

## Diversidad de la avifauna en cinco senderos del Parque Natural Metropolitano de la Ciudad de Panamá, Panamá

Diversity of birdlife in five trails of the Metropolitan Natural Park of Panama City, Panama

Carol J. Gantes Gutierrez<sup>1</sup>

Celestino Aguilar<sup>2</sup>

Oscar G. López Chong<sup>3</sup>

Fecha de recepción: 04-08-20

Fecha de aceptación: 21-10-21

### Resumen

La avifauna de cinco senderos del Parque Natural Metropolitano de la ciudad de Panamá, República de Panamá, fue monitoreada mediante el método de puntos de conteo de radio fijo. El estudio se llevó a cabo de abril a junio de 2018, registrando 116 especies, lo que equivale al 11.5% de las aves del país; distribuidas en 13 órdenes, 33 familias y 1024 individuos. Del total de especies registradas, 17 corresponden a aves con categoría de protección de amenazas. El orden Passeriformes dominó la diversidad y abundancia, con 76% y 72.4%. En cuanto a las familias, Troglodytidae fue la que dominó la abundancia con un 14.1%; mientras que Tyrannidae fue la más diversa con un 25.8%. Según el estimador Chao 1, se obtuvo buena representación de la riqueza de los sitios muestreados. La avifauna presente en los senderos Camino del Mono Tití, Los Momotides y El Roble poseen una alta similitud según el coeficiente de Jaccard; al igual que los senderos Los Guayacanes y Dorothy-Wilson entre sí. En general, los senderos con cobertura vegetal más compleja mostraron mayor diversidad de especies. Nuestros resultados destacan la importancia del Parque Natural Metropolitano y el impacto positivo de la diversidad de hábitats en la riqueza de especies de aves.

**Palabras clave:** monitoreo, avifauna, diversidad, abundancia, senderos, punto de conteo, investigación, parque natural

### Abstract

The avifauna from five trails of the Metropolitan Natural Park of Panama City in the Republic of Panama was monitored using the fixed-radius point count method. The study was carried out from April to June 2018, registering 116 species, equivalent to 11.5% of the country's birds, distributed in 13 orders, 33 families, and 1024 individuals. Among registered bird species, 17 correspond to threatened bird species. The order Passeriformes dominated diversity and abundance, with 76% and 72.4%, respectively. At the family level, Troglodytidae dominated abundance with 14.1%, while Tyrannidae was the most diverse with 25.8%. Thus, we obtained a good representation of the species richness of the five trails studied. In addition, Jaccard's coefficient indicated similar bird species in Camino del Mono Tití, Los Momotides, and El Roble trails; on the contrary, the Los Guayacanes and Dorothy-Wilson trail show a similar species composition. In general, the trails with more complex vegetation cover showed a greater diversity of species. Our results highlight the importance of the Metropolitan Natural Park and the positive impact of the diversity of habitats on the richness of bird species.

**Keywords:** monitoring, avifauna, diversity, abundance, trails, counting point, research, Natural Park

1 Licenciada en Biología, Estudiante de Maestría, Investigadora, Sociedad Audubon de Panamá, Panamá, República de Panamá. Correo electrónico: carol.gantesg@gmail.com

2 Licenciado en Biología, Estudiante de Doctorado, Instituto de Investigaciones Científicas y Servicios de Alta tecnología, Panamá, República de Panamá. Correo electrónico: aguilar.smng@gmail.com

3 Licenciado en Biología, Docente, Investigador, Colección de Aves del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. Panamá, República de Panamá. Correo electrónico: lopezog@si.edu

## I. Introducción

Las aves poseen una serie de particularidades que las hacen ideales para monitorear y conocer, de forma indirecta, algunas características de los ecosistemas que habitan (Perovic *et al.*, 2008; Villareal *et al.*, 2004). Los monitoreos aportan información técnica para la identificación de especies que necesitan protección, e información científica acerca de la biología de las aves (Latta *et al.*, 2017; Rodríguez & Granados, 2017). El monitoreo biológico de aves permite describir cómo cambian las comunidades de especies y los ecosistemas con el tiempo, especialmente tras evaluar las consecuencias de la influencia humana; además de proporcionar sustento en políticas de conservación y manejo de ecosistemas y hábitats (Latta *et al.*, 2017; Ramírez-Soto *et al.*, 2018). De esta forma se pueden predecir y prevenir cambios no deseados o adoptar un manejo adecuado con medidas de mitigación (Chediack, 2009; Isaksson *et al.*, 2018; Ortega-Álvarez *et al.*, 2018).

