

Influencia de las perturbaciones antrópicas en la estructura de la comunidad de vertebrados en un bosque urbano: Caso del Campus Dr. Víctor Levi Sasso

Influence of Anthropogenic Disturbances on Vertebrate Community Structure in an Urban Forest: A Case Study of the Dr. Víctor Levi Sasso Campus

Ericka Atencio

Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

Ericka.atencia@utp.ac.pa

<https://orcid.org/0009-0001-9559-6868>

Cristian Pinto

Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

Cristian.pinto2@utp.ac.pa

<https://orcid.org/0009-0008-6636-9093>

Carlos A. Nieto

Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Civil, Panamá

Autor de correspondencia: carlos.nieto2@utp.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0002-6357-2693>

Rita Dionela-Rodríguez-G.

Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Civil, Panamá

Rita.rodriguez1@utp.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0003-4097-6502>

Ana G.-Sánchez-G.

Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Civil, Panamá

Ana.sanchez17@utp.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0002-1874-7124>

Ernesto Martínez

Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Civil, Panamá

Ernesto.martinez@utp.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0002-6108-9841>

Dario Frizzarin

Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

dario.frizzarin@utp.ac.pa<https://orcid.org/0009-0003-8058-3524>**Liam Ortega**liam.ortega@utp.ac.pa<https://orcid.org/0009-0007-7370-0744>**Jorge Quijada-Alarcón**

Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Civil, Panamá

Jorge.quijada@utp.ac.pa<https://orcid.org/0000-0001-8938-0190>

Recepción: 24/09/25

Aceptado: 01/12/25

DOI <https://doi.org/10.48204/j.scientia.v36n1.a8248>**Resumen**

La conservación de la biodiversidad urbana depende de la protección de los fragmentos de bosques inmersos en estas zonas, aunque a menudo se desconocen los filtros ambientales que estructuran estas comunidades. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia de las perturbaciones antrópicas en la estructura de la comunidad de vertebrados del campus Dr. Víctor Levi Sasso de la Universidad Tecnológica de Panamá. Se realizó un muestreo sistemático de fauna y variables ambientales, analizando los datos mediante un análisis de Coordenadas Principales (PCoA) y correlaciones de gradiente (ruido, luz artificial, suelo impermeable). Se registraron 208 especies incluyendo aves, mamíferos, reptiles y anfibios, de las cuales ocho se encuentran en alguna categoría de amenaza según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), confirmando al campus como un refugio de biodiversidad. El análisis de diversidad beta mostró una alta heterogeneidad en la composición de especies entre sitios. La contaminación acústica emergió como el determinante principal, mostrando una correlación significativa con el segundo eje de ordenación comunitaria ($r = 0,747$; $p = 0,021$). Se evidenció que la fauna del campus está estructurada por micro-gradientes antrópicos, donde el ruido actúa como un filtro ambiental selectivo. Estos resultados confirman que la gestión de espacios verdes urbanos requiere estrategias que mitiguen estas perturbaciones para asegurar su función como refugios ecológicos.

Palabras clave: Contaminación acústica, ecología urbana, fragmentación de hábitat, filtrado ambiental, gradiente ambiental.

Abstract

Urban biodiversity conservation relies on protecting forest fragments embedded within these areas, although the environmental filters structuring these communities are often unknown. This study aimed to evaluate the influence of anthropogenic disturbances on the vertebrate community structure of the Dr. Víctor Levi Sasso campus of the Universidad Tecnológica de Panamá. A systematic sampling of fauna and environmental variables was conducted, analyzing data using Principal Coordinates Analysis (PCoA) and gradient correlations (noise, artificial light, impermeable soil). A

total of 208 species were recorded, including birds, mammals, reptiles, and amphibians, eight of which are listed in a threatened category according to the International Union for Conservation of Nature (IUCN), confirming the campus as a biodiversity refuge. Beta diversity analysis showed high heterogeneity in species composition among sites. Noise pollution emerged as the main determinant, showing a significant correlation with the second axis of community ordination ($r= 0,747$; $p= 0,021$). It was evidenced that the campus fauna is structured by anthropogenic micro-gradients, where noise acts as a selective environmental filter. These results confirm that the management of urban green spaces requires strategies to mitigate these disturbances to ensure their function as ecological refuges.

Keywords: Noise pollution, urban ecology, habitat fragmentation, environmental filtering, environmental gradient.

Introducción

Las instituciones de educación superior han demostrado ser sitios de interés, ya que con áreas verdes extensas en medio de ciudades densamente pobladas desempeñan un papel crucial como refugios ecológicos, contribuyendo significativamente a la conservación de la biodiversidad local. Ejemplos destacados incluyen la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN) en Managua; la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI) en Milagro, Ecuador; la Universidad Técnica del Norte (UTN) en Ibarra, Ecuador; y la Universiti Sains Malaysia (USM) en Penang, Malasia (Cue García et al., 2020; Fonseca González et al., 2025; Jaafar et al., 2024; Ramos Mendieta & Alulema Rivera, 2024).

La conservación de la fauna en zonas urbanas no se limita a proteger especies aisladas, sino a mantener las interacciones entre ellas y su entorno. Diversos grupos animales contribuyen a servicios ecosistémicos clave como la polinización, dispersión de semillas y control biológico. Conjuntamente, algunas especies actúan como bioindicadores ofreciendo métricas concretas para evaluar su resiliencia en los entornos urbanos, frente a perturbaciones naturales o antropogénicas (Alvey, 2006 ; Aronson et al., 2017 ; Wang et al., 2017).

Actualmente la sociedad, demanda que, en materia ambiental, las universidades deben reestructurar sus políticas y modelos organizativos, para lograr comprender la cultura, los impactos y las estrategias necesarias para reducir problemas ambientales (Godet & Roubelat, 1996). A pesar de que se han desarrollado iniciativas para documentar la biodiversidad en universidades

panameñas y latinoamericanas, el conocimiento sigue siendo parcial y en el caso específico del campus Dr. Víctor Levi Sasso, carece de un inventario sistemático de la fauna vertebrada, lo que limita la comprensión de su valor ecológico y su potencial como laboratorio natural (Jiménez, 2022).

Varias universidades a nivel regional han comenzado a reconocer la importancia ecológica de su campus mediante inventarios de biodiversidad. Por ejemplo, la Universidad Estatal de Milagro (Ecuador) registró más de 100 especies vegetales y 10 de aves (Cue García et al., 2020), por su parte, la Universidad Nacional de Colombia (Sede La Paz) documentó 21 mamíferos a través de cámaras trampa y redes de niebla (Acevedo-Quintero & Zamora-Abrego, 2022). Por otro lado, la Universidad Militar Nueva Granada, Sabana de Bogotá, registró más del 40 % de especies introducidas o invasoras, a pesar de ser un sitio que alberga fauna amenazada o poco estudiada. El Instituto Federal Baiano (Brasil) evidenció que, incluso en biomas degradados, se pueden detectar especies de gran valor a través de monitoreos sistemáticos (Fernandes et al., 2023). La Universidad de Costa Rica (Sede del Atlántico), realizó un inventario de aves durante tres años para conocer la riqueza del campus, sustentando que poseen condiciones biogeográficas favorables para una alta diversidad (Acosta-Chaves & Ramírez-Calvo, 2020).

Panamá, posee una gran biodiversidad, reconocida como una de las regiones biológicas más importantes del planeta, basado en su variedad de ecosistemas y especies de flora y fauna, combinado con su posición geográfica en la zona neotropical (Gutiérrez Pineda & Méndez-Carvajal, 2021; Jiménez et al., 2020).

Los estudios para conocer el papel de las universidades panameñas en la conservación de la biodiversidad es muy limitado y disperso, lo que ocasiona la falta de comprensión integral de su rol en la adecuada gestión de espacios verdes. Aunque algunas universidades han desarrollado iniciativas puntuales, estas no han sido articuladas dentro de un marco institucional amplio. En este contexto, la Universidad de Panamá realizó en 2021, en el campus central, un análisis de quirópteros (Villarreal et al., 2021), mientras que el Centro Regional Universitario de

Azuero, registro la variedad de 37 especies de aves en un parche de bosque urbano con indicios de regeneración (Camarena et al., 2020; Contreras et al., 2017; Sánchez Sánchez, 2022).

Estos resultados evidencian que los espacios universitarios, incluso en zonas muy urbanizadas, tienen la capacidad de funcionar como refugios biológicos locales. Por lo que se hace evidente la necesidad de ampliar, sistematizar y coordinar los esfuerzos de monitoreo de biodiversidad en otros centros regionales del país (Gómez et al., 2013).

En 2020, la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) establece una parcela permanente de monitoreo forestal en el campus central Víctor Levi Sasso, constituyendo la primera infraestructura de este tipo implementada por una institución académica en el país. Esta iniciativa posiciona a la UTP dentro de una red internacional de monitoreo ecológico y también sienta las bases para una gestión ambiental más estructurada dentro de la institución (Resolución No. CADM-R-14-2020, 2020; Universidad Tecnológica de Panamá, 2025).

Posteriormente, en 2023, se impulsaron acciones institucionales como, el establecimiento del Departamento de Áreas Verdes y la Dirección Nacional de Gestión Energética, Ambiental e Ingeniería Aplicada, estas instancias han impulsado una nueva etapa en la administración ambiental en la Universidad, caracterizada por una visión integral y proactiva.

Los inventarios de fauna vertebrada se alinean con la Estrategia Nacional de Ambiente 2021-2031 (Decreto Ejecutivo N° 12, 2022) y con el Plan de Acción “Panamá Ciudad Sostenible” (Municipio de Panamá & Banco Interamericano de Desarrollo, 2017); además que fortalecen los diseños de corredores ecológicos y la conectividad en áreas metropolitanas (Castillo, 2023; León & Julio Mario Julio De León, 2023). A pesar de las múltiples investigaciones sobre fauna urbana en Panamá y de los instrumentos de planificación municipal, no existe un levantamiento sistemático que documente la diversidad de vertebrados en el campus Dr. Víctor Levi Sasso de la UTP.

