martin, P. R. & Wingfield, J. C. (2007). Urban birds have broader environmental tolerance. *Biology Letters*, 3(6), 670–673. <https://doi.org/10.1098/RSBL.2007.0349>
- Campos-Pineda, E. G., Moreno, J., & Mendieta, J. (2017). Análisis florístico de vegetación arbórea de una parcela de bosque en el Parque Natural Metropolitano, provincia de Panamá. *Scientia*, 27(1), 7–24.
- Chapman, F. M. (1927). Who treads our trails? *National Geographic Magazine*: 330-345.
- Chua, L., Harrison, M. E, Fair, H., Milne, S., Palmer, A., Rubis, J. & Meijaard, E. (2020). Conservación y ciencias sociales: Más allá de la crítica y la cooptación. Un estudio de caso sobre la conservación del orangután. *People and Nature*, 2 (1), 42-60.
- Cossios, D. E. & Ricra Z., A. (2019). Diversidad y actividad horaria de mamíferos medianos y grandes registrados con cámaras trampa en el Parque Nacional Tingo María, Huánuco, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 26(3), 325-332. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172799332019000300005&script=sci_ar_text&tlng=pt
- Flórez-Oliveros, F. J. & Vivas-Serna, C. (2020). Zarigüeyas (chuchas comunes), marmosas y colicortos en Colombia. Fundación Zarigüeya–FUNDZAR. Medellín,

Colombia.

- Gaynor, K. M., Hojnowski, C. E., Carter, N. H. & Brashares, J. S. (2018). The influence of human disturbance on wildlife nocturnality. *Science*, 360 (6394), 1232-1235. <https://doi.org/10.1126/science.aar7121>
- Guzmán-Lenis, A. & Camargo-Sanabria, A. (2004). Importancia de los rastros para la caracterización del uso de hábitat de mamíferos medianos y grandes en el bosque los mangos (Puerto López, Meta, Colombia). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología.
- Kucera, T. E. & Barrett, R. H. (2000). A history of camera trapping. 9-26 pp. In F. A. (Ed.), *Camera traps in animal ecology*. Springer.
- Mandujano, S. (2024). Índice de abundancia relativa y tasa de encuentro con trampas cámara: conceptos, limitaciones y alternativas. *Mammalogy Notes*, 10(1), 389. <https://doi.org/10.47603/mano.v10n1.389>.
- Méndez, E. (1993). Los roedores de Panamá. Impresora Pacífico, S.A.
- MiAmbiente (Ministerio de Ambiente). (2023). Plan de Manejo del Parque Nacional Camino de Cruces [Borrador]. Dirección de Áreas Protegidas y Biodiversidad. 254 pp. <https://www.miambiente.gob.pa/wp-content/uploads/2023/06/Borrador-de-Plan-de-Manejo-del-PNCC-1.pdf>
- Moreno, R. & Bustamante, A. (2009). Datos ecológicos del ocelote (*Leopardus pardalis*) en Cana, Parque Nacional Darién, Panamá; utilizando el método de cámaras trampa. *Tecnociencia*, 11(2), 45–56.
- Moreno, R., Young, N., Puertes, A. & de la Torre, J. A. (2023). Terrestrial mammals' species richness, diversity, and activity patterns in the Darién National Park, Panamá. *Therya Notes*, 4(3), 210–218. https://doi.org/10.12933/therya_notes-23-131
- Natera, D. (2018). Diversidad de mamíferos en un área intervenida de la cuenca de El Canal de Panamá. <https://www.redalyc.org/journal/6517/651769150002/html/>.
- O'Connell, A. F., Nichols, J. D. & Karanth, K. U. (Eds.). (2011). *Camera traps in animal ecology: Methods and analyses*.
- PNM (Parque Natural Metropolitano). (2023). Plan de Manejo del Parque Natural Metropolitano 2023-2033. Panamá.
- Reid, F. (2009). *A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*. Second edition. Oxford University Press.
- Retis, J. & Nazira, M. (2025). Evaluación de la efectividad de cebos y estrategias de posicionamiento de cámaras trampa en el monitoreo de mamíferos en el Parque