Los inventarios son necesarios para identificar especies amenazadas, raras y poco comunes en un lugar o momento determinado; brindando conocimiento fundamental de la comunidad estudiada que sentará las bases de otros futuros estudios (Guido-Granados & Rodríguez-Arias, 2013). Estos inventarios también se han estado aplicando en zonas urbanas donde, ciertamente, existe un importante impacto antropogénico. Se han realizado estudios de avifauna en sistemas urbanos en América Latina, entre algunos ejemplos de Suramérica (Cisneros-Heredia & Montenegro, 2016; Clavijo Morales, 2017; Fernández & Luque Fernández, 2018; Leveau, 2013; Muñoz *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2015); México (Almazán-Núñez & Hinterholzer-Rodríguez, 2010; Vázquez-Lozano, 2018), El Salvador (Vides-Hernández *et al.*, 2017) y en Costa Rica (Solano, 2018; Sandoval, 2019; Acosta-Chaves & Ramírez-Calvo, 2020).

Los parques naturales son áreas potenciales para la conservación de la biodiversidad, en donde las especies locales y migratorias, con alguna categoría de amenaza, pueden encontrar un hábitat apropiado (Cornelis & Hermi, 2004; Aranzana, 2015). Constituyen espacios urbanos utilizados por algunas especies de la fauna

original, contribuyendo al funcionamiento del ecosistema y ayudan a la conservación de cierta representación de la diversidad del sitio (Schaefer, 1994; Mckinney, 2008).

El Parque Natural Metropolitano (PNM) de la ciudad de Panamá, debido a su ubicación a escasos minutos del centro de la ciudad, se ha convertido en un espacio de recreación e investigación; por ejemplo, diversos estudios que muestran la riqueza natural de este lugar (Correa & Correa, 2010; Cray & D'Avignon, 2009; Josephitis, 2013; McKenzie *et al.*, 2005; Pruitt, 2016). La riqueza de aves estimada para el PNM es de 227 especies tras una serie de esfuerzos desde los 1990s (Engleman & Engleman, 1990; Samudio & Aguirre, 1998; Aparicio & Pérez, 1995; Ochoa & Rodríguez, 2002). En abril de 2006, fue reconocido por la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) como la primera experiencia de gestión compartida en Áreas Protegidas de Centroamérica.

Durante las últimas décadas, debido al crecimiento poblacional, el aumento de infraestructuras cercanas a sus instalaciones y la fragmentación provocada por la construcción de carreteras es posible que la biodiversidad dentro del parque esté siendo afectada, tal como ha pasado en otros países (Clergeau *et al.*, 1998; Jiménez-Uzcátegui & Betancourt, 2008; Carvajal-Castro *et al.*, 2019); por lo que se hace necesario generar más información sobre las especies existentes dentro del parque y encontrar los mecanismos y herramientas para su conservación. Con base en lo anterior, el principal objetivo de esta investigación es conocer la diversidad de la avifauna presente dentro de cinco senderos y determinar si existe homogeneidad en las especies registradas dentro de los mismos.

## II. Materiales y Métodos

Área de estudio: el presente estudio se realizó en el PNM de la Ciudad de Panamá (8° 59' 06.8"N y 79° 32' 47.8"O), ubicado en el corregimiento de Ancón, provincia de Panamá. Este parque incluye 232 hectáreas + 1159.43 m<sup>2</sup> de zona boscosa dentro de la ciudad de Panamá. Limita al norte con el Boulevard Omar Torrijos Herrera, al noroeste con el Camino de La Amistad y al oeste con la Avenida