En el área metropolitana de Panamá, el crecimiento desproporcionado de la

población y el desarrollo de infraestructuras ha provocado el deterioro de los hábitats y el desplazamiento de la fauna silvestre hacia zonas urbanas en Panamá (Aráuz et al., 2010; Gálvez, 2021; Ortiz et al., 2021; Voltas & Pino, 2024); En este contexto, el campus Dr. Víctor Levi Sasso al conservar un remanente de bosque húmedo tropical en el que, se han catalogado 102 especies arbóreas en 38 familias, refleja su valor como refugio para vertebrados y como laboratorio vivo para la investigación ambiental (Jiménez, 2022). Inventarios sistemáticos de fauna vertebrada en estos parches permiten establecer líneas base para futuros monitoreos, detectar tendencias en diversidad y abundancia de especies, identificar taxones vulnerables y sentar las bases para programas de restauración ecológica y corredores verdes.

Asimismo, este inventario se alinea con la meta estratégica 6.2.1 del Plan de Desarrollo Institucional de la UTP, sobre el fomento de una cultura de conciencia ambiental, y contribuye al cumplimiento del ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres) de la Agenda 2030, fortaleciendo la contribución institucional a la sostenibilidad y promoviendo una conexión más profunda entre la comunidad académica y su entorno natural (Universidad Tecnológica d Panamá, 2018; Universidad Tecnológica de Panamá, 2025).

De este modo, más allá de su aporte científico y ecológico, el estudio fortalece el compromiso institucional con la sostenibilidad y estrecha el vínculo entre la comunidad académica y su entorno natural. Tradicionalmente la estructura de las comunidades faunísticas asociadas a fragmentos urbanos se explicaba por estos patrones de paisaje, donde el efecto de borde era el principal impulsor en la composición de las especies (Ries et al., 2004). Sin embargo, esta dicotomía puede no describir adecuadamente los campus universitarios en zonas urbanas de alta intensidad de uso, ya que la red de infraestructuras, iluminación y construcciones, generan micro-gradientes de perturbación antrópica. Por lo que este estudio, se plantea si la comunidad de vertebrados del campus Dr. Víctor Levis Sasso responde a la clasificación tradicional de hábitats o a una heterogeneidad más fina, determinada por micro-gradientes antrópicos. Para esto se contrastó el poder

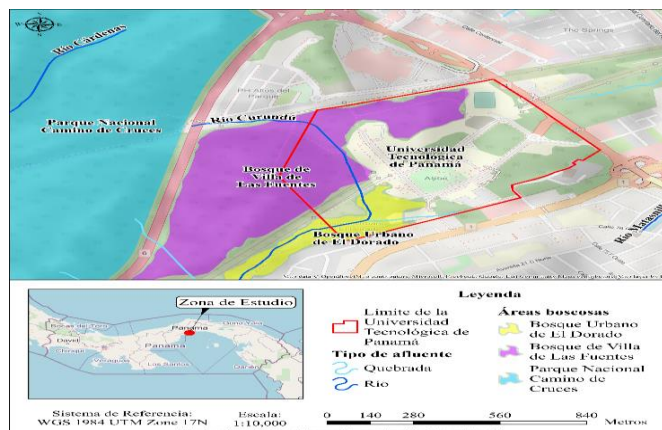
explicativo de la clasificación de hábitat frente a los gradientes de perturbaciones medidos in situ (contaminación acústica, luz artificial e impermeabilidad del suelo), como predictores de las variaciones en la composición de las comunidades de vertebrados.

Materiales y Métodos

Este estudio se desarrolló en el Campus Dr. Víctor Levi Sasso de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), el área corresponde a un bosque húmedo tropical de tierras bajas, con temperaturas medias anuales de 26 °C, precipitaciones entre 1 850 mm y 4 300 mm y humedad relativa promedio del 85 % (Jiménez, 2022), tiene una extensión de 60 hectáreas, se ubica en el área metropolitana de la Ciudad de Panamá. Este espacio colinda con bosques urbanos y se encuentran en las proximidades del Parque Natural Camino de Cruces (Figura 1). Estas conexiones sitúan al campus en una posición clave para la conservación, estudio de fauna y flora nativa. La topografía es ondulada, con pendientes moderadas y suelos de bajo valor agrológico. Aunque las actividades humanas han modificado parte de la vegetación, persisten fragmentos boscosos que albergan alta diversidad.

Figura 1

Ubicación del campus Dr. Víctor Levi Sasso de la Universidad Tecnológica de Panamá.



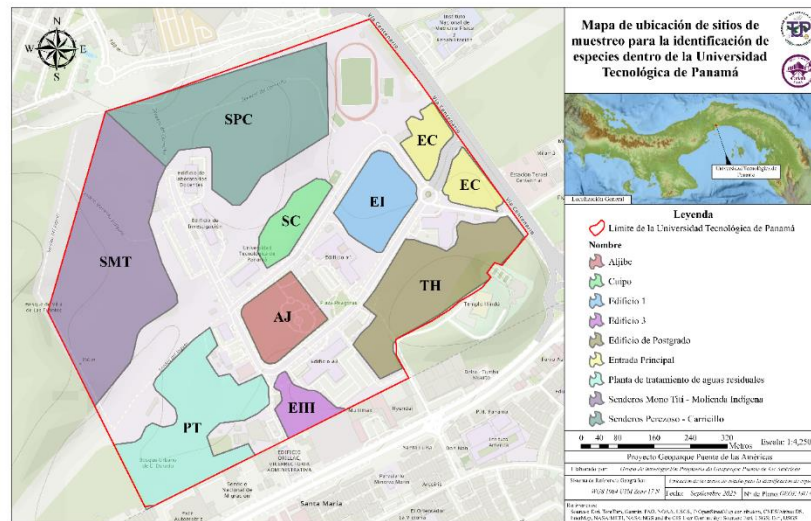
Nota: Se presenta su colindancia con fragmentos de bosque urbano clave, como el Bosque Urbano de El Dorado y el Parque Nacional Camino de Cruces, resaltando su posición

estratégica como corredor biológico

Los sitios de muestreos incluyeron los senderos: Mono Tití - Molienda Indígena (SMT), Perezoso – Carricillo (SPC), Cuipo (SC), Aljibe (AJ). Así como de áreas adyacentes a edificios institucionales: Edificio 1 (EI), Edificio 3 (EIII), Edificio de Postgrado (TH); y otras zonas como: Entrada Principal (EC), Planta de tratamiento de aguas residuales (PT). Ver figura 2

Figura 2

Distribución de los sitios de muestreo de fauna vertebrada en el campus Dr. Víctor Levi Sasso.



Nota: Los polígonos de colores delimitan las zonas monitoreadas, que incluyen tanto áreas boscosas (senderos) como zonas adyacentes a infraestructuras (edificios y planta de tratamiento).

Los monitoreos se realizaron desde enero de 2023 hasta julio de 2025 mediante un muestreo transversal aleatorio en transectos de aproximadamente de 100 metros, con el objetivo de registrar la fauna vertebrada, abarcando diversas zonas en variados horarios y épocas del año, sin restringirse a un grupo taxonómico concreto (Howe et al., 1997; Stiles Hurd & Rosselli, 1998). Estos se efectuaron de 6:00 a 8:00 h y de 19:00 a 20:00 h, permitiendo registrar fauna tanto diurna como nocturna.

Para la recolección de datos se utilizaron: binoculares (10 ud, Huhloch B2ZK, Simmons) y cámaras digitales (1ud, Nikon EOS E7) para la observación directa y

registro fotográfico; cámaras trampa (10 ud, Browning Spec Ops Elite HP5), colocadas en los senderos y parches boscosas; redes de niebla (2 ud, 6 m x 2.5 m, Biologika) para la captura y liberación de murciélagos, operadas al anochecer. El ruido acústico se midió en distintos puntos dentro y fuera de los sitios de muestreo obteniendo el nivel promedio en decibelios (dB) durante cinco minutos (1 ud; SoundMeter HT602A, Intendvision); La iluminación artificial se midió en cada sitio de muestreo durante la noche (19:00 a 20:00 h) y la madrugada (04:00 a 05:00 h), para obtener la iluminación promedio en Lux (1 ud, Light Meter TS-720). El porcentaje de suelo impermeable en cada sitio se calculó, mediante la estimación de la cantidad de suelo recubierto en un radio de 10 metros. La participación de estudiantes voluntarios del Programa ConserVirtual-UTP como parte de una estrategia de ciencia ciudadana, que fueron capacitados para la observación, registro y documentación visual de especies. Esta estrategia amplió el alcance del muestreo y fortaleció el vínculo entre la comunidad educativa y la conservación del entorno natural del campus.

Además, se emplearon plataformas digitales como eBird y Merlin para la identificación y registro de aves, y Recosfa para el reporte de fauna silvestre viva o afectada por eventos como atropellos o interacciones humanas.