Nacional de Tingo María - 2024. <https://repositorio.udh.edu.pe/20.500.14257/6334>

- Rodríguez E., Jiménez M. A. y De la Cruz L. (2023). Inventario de mamíferos terrestres en el Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC), Ciudad de Panamá. Revista nicaragüense de biodiversidad, 94, 1-23. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8280304>
- Rodríguez, R. (2019). Monitoreo de mamíferos terrestres en el Parque Natural Metropolitano en la ciudad de Panamá [Tesis de Licenciatura, Universidad de Panamá]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23950.08009>.
- Sandoval Lemus, M. A. (2020). Caracterización del patrón de actividad del tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) en aguadas del Biotopo Protegido Dos Lagunas, Reserva de Biosfera Maya [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Wright, S. J. & Duber, H. C. (2001). Poachers and forest fragmentation alter seed dispersal, seed survival, and seedling recruitment in the palm *Attalea butyraceae*, with implications for tropical tree diversity. Biotropica, 33(4), 583–595. [https://doi.org/10.1646/0006-3606\(2001\)033\[0583:PAFFAS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1646/0006-3606(2001)033[0583:PAFFAS]2.0.CO;2)

ANEXO

Listado de 33 especies de mamíferos terrestres registrados en el Parque Natural Metropolitano (PNM, 2023)

Familia	Especie	Nombre común
CERVIDAE	<i>Odocoileus virginianus</i>	venado de cola blanca
CANIDAE	<i>Canis latrans</i>	coyote
FELIDAE	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	yaguarundi
	<i>Leopardus pardalis</i>	ocelote
	<i>Leopardus wiedii</i>	tigrillo
MUSTELIDAE	<i>Eira barbara</i>	tayra
	<i>Galictis vittata</i>	lobo gallinero
PROCYONIDAE	<i>Bassaricyon gabbii</i>	olingo
	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	cacomixtle
	<i>Nasua narica</i>	gato solo, coatí
	<i>Potos flavus</i>	cusumbí, kinkaju
	<i>Procyon lotor</i>	mapache
CALUROMYIDAE	<i>Caluromys derbianus</i>	zarigüella roja, zarigüella lanuda
DIDELPHIDAE	<i>Didelphis marsupialis</i>	zarigüella común
LEPORIDAE	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	conejo mulato
ATELIDAE	<i>Alouatta palliata</i>	mono aullador
CEBIDAE	<i>Aotus lemurinus</i>	jujuná, mono nocturno
	<i>Saguinus geoffroyi</i>	mono tití
AGOUTIDAE	<i>Agouti paca</i>	conejo pintado
DASYPROCTIDAE	<i>Dasyprocta punctata</i>	ñeque
ECHYMIDAE	<i>Proechimys semispinosus</i>	rata espinosa
ERETHIZONTIDAE	<i>Coendou rothschildi</i>	puerco espín
HYDROCHAERIDAE	<i>Hydrochaeris isthmus</i>	conejo poncho, capibara
MURIDAE	<i>Mus musculus</i>	ratón bodeguero
	<i>Rattus rattus</i>	rata negra
SCIURIDAE	<i>Sciurus granatensis</i>	ardilla colorada
	<i>Sciurus variegatoides</i>	ardilla gris
BRADYPODIDAE	<i>Bradypus variegatus</i>	perezoso de tres garras
DASYPODIDAE	<i>Cabassous centralis</i>	armadillo rabo de puerco
	<i>Dasybus novemcinctus</i>	armadillo de nueve bandas
MEGALONYCHIDAE	<i>Choloepus hoffmanni</i>	perezoso de dos garras
MYRMECOPHAGIDAE	<i>Cyclopes didactylus</i>	tapacara
	<i>Tamandua mexicana</i>	hormiguero

Los datos presentados en la Tabla **Temperatura Máxima, Temperatura Media y Humedad Relativa Media desde Febrero 2025 – Enero 2026** reflejan las condiciones típicas del clima tropical de Panamá, caracterizado por una estabilidad térmica y una marcada estacionalidad pluviométrica.