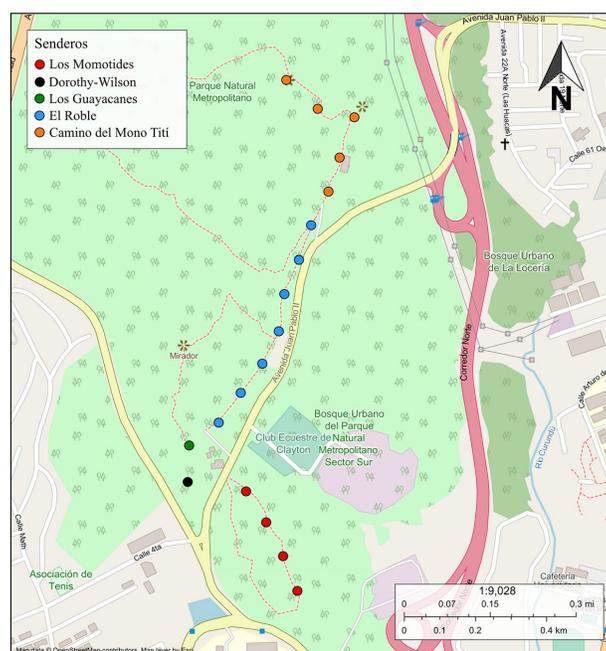
Ascanio Villaláz; al este con el Río Curundú y al sur con los terrenos de la Universidad de Panamá. El PNM colinda con el Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC) a lo largo de casi dos kilómetros del límite noroeste, estando separados únicamente por la Vía La Amistad. El Parque cuenta con siete senderos debidamente identificados y tres miradores, utilizados por investigadores, estudiantes, docentes, turistas y público en general, quienes frecuentemente visitan el área.

El Parque posee un clima templado tropical de montaña, con una temperatura promedio anual de 26.3 °C y una precipitación anual de 1600 mm. La vegetación está distribuida en un bosque seco tropical con áreas de rastrojos y herbazales y en un bosque húmedo tropical, caracterizado por la dominancia de árboles deciduos y lianas en el dosel (Basset *et al.*, 2003). La altura del dosel es de 30 m, con árboles que emergen hasta los 40 m. (Medianero, Paniagua & Castaño, 2010) y la altura máxima en el Parque es de 150msnm que corresponde al cerro Cedro (Samudio *et al.*, 1998).

**Rutas de muestreo:** Se establecieron en un transecto de aproximadamente 2.3 km de longitud, que abarcó los siguientes senderos (Fig. 1):

- Sendero Los Momotides* (8° 58' 56.1"N y 79° 32' 43.0"O): Ubicado frente a la Sede Administrativa, cruzando la avenida Juan Pablo II. Este sendero de bosque en regeneración mide 0.9 km.
- Sendero Dorothy Wilson* (8° 59' 05.9"N y 79° 32' 50.8"O): Ubicado muy cerca del centro de visitantes, cuenta con una longitud de 0.3 km. Posee áreas de recreación, para observación de aves y mariposas.
- Sendero Los Guayacanes* (8° 59' 09.2"N y 79° 32' 50.7"O): Este sendero tiene una distancia 0.07 km. Existe un número considerable de árboles de guayacán (*Tabebuia guayacan*) en crecimiento, y sirve de conexión con el sendero El Roble.
- Sendero El Roble* (8° 59' 14.5"N y 79° 32' 45.2"O): Tiene una distancia de 0.7 km; cuenta con una gran variedad de árboles. Una parte de su extensión se encuentra a pocos metros de la avenida Juan Pablo II.
- Sendero Camino del Mono Tití* (8° 59' 42.4"N 79° 32' 41.7"O): Presenta una extensión de 1.1 km. Se compone de una mayor cantidad de árboles, además cuenta con el mirador los Trinos que es utilizado para la observación de aves.