Los registros generados fueron contrastados con un inventario previo realizado por (Jiménez, 2022). Los patrones de diversidad de la fauna en los sitios de muestreo fueron analizados utilizando una matriz de abundancia para las especies registradas distribuidas en cada sitio, se calculó la diversidad alfa para caracterizar la riqueza de especie (S), la abundancia total y los índices de Shannon (H') se calculó utilizando el logaritmo natural (\ln), Simpson ($1-D$) y Equitatividad de Pielou (J'). El análisis de diversidad beta, se calculó mediante una matriz de disimilitud utilizando el índice de Bray-Curtis, a partir del cual se construye el Análisis de Coordenadas Principales (PCoA), y un Análisis de Conglomerados Jerárquico (método de Ward). Para identificar gradientes lineales en la composición, se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA), por lo que previamente la matriz de abundancia se transformó mediante el método de Hellinger (Legendre & Gallagher,

2001), para reducir el peso de las especies raras y corregir el efecto de los dobles ceros. Se utilizó el TB-PCA, en lugar de un Análisis de Correspondencia Sin Tendencia (DCA), debido a que la transformación de Hellinger permite el uso validado de ordenaciones lineales euclidianas en gradientes ecológicos cortos, típicos de entornos urbanos fragmentados como el que se observó en el campus. El cálculo de las diferencias en la composición de especies entre los grupos de hábitats se evaluó mediante un Análisis de Varianza Multivariado Permutacional (PERMANOVA), complementado con una prueba PERMDISP, para evaluar la homogeneidad de la dispersión. A nivel de especie, se evaluó el grado de generalismo o especialización de las especies más representativas mediante el índice de Levins (B), que fue utilizado como una medida de la amplitud en el uso de los distintos sitios de muestreo. Además, la estructura de dominancia de la comunidad se examinó mediante curvas de Rango – Abundancia, lo que permitió distinguir entre las especies dominantes, comunes y raras en el entorno urbano del campus.

Considerando la importancia de los factores ambientales sobre la estructuración de la comunidad faunística, se realizaron análisis de gradiente directo. Para cada una de las estaciones de muestreo se analizaron variables representativas de la perturbación antrópica a microescala como: la contaminación acústica promedio (Ruido en dB) mediante un sonómetro, realizando mediciones durante cinco minutos; el porcentaje de incidencia de luz artificial (porcentaje de iluminación), estimada como la incidencia de luz no natural durante la noche, mediante la utilización de un luxómetro por aproximadamente 5 minutos y el porcentaje de superficie de suelo impermeable (%), calculado como la cantidad de superficie cubierta por cemento o asfalto en un radio de 10 metros, en cada sitio de muestreo. Considerando la naturaleza y no normalidad de los datos ecológicos, se utilizó un enfoque estadístico no paramétrico basado en rangos, a través de una prueba de Kruskal-Wallis, con la que se evaluó si existían diferencias significativas en los patrones de distribución de las abundancias de los sitios de muestro, lo que permitió comprar la estructura de los ensamblajes sin asumir homogeneidad de

varianzas.

Posteriormente se analizó la influencia de los filtros ambientales, utilizando el Coeficiente de Correlación de Rangos de Spearman (r_s), que evaluó la relación entre las variables de perturbación (ruido, luz, impermeabilidad) y los gradientes de composición resumidos en los dos primeros ejes del PCoA, lo que aseguró la robustez del análisis frente a valores atípicos y la ausencia de normalidad multivariada.

Todos los análisis de los datos y visualizaciones se llevaron a cabo en el entorno de programación Python (v.3.10+), utilizando bibliotecas de Pandas para manipular los datos, scikit-learn para PCoA y PCA, scipy para el análisis de conglomerados y scikit-bio para las pruebas estadísticas PERMANOVA y PERMDISP, generando los gráficos mediante matplotlib y seaborn.

Resultados

El presente estudio identificó un total de 6 755 individuos de vertebrados, distribuidos en 208 especies. En termino de abundancia relativa, las aves fueron el grupo con mayor dominancia representando el 93.9% de los registros ($N= 6\ 343$), seguidos por los mamíferos con un 4,5 % ($N= 303$) y la herpetofauna (reptiles y anfibios) con el 1,6 % ($= 109$) (Apéndices1: Tabla 1). El análisis de rango-abundancia (Figura 8), mostró que la comunidad está dominada numéricamente por pocas especies generalistas, donde los individuos *Tyrannus tyrannus* ($N= 547$); *Sporophila corvina* ($N= 629$) y *Columba livia* ($N= 270$), acumulan el 21 % de la abundancia total, mientras que la mayoría de las especies presentaron abundancias bajas, según una distribución log normal típica (Ver apéndice 2).

Previo a los análisis biológicos, se cuantificaron los microgradientes de perturbación en los sitios de estudio, donde las mediciones in situ revelaron un gradiente de contaminación acústica con un rango de variación promedio de 4,5 dB entre los sitios extremos, además de que los valores más altos se encontraron en las zonas de alto tráfico vehicular y las edificaciones como EC (Entrada Principal) y

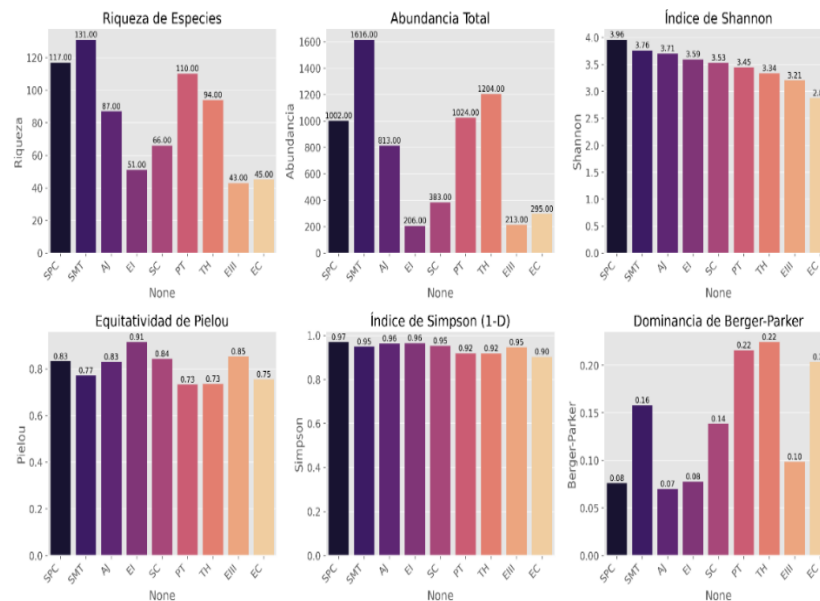
EIII (Edificio 3) (media $\approx 55,5$ dB). Por otro lado, en las estaciones SMT (Mono Tití) y SPC (Perezoso-Caricillo), mostraron niveles bajos de ruido (media $\approx 51,0$ dB). De igual manera, el porcentaje de suelo impermeable mostró polarización que alcanzó una cobertura máxima del 82 % en los sitios urbanizados (EC), en contraste con una cobertura nula (0 – 2 %), observada en los fragmentos de bosque y senderos, demostrando la heterogeneidad física del campus.

Las variaciones encontradas en la diversidad alfa por sitio de muestreo se presentan en la Figura 3, donde el Edificio de Postgrado (TH), registró los valores más altos, con una riqueza de especies acumulada de $S=58$, una abundancia total de $N= 804$ individuos y un valor máximo de diversidad de Shannon de $H' = 3,85$. El índice de Simpson (1-D), evidenció una alta probabilidad de diversidad interespecífica en la mayoría de los sitios, con valores entre 0,85 y 0,95. Los sitios con mayor integridad ecológica como TH (0,95), SPC (0,94) y PT (0,93), presentaron los valores más altos, lo que indicó una estructura comunitaria compleja y bien distribuida.

Por el contrario, las zonas con mayor intervención antrópica, como el Edificio 1 (EI), registró el valor más bajo (0,85), lo que refleja una simplificación de la comunidad asociada a la dominancia de pocas especies. En contraste con el sitio E1, presentó menos riqueza ($S = 29$), diversidad ($H' = 2,98$). En cuanto al índice Berger-Parker, reveló que el sitio TH ($BP = 0,34$), presentó una mayor dominancia de la especie *Columbia livia*, mientras que la mayor equitatividad se encontró en el sitio E3 (Pielou's $J' = 0,95$).

Figura 3

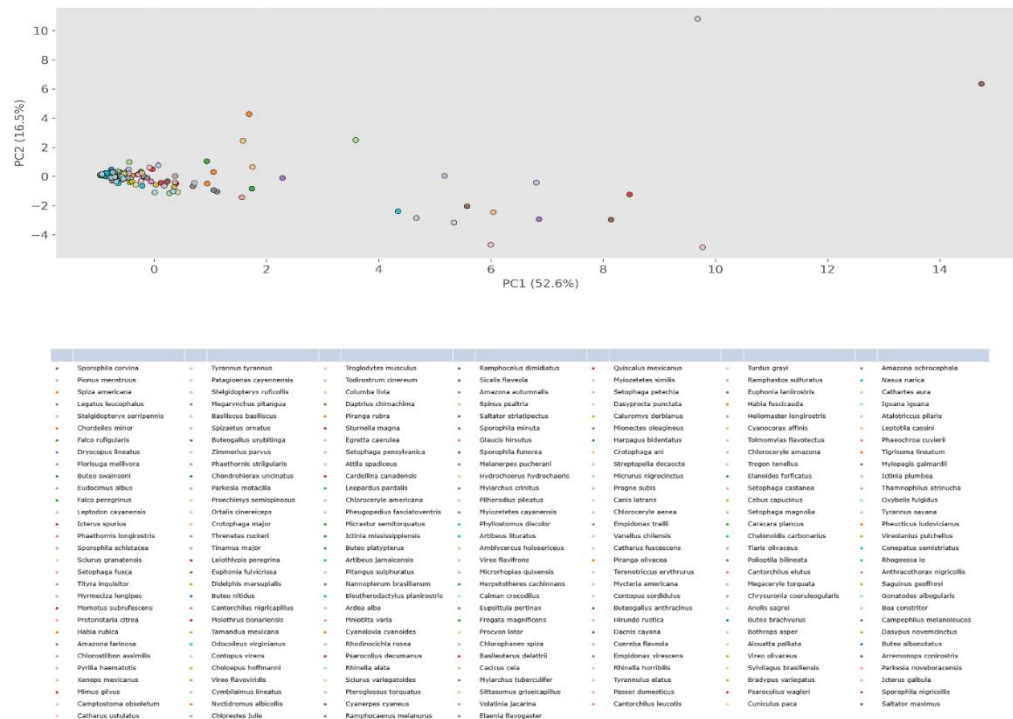
Comparativa de los índices de diversidad alfa para las comunidades de vertebrados en los sitios de muestreo.