Anexo. Temperatura Máxima, Temperatura Media y Humedad Relativa Media desde Febrero 2025 – Enero 2026				
Mes	Temp. Máxima (°C)	Temp. Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Lluvias (mm aprox.)
feb 2025	31	27.5	86%	15 mm
mar 2025	30.6	26.8	85%	25 mm
abr 2025	31.5	27.2	88%	133 mm
may 2025	31.8	27.8	88%	260 mm
jun 2025	31.3	27.4	87%	310 mm
jul 2025	31.3	27.3	88%	290 mm
ago 2025	31.6	27.3	86%	350 mm
sep 2025	31.5	27.1	87%	380 mm
oct 2025	31.5	27	86%	420 mm
nov 2025	30.8	26.8	89%	360 mm
dic 2025	31.1	27	87%	210 mm
ene 2026	31.3	27.1	85%	95 mm

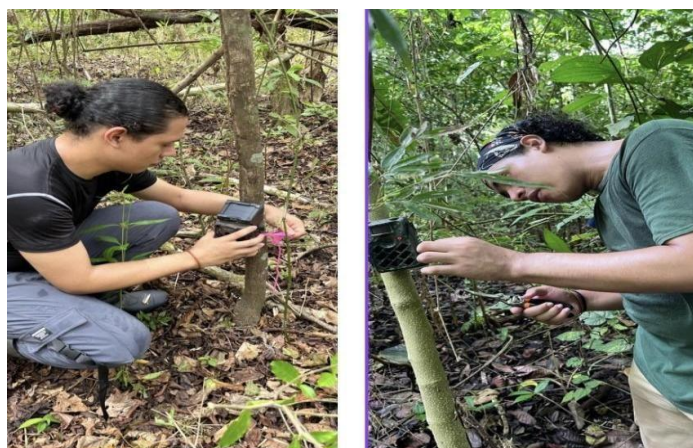
Rangos de actividad horaria por especie según muestreo 2025-2026																									
CLASIFICACIÓN	NOCTURNA					A M	DIURNO												PM	NOCTURNO					
HORA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<i>Canis latrans</i>				3:1 5																	20: 58				
<i>Dasyprocta punctata</i>					4: 14														18: 53						
<i>Proechimys semispinosus</i>						5:0 7														19: 05					
<i>Nasua narica</i>						5:5 8														18: 25					
<i>Pecari tajacu</i>							6: 21																	23: 29	
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>									8:1 3														22: 47		
<i>Eira barbara</i>																				19: 06					
<i>Odocoileus virginianus</i>			2: 32																					23: 05	
<i>Dasyus novemcinctus</i>					4: 14												16: 20								
<i>Cuniculus paca</i>					4: 18														18: 12						
<i>Didelphis marsupialis</i>							6: 03												18: 31						
<i>Marmosa robinsoni</i>						5:4 3														19: 05					
<i>Leopardus pardalis</i>					4: 46															19: 36					
<i>Tamandua mexicana</i>					4: 05																		22: 47		

Configuración de las cámaras trampa.



Entrenamiento para configurar las cámaras trampa

Preparación de las cámaras trampa.



Instalación de las cámaras trampa en los senderos



Instalación de las cámaras trampa en los senderos

3. Imágenes de mamíferos terrestres en los senderos del PNM.



Foto de *Pecari tajacu* (izquierda) y *Herpailurus yagouaroundi* (derecha).



Foto de *Dasyprocta punctata* (izquierda) y *Dasypus novemcinctus* (derecha)



Foto de *Canis latrans* (izquierda) y *Eira barbara* (derecha).



Foto de *Odocoileus virginianus* (izquierda) y *Leopardus pardalis* (derecha).



Foto de *Cuniculus paca* (izquierda) y *Nasua narica* (derecha).



Foto de *Proechimys semispinosus* (izquierda) y *Didelphis marsupialis* (derecha).



Foto de *Tamandua mexicana* (izquierda) y *Marmosa robinsoni* (derecha).