**Figura 1.** Mapa del transecto establecido con los 18 puntos de conteo.



**Diseño de muestreo:** Los muestreos de las aves se realizaron tres veces por mes durante abril-junio 2018, utilizando la técnica de puntos de conteo de radio fijo (Ralph *et al.*, 1996), basada en la metodología de campo según el protocolo para monitoreo de aves en bosques de Panamá (Puerta-Piñero *et al.*, 2014). En la técnica de puntos de conteo de radio fijo el observador permanece en un punto fijo y toma nota de todas las aves que se puedan ver y/o escuchar desde ese lugar, durante un período de cinco minutos y en un radio de 25 metros. Para llevar a cabo el muestreo se establecieron 18 estaciones de conteo por puntos a una distancia de 100 metros aproximadamente entre cada uno.

Para la observación de las aves se utilizaron unos binoculares Vortex Crossfire 8x42 y para facilitar la identificación de algunas especies usamos la foto-identificación por medio de una cámara digital Nikon Coolpix semi profesional y una cámara profesional Nikon D3200. Algunas especies fueron identificadas por medio de su canto luego de ser grabadas con una grabadora de mano marca Sony.

**Identificación de la avifauna:** Para la identificación de las aves se utilizaron guías como The Birds of Panama (Angehr & Dean, 2010), Guía de aves de Panamá (Ridgely & Gwynne Junior, 1993), Guía de campo a las aves de Norteamérica (Kaufman, 2005), Annotated Checklist of the Birds of Panama (Angehr, 2006) y The Sibley Guide to Birds (Sibley, 2014). La taxonomía y nombres comunes en inglés fue basada en el suplemento 58 según The American Ornithologist's Union (AOU), mientras que para los nombres comunes en español se utilizó la guía de aves de Panamá (Ridgely & Gwynne, 1993).

**Clasificación de la avifauna:** Para el estatus de residente o migratorio en Panamá, se utilizó la información contenida en (Ridgely & Gwynne, 1993). La información referente a los gremios alimenticios se obtuvo de la Guía de campo ilustrada de las aves de Panamá (Ponce & Muschett, 2006).

Para la clasificación de especies protegidas por entidades internacionales, se utilizó la web de BirdLife International (2020) que se basa en las categorías según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2020); en cuanto a especies protegidas por leyes panameñas se utilizó el listado del Ministerio de Ambiente establecido en la Gaceta Oficial Digital N 28187-A en la Resolución N° DM-0657- 2016 (MiAmbiente, 2016).

### III. Análisis de Datos

Diversidad alfa ( $\alpha$ ). Para comparar la diversidad alfa entre los cinco senderos se utilizaron curvas de rarefacción/extrapolación con base en los números efectivos de especies ( $q = 0$ ,  $q = 1$ ,  $q = 2$ ) o números de Hill (Hill, 1973), usando el paquete iNEXT (Hsieh *et al.*, 2016). Este método permite estimar y comparar diferentes tamaños de muestra (Colwell *et al.*, 2012) extrapolando las muestras más pequeñas y comparando las estimaciones de riqueza de especies a un mismo nivel de completitud, es decir, calcula el número máximo posible de especies que podrían coexistir en una comunidad, si todas las especies tuvieran la misma abundancia (Chao & Jost 2012; Hsieh *et al.*, 2014). En este análisis, la diversidad de orden cero ( $q = 0$ ) es igual a la riqueza de especies y no es sensible a la abundancia, la diversidad del orden 1 ( $q = 1$ ) pesa proporcionalmente todas las especies de acuerdo con su abundancia en la comunidad (exponencial del índice de Shannon), mientras que la diversidad del orden 2 ( $q = 2$ ) representa a las especies dominantes (inverso del índice de Simpson) y que contribuyen proporcionalmente más a la diversidad (Chao *et al.*, 2014; Jost, 2006). Adicionalmente medimos la capacidad del diseño de muestreo en la detección de especies a través del estimador de cobertura de muestras, como una medida de la completitud del muestreo (Chao & Jost, 2012). Los cálculos básicos como sumas, porcentajes y la representación gráfica de algunos de estos datos se llevaron a cabo en Excel® y JMP®. Los análisis de diversidad se realizaron en R versión 3.5.2 (R Core Team, 2016).