Nota: Los gráficos de barras ilustran la Riqueza de Especies (S), Abundancia Total (N), y los índices de Shannon (H'), Pielou (J'), Simpson (1-D) y Dominancia de Berger-Parker, permitiendo una evaluación cuantitativa de la estructura comunitaria en cada localidad.

La estructura de la comunidad se analizó mediante técnicas de ordenación y clasificación (PCA), el cual con los datos transformados con Hellinger, explicó el 69.1 % de la variación total en sus dos primeros ejes (PC = 52,6 % y PC = 16,5 %), lo que para estudios de comunidades ecológicas complejas considera el porcentaje de la varianza como robusta (Legendre, 2019)

Análisis de Componentes Principales (PCA) basado en la transformación de Hellinger de las abundancias de especies.



Nota: Los ejes representan el 69.1,7 % de la varianza explicada acumulada (PC1= 52,6 %; PC2= 16,5 %). Los vectores y la posición de los sitios ilustran la diferenciación en la composición de la comunidad a lo largo de gradientes ambientales lineales.

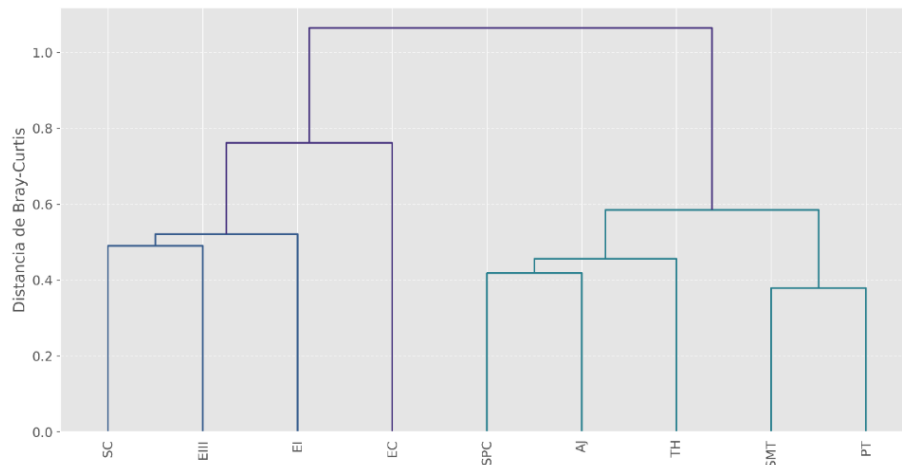
De manera complementaria, el análisis de conglomerado (Figura 5), identificó dos grandes grupos: uno conformado por los sitios boscosos (sitios de muestreo TH, SMT, SPC, SC) y otro por las zonas intervenidas, lo que reafirmó la disimilitud biológica entre estos ambientes, coincidiendo con el análisis de Coordenadas Principales (PCoA, Figura 7), donde el sitio EC es el más disimilar en cuanto a composición.

A pesar de los patrones visuales, según PERMANOVA no se encontraron diferencias significativas estadísticas, según la composición de especies entre los grupos de hábitat predefinidos ($F = 1,35$, $p = 0,243$) y la prueba de PERMDISP, indicó

que la dispersión de los grupos es homogénea ($F = 0,89$, $p = 0,451$).

Figura 5

Dendrograma de clasificación jerárquica de los sitios de muestreo basado en la disimilitud de Bray-Curtis.

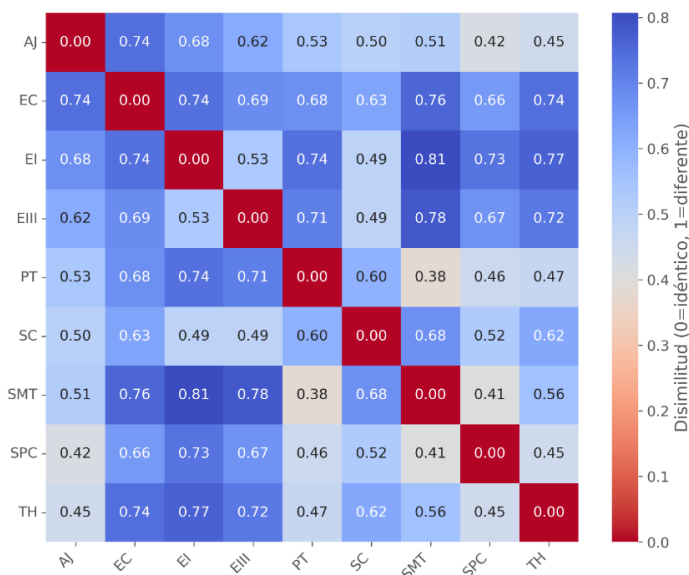


Nota: Este análisis, utilizando el método de enlace de Ward, agrupa los sitios según la similitud en la composición de sus comunidades de vertebrados, donde la altura de las ramas indica el grado de diferenciación.

La composición de especies entre sitios mostró patrones consistentes con los análisis de ordenación realizados para visualizar la disimilitud. Según el análisis de Coordenadas Principales (PCoA), basado en la Figura 6 de la matriz de disimilitud de Bray-Curtis ($E_s = 0,215$), mostró una separación clara entre sitios a lo largo del primer eje. Los sitios de muestreo TH, SMT y SPC formaron un grupo cohesivo, mientras el sitio EC, caracterizado por una alta abundancia de las especies *Spiza americana* y *Tyrannus tyrannus*, mostró ser el más distinto según su composición.

Figura 6

Matriz de disimilitud de Bray-Curtis compara la composición de especies entre todos los pares de sitios de muestreo.

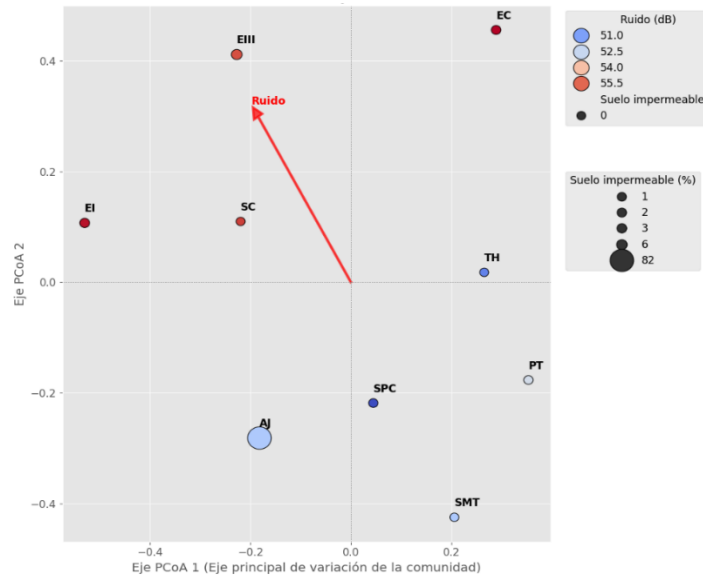


Nota: La escala de colores representa el grado de diferencia, donde los valores cercanos a 1 (azul oscuro) indican una alta disimilitud y los valores cercanos a 0 (rojo) señalan una alta similitud.

El análisis de gradientes (Figura 7), mostró que la contaminación acústica fue el principal factor ambiental, con una correlación estadísticamente significativa en la estructura de la comunidad, explicando conjuntamente el 54,8 % de la disimilitud total (PCoA1= 33,3 %, PCoA2= 21,5 %). Los niveles de ruido (dB), mostraron una correlación positiva con el segundo eje PCoA ($r = 0,747$; $p = 0,021$), representándose visualmente por la separación de los sitios en el eje vertical, por sitios como EC y EIII (más ruidosos) mientras que los sitios SMT, PT y SPC (más silenciosos) en la parte inferior de la gráfica. Las variables de iluminación artificial y suelo impermeable no mostraron una correlación estadísticamente significativa con ninguno de los ejes principales ($p > 0,1$).

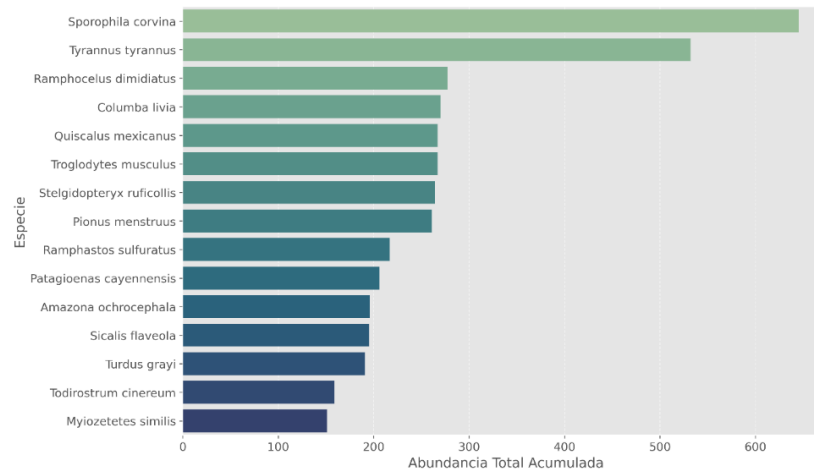
Figura 7

Ordenación de los sitios de muestreo mediante Análisis de Coordenadas Principales (PCoA) y su correlación con variables ambientales.



Nota: La posición de cada sitio en los dos ejes principales refleja la variación en la composición de la comunidad. La flecha roja indica la dirección y fuerza de la correlación con el ruido (dB), que se identifica como el principal gradiente ambiental estructurador ($r=0,747$, $p=0,021$).

El análisis de dominancia dio como resultado (Figura 8), que las especies más abundantes fueron *Tyrannus tyrannus* (N= 547), *Sporophila corvina* (N= 629) y *Columba livia* (N= 270). Al analizar la plasticidad en el uso del habitat (Índie de Levins), se identificó a *Nasua narica* (B= 8,89), *Turdus grayi* (B= 8,54) y *Daptrius chimachima* (B= 8,12), como las especies más generalistas, las cuales se encuentran ampliamente distribuidas entre los diferentes sitios de estudio. Por otro lado, las especies *Leopardus pardalis*, *Hydrochoerus hydrochaeris* y *Cuniculus paca* se clasificaron como las más raras, registrándolas en un único sitio y con baja abundancia.

Figura 8
Análisis de especies dominantes.


Nota: Se muestra el Top 15 de especies con mayor abundancia total acumulada en todos los sitios de muestreo. Este análisis permite identificar las especies dominantes que ejercen mayor influencia en la estructura y dinámica de las comunidades de vertebrados

Discusión

La estructura de la comunidad faunística en el fragmento boscoso de la UTP pareció responder a la heterogeneidad ambiental del campus, donde la contaminación acústica resaltó como el principal filtro ambiental. A diferencia de lo esperado, otros factores evaluados como la iluminación artificial y la cobertura impermeable del suelo, no mostraron una correlación significativa con la ordenación de las especies, lo que sugiere que el paisaje sonoro ejerce una presión selectiva más fuerte en este entorno urbano. Mediante los análisis realizados a la estructura de la comunidad mediante un dendrograma (Figura 5), se observó una separación biológica clara entre los sitios con mayor cobertura boscosa y las zonas de infraestructura, lo que reafirma la heterogeneidad ambiental observada. Aunque la prueba de PERMANOVA no detectó diferencias significativas globales, la tendencia visual sugiere que la composición de especies responde a gradientes continuos de perturbación. Este patrón es congruente con lo reportado por (Ortega-Álvarez & MacGregor-Fors, 2009), quienes sostienen que, en matrices urbanas continuas, las

comunidades no forman islas, sino que reordenan su tolerancia según los diversos disturbios.

El agrupamiento observado durante este estudio en la estación EC como el sitio más disímil, se explica por la ausencia de especies sensibles y la dominancia de generalistas, representando un fenómeno de homogenización biótica, documentado ampliamente en campus universitarios neotropicales (Callaghan et al., 2021; Fernandes et al., 2023; McKinney, 2006).

En cuanto a la abundancia y riqueza, el inventario superó los registros de estudios previos en la zona, posicionando al Campus Victor Levi Sasso como un punto de interés para la biodiversidad urbana local. EL análisis de los índices ecológicos permitió comparar la calidad aparente de los sitios de estudio como el TH que presentó la mayor riqueza absoluta, sin embargo, el índice Berger-Parker reveló una alta dominancia sostenida principalmente por especies sinantrópicas. Al comparar nuestros resultados con estudios regionales (Tabla 1), la riqueza total de aves del campus UTP (169 especies), supera significativamente las 98 reportadas por Fonseca et al. (2025) en la UNAM – Managua y es muy similar al estudio de (Shibatta et al., 2009), quienes registraron 178 especies. Sin embargo, la alta abundancia de pocas especies dominantes en las zonas edificadas (sitios de muestreo EC y EIII), sugiere que, a pesar de la alta riqueza, el campus enfrenta procesos de simplificación funcional en sus bordes, consistentes con los efectos del ruido antropogénico descritos globalmente por (Francis & Barber, 2013a; Xiao et al., 2017)

Tabla 1

Superficie, riqueza/diversidad de fauna registrada en distintos campus universitarios latinoamericanos basados en referencia disponible

<i>Universidad</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Especies de fauna registradas</i>	<i>Comparación entre estudios</i>	<i>Referencias</i>
UTP - Campus Dr. Víctor Levi Sasso (Panamá)	60	169 aves, 26 mamíferos, 4 anfibios, 9 reptiles	Referencia base	Estudio actual*
UTP - Campus Dr. Víctor Levi Sasso (Panamá)	60	32	Menor diversidad y solo aves reportadas	(Jiménez, 2022)
UCR - Campus Central (Costa Rica)	500	188 aves	Similar riqueza en aves.	(Acosta-Chaves & Ramírez-Calvo, 2020)
UNAN - Managua (Nicaragua)	71.4	98 aves	Menor diversidad y solo aves reportadas	(Fonseca González et al., 2025)
UMNG (Colombia)	76	80 aves, 10 mamíferos, 1 anfibio, 1 reptil	Menor riqueza total	(Sánchez et al., 2015)
UNEMI (Ecuador)	19.5	10 aves, algunos mamíferos, anfibios, reptiles, insectos	Menor riqueza total y no sistemáticamente cuantificada	(Cue García et al., 2020)
Universidad de Panamá - Campus Central	38	10 murciélagos	Grupo especializado, menor diversidad total	(Villarreal et al., 2021)
UCR - Recinto de Paraíso	4	120 aves	Alta densidad de aves, pero sin otros grupos	(Acosta-Chaves & Ramírez-Calvo, 2020)
IF Baiano - Xique-Xique (Brasil)	30	11 familias de mamíferos	Enfoque en mamíferos, menos diversidad total	(Fernandes et al., 2023)
Universidad Estatal de Londrina (UEL)-Paraná, Brasil	223	250	Similar riqueza y abundancia de grupos	(Shibatta et al., 2009)
UNAL - Sede La Paz (Colombia)	52	21 mamíferos	Menor diversidad total	(Acevedo-Quintero & Zamora-Abrego, 2022)

Nota: El estudio actual, aunque también registro las especies reportadas por Jiménez, U. (2022), no las integra dentro de sus resultados para evitar duplicidad de registro.

El valor que presenta el campus como un refugio de biodiversidad, se ve reforzado por la presencia de ocho taxones con categoría de amenazada según la UICN, incluyendo especies vulnerables como el mono aullador (*Allouatta palliata*), el mono cariblanco (*Cebus capucinus*), y la boa (*Boa constrictor*), lo que reafirma la función del campus como un hábitat estable y funcional durante el año y no solo como una zona de tránsito.

Los análisis demostraron que las especies dentro del campus no se distribuyen de forma homogénea, sino que responden a un filtrado ambiental que podría estar propiciado por el ruido, la iluminación y la cobertura impermeable, coincidiendo con estudios globales (Francis & Barber, 2013a). La separación observada en algunos sitios como EIII y EI, propiciada por el ruido, en contraste con zonas más silenciosas como SPC, PT y SMT, sugiere 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; De Lange et al., 2013). Esto sugiere que las clasificaciones de hábitat representadas por la dicotomía borde-núcleo, no explicaron de manera significativa la variación de la composición de la fauna (PERMANOVA, $p=0,243$). La interpretación conjunta del Dendrograma y el índice de dominancia de Simpson, permiten matizar estos resultados y como se muestra en la Figura 5, el agrupamiento separó los sitios en dos conglomerados (bosque e infraestructura), pero la falta de significancia en el análisis de PERMANOVA, sugiere que esta clasificación dicotómica es insuficiente para explicar la complejidad de la comunidad.

Esto valida la hipótesis de que la fauna responde a gradientes continuos, como el ruido (demostrado en el PCoA), más que a tipos de hábitat discretos. Además, aunque sitios de muestreo como TH presentaron una alta riqueza, el análisis de índices reveló 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.

Esto demuestra que las características del paisaje a gran escala no actúan



como filtro ecológico en el sistema urbano del campus, sino la heterogeneidad ambiental intra-fragmento, lo que resalta el hecho que la conservación de la fauna urbana no debe enfocarse solo a delimitación de áreas verdes, sino en la gestión de intensidad y distribución especial de las perturbaciones antrópicas a nivel local (Aronson et al., 2017; Francis & Barber, 2013b; McDonnell & Hahs, 2013a).

La participación de más de 100 voluntarios estudiantiles del Programa ConserVirtual-UTP, se centró en la elaboración de reportes diarios de observaciones de vertebrados durante cada bloque de muestreo. Esta estrategia garantizó un monitoreo continuo que mejoró la resolución temporal y espacial de los datos, fortaleciendo la formación ambiental de los participantes. En consonancia con lo señalado por (D'Onofrio et al., 2024), quienes, en su estudio sobre ciencia ciudadana en América Latina, destacan la eficacia de los reportes sistemáticos para el seguimiento de la biodiversidad urbana y la consolidación de la conciencia ecológica en entornos académicos (Acevedo-Quintero & Zamora-Abrego, 2022; Baker et al., 2024; Fernandes et al., 2023; Teixeira et al., 2024).

La estrategia de ciencia ciudadana fue clave para la obtención de una mayor resolución de datos, además de consolidar la apropiación social a las políticas de conservación. Se hace evidente la necesidad de preservar este corredor biológico urbano, debido a su alta biodiversidad, su riqueza de especies y nicho de especies locales. El impacto de las estructuras, la movilidad vehicular y la disponibilidad de recursos, hacen necesario continuar los estudios en el campus universitario (D'Onofrio et al., 2024; McDonnell & Hahs, 2013b).

Conclusiones

- El análisis de los microgradientes antrópicos en el Campus Dr. Victor Levi Sasso permitió identificar a la contaminación acústica como el factor determinante en la estructuración de la comunidad faunística. El análisis de gradientes demostró una correlación estadísticamente entre los niveles de ruido y la variación en la composición de la biodiversidad, confirmando al paisaje sonoro

como un filtro ecológico prioritario sobre otras variables físicas del entorno urbano.

- El papel del campus como refugio de biodiversidad es crítico, albergando una riqueza de especies superior a la reportada en otros recintos universitarios de la región. Esta alta diversidad, que incluye taxones amenazados, refuerza el valor de los fragmentos de bosque húmedo tropical remanentes para el sostenimiento de la fauna urbana.

- El articular la ciencia ciudadana a través de plataformas móviles como eBird y RECOFSA, demostró ser altamente eficaz para la investigación y la formación de ecología urbana en el campus. La participación de estudiantes voluntarios contribuyó a la formación de una nueva generación de profesionales conscientes del valor de la biodiversidad urbana, lo que se alinea con las metas 6.2.1 del PDI de la UTP, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 15 y colaborar en el alcance de los UI Green Metric World University Rankings, aumentando los esfuerzos sobre educación ambiental e investigación sostenible.

Agradecimientos

A la Ing. Mileyka Bustamante de la Dirección de Servicio Social Universitario de la UTP y a los patrocinadores del proyecto ConserVirtual-UTP: TractorMedik; Museo de Botones Destro y el Grupo Aguas. De igual forma el apoyo a la Universidad de Panamá, a la Facultad de Veterinaria la Dra. Claudia Rengifo, al Dr. Josue Ortega y al grupo Biomundi.

Referencias Bibliográficas

- Acevedo-Quintero, J. F., & Zamora-Abrego, J. G. (2022). Inventario de mamíferos asociados al campus universitario de la Universidad Nacional de Colombia - Sede de La Paz, Cesar. *Mammalogy Notes*, 7(2), 298. <https://doi.org/10.47603/mano.v7n2.298>
- Acosta-Chaves, V. J., & Ramírez-Calvo, D. (2020). La avifauna del Recinto de Paraíso, Cartago, Costa Rica. *Pensamiento Actual*, 20(34), 2020.

<https://doi.org/10.15517/PA.V20I34.41784>

- Alvey, A. A. (2006). Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry & Urban Greening*, 5(4), 195–201. <https://doi.org/10.1016/J.UFUG.2006.09.003>
- Aráuz, R., Núñez, E., Uribe, L., Tejada, I., García, J., Montero, A., Ramos, M., Medina, C., Antonio González, J., Gil, I., & Ing Roney, A. (2010). Cuarto Informe Nacional de Panamá ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica Contenido. <https://www.cbd.int/doc/world/pa/pa-nr-04-es.pdf>
- Aronson, M. F. J., Lepczyk, C. A., Evans, K. L., Goddard, M. A., Lerman, S. B., MacIvor, J. S., Nilon, C. H., & Vargo, T. (2017). Biodiversity in the city: key challenges for urban green space management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(4), 189–196. <https://doi.org/10.1002/FEE.1480;WGROU:STRING:PUBLICATION>
- Baker, P. M., Samuels, B., & Hain, T. J. A. (2024). Using Citizen Science to Document Biodiversity on a University Campus: A Year-Long Case Study. *Conservation*, 4(3), 533–546. <https://doi.org/10.3390/CONSERVATION4030032/S1>
- 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>
- Callaghan, C. T., Nakagawa, S., & Cornwell, W. K. (2021). Global abundance estimates for 9,700 bird species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(21). <https://doi.org/10.1073/PNAS.2023170118>
- Camarena, F., Villalaz, V., Pimentel, G., & Barría, J. (2020). Diversidad de aves en un bosque urbano en regeneración del Centro Regional Universitario de Azuero, Panamá. *Revista de Iniciación Científica*, 6, 22–29. <https://doi.org/10.33412/REV-RIC.V6.0.3129>
- Castillo, M. V. (2023). Planificación urbana sostenible en Panamá. *Revista Oratores*, 19, 129–151. <https://doi.org/10.37594/ORATORES.N19.1207>
- Contreras, M., Herrera, J., Bryand, G., Loredon, Y., & urbano, B. (2017). RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE AVES EN EL CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE COLÓN, PANAMÁ. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 4(2), 51–60. <https://doi.org/10.48204/NH>
- Cue García, J. L., Chagna Avila, E. J., Palacios Cuenca, W. A., & Carrión Burgos,

- A. M. (2020). Biodiversidad del componente forestal en dos campus de la Universidad Técnica del Norte, Ecuador. *La Técnica: Revista De Las Agrociencias.*, 2, 09–28.
https://doi.org/https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i24.2360
- De Lange, W. J., Veldtman, R., & Allsopp, M. H. (2013). Valuation of pollinator forage services provided by *Eucalyptus cladocalyx*. *Journal of Environmental Management*, 125, 12–18. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2013.03.027>
- Decreto Ejecutivo N° 12, Pub. L. No. 12, Estrategia nacional del ambiente 2021-2031 denominada gestión ambiental para la restauración de los ecosistemas y el desarrollo sostenible e inclusivo 1 (2022).
https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29620_C/GacetaNo_29620c_20220912.pdf
- D'Onofrio, G., Arza, V., & Actis, G. (2024). Ciencia ciudadana en América Latina: Perspectivas y políticas públicas*. *Perfiles Educativos*, 46(184), 194–204.
<https://doi.org/10.22201/IIISUE.24486167E.2024.184.61781>
- Fernandes, C. E., Dias, A., Leão, R., & Santos, C. (2023). Fauna em fotos: mamíferos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - campus Xique-Xique. *Revista Macambira*, 7(1), 1–14.
<https://doi.org/10.35642/RM.V7I1.936>
- Fonseca González, L. I., Selva García, J. I., & Abarca, G. del C. (2025). Avifauna en el recinto universitario Rubén Darío de la Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua, Managua (UNAN-Managua). *Revista Torreón Universitario*, 14(39), 157–175. <https://doi.org/10.5377/RTU.V14I39.20136>
- Francis, C. D., & Barber, J. R. (2013a). A framework for understanding noise impacts on wildlife: An urgent conservation priority. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(6), 305–313. <https://doi.org/10.1890/120183>
- Francis, C. D., & Barber, J. R. (2013b). A framework for understanding noise impacts on wildlife: An urgent conservation priority. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(6), 305–313.
<https://doi.org/10.1890/120183;WGROU:STRING:PUBLICATION>
- Gálvez, D. (2021). Three-year monitoring of roadkill trend in a road adjacent to a national park in Panama. *Biotropica*, 53(5), 1270–1275.
<https://doi.org/10.1111/BTP.12995;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER>
- Godet, M., & Roubelat, F. (1996). Creating the future: The use and misuse of scenarios. *Long Range Planning*, 29(2), 164–171.
[https://doi.org/10.1016/0024-6301\(96\)00004-0](https://doi.org/10.1016/0024-6301(96)00004-0)

- Gómez, J. A., Martínez, V., Araúz, J., Cambra, R., Carrasquilla, L., Mendieta, J., Rodríguez, E. A., & Botánico, M. S. (2013). Estudio de recursos biológicos y lineamientos estratégicos para el plan de manejo del Refugio Ecológico Universitario de Los Santos, ciudad de Las Tablas. *Visión Antataura*, 1(1), 57–86. <https://doi.org/10.48204/NH>
- Gutiérrez Pineda, K. M., & Méndez-Carvajal, P. G. (2021). Diversidad ecológica de aves en un hábitat fragmentado en la comunidad de Rincón Largo, Chiriquí, Panamá. *Huitzil*, 22(1). <https://doi.org/10.28947/HRMO.2021.22.1.492>
- Howe, R. W., Niemi, G. J., Lewis, S. J., & Welsh, D. A. (1997). A standard method for monitoring songbird populations in the Great Lakes region. *Passenger Pigeon*, 53, 183–194.
- Jaafar, C. R. C., Ghazali, M. M., Ismail, M. I., Azmi, N. A., Akil, M. A. M. M., & Ruppert, N. (2024). Universiti Sains Malaysia Campus Nature Challenge: A Collaborative Citizen Science Initiative For Biodiversity Conservation And Environmental Awareness. *PaperASIA*, 40(3b), 33–41. <https://doi.org/10.59953/PAPERASIA.V40I3B.77>
- Jiménez, J. U. (2022). Flórlula Arbórea del Campus Dr. Víctor Levi Sasso, Universidad Tecnológica de Panamá. <https://rida2.utp.ac.pa/handle/123456789/15269>
- Jiménez, J. U., Fábrega, J., Mora, D., Tejedor, N., & Sánchez, M. (2020). Composition, Diversity, and Tree Structure of a Tropical Moist Forest in Gamboa, Colon, Panama. <https://doi.org/10.1177/ASWR.S33960>
- Legendre, P. (2019). Numerical Ecology. *Encyclopedia of Ecology: Volume 1-4, Second Edition*, 3, 487–493. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10595-0>
- Legendre, P., & Gallagher, E. D. (2001). Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, 129(2), 271–280. <https://doi.org/10.1007/S004420100716/METRICS>
- León, D. Q., & Julio Mario Julio De León, M. Q. (2023). LA DINÁMICA DEL ESPACIO URBANO EN PANAMÁ. VARIABILIDAD, CRECIMIENTO O DESARROLLO CAUSAS Y CONSECUENCIAS. <https://doi.org/10.48204/j.catedra.n23.a4189>
- McDonnell, M. J., & Hahs, A. K. (2013a). The future of urban biodiversity research: Moving beyond the “low-hanging fruit.” *Urban Ecosystems*, 16(3), 397–409.

<https://doi.org/10.1007/S11252-013-0315-2>

McDonnell, M. J., & Hahs, A. K. (2013b). The future of urban biodiversity research: Moving beyond the 'low-hanging fruit.' *Urban Ecosystems* 2013 16:3, 16(3), 397–409. <https://doi.org/10.1007/S11252-013-0315-2>

McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, 127(3), 247–260. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2005.09.005>

Municipio de Panamá, & Banco Interamericano de Desarrollo. (2017). Plan de Acción: Panamá Ciudad Sostenible. <https://dpu.mupa.gob.pa/wp-content/uploads/2017/06/PA-Panama-Borrador-Final-v1.pdf>

Ortega-Álvarez, R., & MacGregor-Fors, I. (2009). Living in the big city: Effects of urban land-use on bird community structure, diversity, and composition. *Landscape and Urban Planning*, 90(3–4), 189–195. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2008.11.003>

Ortiz, D. I., Piche-Ovares, M., Romero-Vega, L. M., Wagman, J., & Troyo, A. (2021). The Impact of Deforestation, Urbanization, and Changing Land Use Patterns on the Ecology of Mosquito and Tick-Borne Diseases in Central America. *Insects* 2022, Vol. 13, Page 20, 13(1), 20. <https://doi.org/10.3390/INSECTS13010020>

Ramos Mendieta, S. A., & Alulema Rivera, E. D. (2024). Inventario de flora y fauna en zonas estratégicas de la Universidad Estatal de Milagro. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 322–342. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V8I6.14629

Resolución No. CADM-R-14-2020, Pub. L. No. CADM-R-14-2020, Resolución CADM-R-14-2020: Por medio de la cual se aprueba la reserva y uso de una hectárea de terreno en El Campus Metropolitano Victor Levi Sasso para el establecimiento de una parcela Permanente Bosque 1 (2020). <https://utp.ac.pa/sites/default/files/documentos/2021/pdf/utp-res-cadm-r-14-2020-del-24-noviembre-2020.pdf>

Ries, L., Fletcher, R. J., Battin, J., & Sisk, T. D. (2004). Ecological responses to habitat edges: Mechanisms, models, and variability explained. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35(Volume 35, 2004), 491–522. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.ECOLSYS.35.112202.130148/1>

Sánchez, F., Martínez-Habibe, M. C., Díaz, S., Medina, N., Riaño, J., & PaQui, M. F. (2015). BIODIVERSIDAD EN UN CAMPUS UNIVERSITARIO EN LA SABANA DE BOGOTÁ: INVENTARIO DE PLANTAS Y TETRÁPODOS.

Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural, 19(2), 186–203. <https://doi.org/10.17151/BCCM.2015.19.2.11>

Sánchez Sánchez, B. R. (2022). Inventario ornitológico para potenciar la observación de aves en la reserva natural privada las oropéndolas Chiguirí Arriba, Provincia de Coclé, Panamá.

Shibatta, O. A., Galves, ; Wanner, Wanessa, ;, David Do Carmo, P., Passos De Lima, I., Edson, ;, Lopes, V., Reginaldo, ;, & Machado, A. (2009). A fauna de vertebrados do campus da Universidade Estadual de Londrina, região norte do estado do Paraná, Brasil. Semina: Ciências Biológicas e Da Saúde, 30(1), 3–26. <https://doi.org/10.5433/1679-0367.2009V30N1P3>

Stiles Hurd, F. G., & Rosselli, L. (1998). Inventario de las aves de un bosque altoandino: comparación de dos métodos. Caldasia, 20(1), 29–43. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/17468>

Teixeira, D., Roe, P., van Rensburg, B. J., Linke, S., McDonald, P. G., Tucker, D., & Fuller, S. (2024). Effective ecological monitoring using passive acoustic sensors: Recommendations for conservation practitioners. Conservation Science and Practice, 6(6), e13132. <https://doi.org/10.1111/CSP2.13132;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER>

Universidad Tecnológica d Panamá. (2018). MARCO ESTRATÉGICO PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ. <https://utp.ac.pa/sites/default/files/documentos/2025/pdf/utp-marco-estrategico-pdi-desarrollo-sostenible-2018-2030.pdf>

Universidad Tecnológica de Panamá. (2025). Acciones Sostenibles de la UTP a nivel Institucional | UTP Sostenible. Acciones Sostenibles de La UTP a Nivel Institucional. <https://sostenible.utp.ac.pa/contenido/acciones-sostenibles-utp-nivel-institucional>

Villarreal, C. J., Suira, C., Araúz, J. G., Pérez A, R. J., & María Jiménez. (2021). DIVERSIDAD DE QUIRÓPTEROS EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO DE LA UNIVERSIDAD DE PANAMÁ, PANAMÁ. REVISTA NICARAGÜENSE DE BIODIVERSIDAD, 69. <http://www.bio-nica.info/RevNicaBiodiv/69-murcielagos-Panama.pdf>

Voltas, L., & Pino, J. L. (2024). Aves en entornos urbanos: los parques como refugios de vida silvestre en el Occidente de Panamá. Revista Científica Vida Natural, 2(1), 1–17. <https://doi.org/10.59722/RCVN.V2I1.747>

Wang, J. W., Poh, C. H., Tan, C. Y. T., Lee, V. N., Jain, A., & Webb, E. L. (2017). Building biodiversity: Drivers of bird and butterfly diversity on tropical urban

roof gardens. Ecosphere, 8(9). <https://doi.org/10.1002/ECS2.1905>

Xiao, H., Hu, Y., Lang, Z., Fang, B., Guo, W., Zhang, Q., Pan, X., & Lu, X. (2017). How much do we know about the breeding biology of bird species in the world? Journal of Avian Biology, 48(4), 513–518. <https://doi.org/10.1111/JAV.00934>

Anexo 1. Listado de fauna registradas en el campus. Lista de especies de vertebrados.

Grupo	Familia	Especie	Nombre Común	Registros	UICN/Nacional
Aves	Embeziidae	<i>Arremonops conirostris</i>	Cerquero negrilistado	7	LC/NE
Aves	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Carancho	2	LC/NE
Aves	Falconidae	<i>Daptrius chimachima</i>	Chimachimá	87	LC/NE
Aves	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	2	LC/VU
Aves	Falconidae	<i>Falco rufigularis</i>	Halcón murcielaguero	1	LC/VU
Aves	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	10	LC/VU
Aves	Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	3	LC/VU
Aves	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata tijereta	15	LC/NE
Aves	Fringillidae	<i>Euphonia fulvicrissa</i>	Eufonia ventricanela	2	LC/NE
Aves	Fringillidae	<i>Euphonia lanirostris</i>	Eufonia piquigruesa	82	LC/NE
Aves	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito dominico	33	LC/NE
Aves	Furnariidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos cabeza gris	17	LC/NE
Aves	Furnariidae	<i>Xenops mexicanus</i>	Picolezna norteño	9	LC/NE
Aves	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	9	LC/NE
Aves	Hirundinidae	<i>Progne subis</i>	Golondrina Azulnegra	1	LC/NE
Aves	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina barranquera	263	LC/NE
Aves	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrinas Alas Aserradas	16	LC/NE
Aves	Icteridae	<i>Amblycercus holosericus</i>	Cacique pico claro	8	LC/NE
Aves	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Arrendajo culiamarillo	15	LC/NE
Aves	Icteridae	<i>Icterus gálbula</i>	Calandria de Baltimore	9	LC/NE
Aves	Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Calandria castaña	2	LC/NE
Aves	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo sudamericano	8	LC/NE
Aves	Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	Oropéndola crestada	15	LC/NE
Aves	Icteridae	<i>Psarocolius wagleri</i>	Oropéndola cabeza castaña	43	LC/NE
Aves	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Chango	267	LC/NE
Aves	Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	Pradero oriental	1	LC/NE
Aves	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte	2	LC/NE
Aves	Momotidae	<i>Momotus subrufescens</i>	Momoto sudamericano	6	LC/NE
Aves	Parulidae	<i>Basileuterus delatirii</i>	Reinita Gorricastaña	30	LC/NE
Aves	Parulidae	<i>Cardellina canadensis</i>	Chipe de Collar	2	LC/NE

Aves	Parulidae	<i>Leiothlypis peregrina</i>	Chipe peregrino	3	LC/NE
Aves	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	5	LC/NE
Aves	Parulidae	<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe arroyero	6	LC/NE
Aves	Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe Charquero	16	LC/NE
Aves	Parulidae	<i>Protonotaria citrea</i>	Chipe dorado	9	LC/NE
Aves	Parulidae	<i>Setophaga castanea</i>	Reinita pechicastaña	3	LC/NE
Aves	Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	Chipe garganta naranja	2	LC/NE
Aves	Parulidae	<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de magnolias	4	LC/NE
Aves	Parulidae	<i>Setophaga pensylvanica</i>	Chipe flancos castaños	1	LC/NE
Aves	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	37	LC/NE
Aves	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	6	LC/NE
Aves	Phalacrocoracidae	<i>Nannopterum brasilianum</i>	Corúa neotropical	11	LC/NE
Aves	Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero marcial	18	LC/NE
Aves	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Lineado	1	LC/NE
Aves	Picidae	<i>Melanerpes pucherani</i>	Carpintero Cara Negra	1	LC/NE
Aves	Poliptilidae	<i>Poliptila bilineata</i>	Perlita Cejiancha	6	LC/NE
Aves	Poliptilidae	<i>Ramphocaenus melanurus</i>	Saltón picudo	24	LC/NE
Aves	Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i>	Loro frentirrojo	108	LC/VU
Aves	Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>	Loro verde	4	NT/VU
Aves	Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	Loro coroniamarillo	206	LC/EN
Aves	Psittacidae	<i>Eupsittula pertinax</i>	Perico carisucio	6	LC/NE
Aves	Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	Loro cabeciazul	149	LC/VU
Aves	Psittacidae	<i>Pyrilia haematotis</i>	Loro cabeza oscura	5	LC/VU
Aves	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo collarejo	15	LC/NE
Aves	Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán pico canoa	217	LC/VU
Aves	Rhodinocichlae	<i>Rhodinocichla rosea</i>	Tangara pecho rosa	33	LC/NE
Aves	Thamnophilidae	<i>Cymbilaimus lineatus</i>	Batará lineado	23	LC/NE
Aves	Thamnophilidae	<i>Microrhopias quinzenis</i>	Hormiguero alas punteadas	7	LC/NE
Aves	Thamnophilidae	<i>Myrmeciza longipes</i>	Hormiguero ventriblanco	2	LC/NE
Aves	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus atrinucha</i>	Batará cabecinegro	3	LC/NE
Aves	Thraupidae	<i>Chlorophanes spiza</i>	Mielero verde	10	LC/NE
Aves	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Reinita mielera	20	LC/NE
Aves	Thraupidae	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero patirrojo	37	LC/NE
Aves	Thraupidae	<i>Dacnis cayana</i>	Dacnis azul	13	LC/NE
Aves	Thraupidae	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	Tangara dorsirroja	277	LC/NE
Aves	Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	Saltador gorgianteado	26	LC/NE
Aves	Thraupidae	<i>Saltator striatipectus</i>	Saltador listado	1	LC/NE
Aves	Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i>	Pinzón azafranado	19	LC/NE
Aves	Thraupidae	<i>Sporophila corvina</i>	Semillero variable	357	LC/NE
Aves	Thraupidae	<i>Sporophila funerea</i>	Semillero piquigruoso	81	LC/NE
Aves	Thraupidae	<i>Sporophila minuta</i>	Espiguero pechirrojo	1	LC/NE
Aves	Thraupidae	<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero ventriamarillo	27	LC/NE

Aves	Thraupidae	<i>Sporophila schistacea</i>	Espiguero pizarroso	8	LC/NE
Aves	Thraupidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillerito cariamarillo	3	LC/NE
Aves	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito negrizulado	17	LC/NE
Aves	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis Blanco	1	LC/NE
Aves	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Tinamú Mayor	2	LC/VU
Aves	Tityridae	<i>Tityra inquisitor</i>	Titira pico negro	6	LC/NE
Aves	Trochilidae	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	Mango gorjinegro	8	LC/VU
Aves	Trochilidae	<i>Chlorestes julie</i>	Colibrí de Julia	28	LC/NE
Aves	Trochilidae	<i>Chlorostilbon assimilis</i>	Esmeralda de Panamá	15	LC/VU
Aves	Trochilidae	<i>Chrysuronia coeruleogularis</i>	Colibrí gorjizafiro	7	LC/NE
Aves	Trochilidae	<i>Florisuga mellivora</i>	Jacobino nuquiblanco	1	LC/VU
Aves	Trochilidae	<i>Glaucis hirsutus</i>	Ermitaño hirsuto	1	LC/VU
Aves	Trochilidae	<i>Helimaster longirostris</i>	Colibrí piquilargo	1	LC/VU
Aves	Trochilidae	<i>Phaeochroa cuvierii</i>	Colibrí pecho escamoso	1	LC/VU
Aves	Trochilidae	<i>Phaethornis longirostris</i>	Ermitaño piquilargo	5	LC/VU
Aves	Trochilidae	<i>Phaethornis striigularis</i>	Ermitaño gorguirrayado	1	LC/VU
Aves	Trochilidae	<i>Threnetes ruckeri</i>	Barbita colibandeada	5	LC/VU
Aves	Troglodytidae	<i>Cantorchilus elutus</i>	Soterrey de Panamá	2	LC/NE
Aves	Troglodytidae	<i>Cantorchilus leucotis</i>	Soterrey pechiblanco	28	LC/NE
Aves	Troglodytidae	<i>Cantorchilus nigricapillus</i>	Soterrey castaño	3	LC/NE
Aves	Troglodytidae	<i>Pheugopedius fasciatoventris</i>	Soterrey Ventrinegro	4	LC/NE
Aves	Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i>	Soterrey común	267	LC/NE
Aves	Trogonidae	<i>Trogon tenellus</i>	Trogon tenellus	2	LC/NE
Aves	Turdidae	<i>Catharus fuscescens</i>	Zorzal canelo	7	LC/NE
Aves	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Anteojos	25	LC/NE
Aves	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	191	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Atalotriccus pilaris</i>	Tirano-enano ojipálido	1	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila lomiamarilla	1	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Tiranoete silbador sureño	19	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	Papamoscas del Oeste	3	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	Papamoscas del este	37	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	Elenia ventriamarilla	25	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Empidonax trailli</i>	Papamoscas saucero	5	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Empidonax virescens</i>	Papamoscas verdoso	8	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Legatus leucophaius</i>	Mosquero pirata	60	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Mosquero picudo	53	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	Mosquero ventriocráceo	1	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Myiarchus crinitus</i>	Copetón viajero	1	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Copetón crestioscuro	15	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Myiopagis gaimardii</i>	Elenia selvática	45	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Mosquero alicastaño	4	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero social	151	LC/NE

Aves	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	59	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Terenotriccus erythrurus</i>	Mosquerito Cola Castaña	3	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla común	159	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Tolmomyias flavotectus</i>	Picoancho aliamarillo del Pacífico	1	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Tyrannulus elatus</i>	Tiranolete coroniamarillo	40	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i>	Tijereta sabanera	2	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano norteño	532	LC/NE
Aves	Tyrannidae	<i>Zimmerius parvus</i>	Tiranolete del muérdago	1	LC/NE
Aves	Vireonidae	<i>Hylophilus decurtatus</i>	Vireocillo cabeza gris	3	LC/NE
Aves	Vireonidae	<i>Hylophilus flavipes</i>	Verdillo paticlaro	1	LC/NE
Aves	Vireonidae	<i>Pachysylvia aurantiifrons</i>	Verderón Luisucho	4	LC/NE
Aves	Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo garganta amarilla	6	LC/NE
Aves	Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo	13	LC/NE
Aves	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo ojos rojos	5	LC/NE
Aves	Vireonidae	<i>Vireolanius pulchellus</i>	Vireón esmeralda	2	LC/NE
Mamíferos	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono aullador	12	LC/VU
Mamíferos	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso de tres dedos	13	LC/NE
Mamíferos	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	2	LC/NE
Mamíferos	Caviidae	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Capibara	1	LC/NE
Mamíferos	Cebidae	<i>Cebus capucinus</i>	Mono capuchino	2	VU/EN
Mamíferos	Cebidae	<i>Saguinus Geoffroyi</i>	Tamarín	24	NT//NE
Mamíferos	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	12	LC/VU
Mamíferos	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca común	23	LC/NE
Mamíferos	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	6	LC/NE
Mamíferos	Dasypodidae	<i>Dasypus punctatus</i>	Agutí centroamericano	24	LC/NE
Mamíferos	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zariguella común	4	LC/NE
Mamíferos	Didelphidae	<i>Caluromys lanatus</i>	Zarigüeya lanuda occidental	1	LC/NE
Mamíferos	Echimyidae	<i>Proechimys semispinosus</i>	Rata espinosa	2	LC/NE
Mamíferos	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	1	LC/VU
Mamíferos	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Tapetí	13	LC/NE
Mamíferos	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo de espalda blanca sureño	3	LC/NE
Mamíferos	Megalonychidae	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Perezoso de dos dedos	12	LC/NE
Mamíferos	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Tamandúa mexicano	4	LC/NE
Mamíferos	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache común	6	LC/NE
Mamíferos	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí de nariz blanca	52	LC/NE
Mamíferos	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frugívoro gigante	3	LC/NE
Mamíferos	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	4	LC/NE
Mamíferos	Phyllostomidae	<i>Phyllostomus discolor</i>	Murciélago de nariz de lanza	2	LC/NE
Mamíferos	Sciuridae	<i>Sciurus variegatoides</i>	Ardilla centroamericana	9	LC/NE
Mamíferos	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla de cola roja	6	LC/NE
Mamíferos	Vespertilionidae	<i>Rhogeessa io</i>	Murciélago	3	LC/NE

Reptiles	Alligatoridae	<i>Caiman crocodrilus</i>	Caimán	12	LC/VU
Reptiles	Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus planirostris</i>	Rana Chirriadora Caribeña	3	LC/NE
Reptiles	Polychrotidae	<i>Anolis sagrei</i>	Abaniquillo pardo	4	LC/NE
Reptiles	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	Geco de cabeza amarilla	5	LC/NE
Reptiles	Testudinidae	<i>Chelonoidis carbonarius</i>	Morrocoy, Tortuga de patas rojas	7	VU/NE
Reptiles	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Terciopelo, Barba amarilla	7	LC/NE
Anfibios	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa constrictora, Mazacuata	3	LC/NE
Anfibios	Bufonidae	<i>Rhinella alata</i>	Sapo de hojarasca	12	LC/NE
Anfibios	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo de caña mesoamericano	4	LC/NE
Anfibios	Colubridae	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Bejuquilla verde	2	LC/NE
Anfibios	Corytophanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i>	Basilisco común	23	LC/NE

Nota: Las primeras 4 columnas contienen la información taxonómica de cada especie. Las siguientes columnas contienen información sobre el número de registros, estado de conservación asentado por la UICN (CR: en peligro crítico, EN: en peligro, VU: vulnerable, NT: casi amenazada, LC: preocupación menor, NE: no evaluada).