Diversidad beta ( $\beta$ ): evaluamos la variación en la composición de especies de aves entre los cinco senderos, mediante un análisis de conglomerados basado en medidas de disimilitud de Jaccard, estimadas en R con la función *vegdist* del paquete Vegan (Oksanen *et al.*, 2017). La diversidad beta representa el número efectivo de comunidades en una región y en este análisis los resultados con valores altos del índice se interpretan como disimilitud elevada, lo que puede interpretarse como diversidad beta alta (cercanos a 1), mientras que los valores bajos (cercanos a 0) reflejan poca disimilitud que puede interpretarse como diversidad beta baja (Legendre *et al.*, 2005). Dicho índice funciona bien para muestras pequeñas con numerosas especies raras y sin muestrear (Chao *et al.*, 2004). Para identificar los clústeres, creamos un dendrograma utilizando el método de grupos-pares no ponderados basado en promedios aritméticos (UPGMA), utilizando la función *hclust* de las estadísticas predeterminadas del paquete Vegan.

#### IV. Resultados

**Composición de especies y abundancia relativa:** durante el periodo de muestreo, se registró un total de 1024 individuos distribuidos en 13 órdenes, 33 familias y 116 especies. La mayoría de las aves fueron residentes con un total 105 especies. En general el ensamblaje estuvo compuesto por especies insectívoras (46%), frugívoras (29%), las que se alimentan de pequeños vertebrados (12%), semilleros (8%), nectarívoros (3%) y carroñeros (2%).

El orden más abundante fue Passeriformes con 776 individuos lo que equivale a un 76% de los individuos registrados, seguido de Psittaciformes con 58 individuos (5.68%) y Cuculiformes con 48 (4.71%), ver Tabla 1. La familia más abundante fue Troglodytidae con 144 individuos (14.1%), seguida de Thraupidae con 141 individuos (13.8%) y Tyrannidae con 140 individuos (13.72%). Por otro lado, el orden más diverso fue Passeriformes con 84 especies de las 116 registradas, que corresponde al 72.4% de especies, seguido por Apodiformes que registró 6 especies (5.17%)

y Piciformes con 5 especies registradas (4.3%). La familia más diversa fue Tyrannidae que registró 30 especies (25.8%), seguida por Thraupidae con 9 especies (7.75%) y la Icteridae con 6 especies registradas (5.17%) (Tabla 1.). La especie que obtuvo más individuos registrados fue *Pheugopedius rutilus* con 72 individuos correspondientes al 7% de los individuos registrados, esta fue seguida por *Thryophilus rufalbus* con 71 individuos (6.9%), *Habia fuscicauda* y *Xiphorhynchus susurrans* cada uno con 50 individuos (4.9%).

Estatus de conservación. Dentro de las especies observadas, también destacan 17 especies enlistadas en alguna categoría de amenazas, ya sea a nivel nacional (Resolución N° DM-0657-2016, MiAMBIENTE) como internacional (Apéndices I, II y III de CITES). Se identificaron 13 especies que están en condición vulnerables (VU), es decir que, con la mejor evidencia disponible, son especies que enfrentan un riesgo de extinción alto en vida silvestre; dos se encuentran en peligro (EN), es decir, que con la mejor evidencia disponible es una especie que enfrenta un riesgo de extinción muy alto en vida silvestre. Además, 16 especies se ubican en el listado del Apéndice II de la Convención sobre el CITES y según la UICN, las 16 se encuentran en menor riesgo (LC). Mientras que entre las especies amenazadas según MiAMBIENTE (2016) figuran las vulnerables (VU), hada coronipúrpura (*Heliothryx barroti*), elanio bidentado (*Harpagus bidentatus*), el halcón reidor (*Herpetotheres cachinnans*) y otras especies de colibríes, pericos y gavilanes. Las dos especies en peligro (EN) son el gavilán plomizo (*Cryptoleucopteryx plumbea*) y la amazona coroniamarilla (*Amazona ochrocephala panemensis*).

**Tabla 1. Diversidad y abundancia por órdenes y familias registradas en el PNM**

Orden	Número individuos	Porcentaje (%)	Familia	Número individuos	Porcentaje (%)	
Mas abundante	Passeriformes	776	76	Troglodytidae	144	14.1
	Psittaciformes	58	5.68	Thraupidae	141	13.8
	Cuculiformes	48	4.71	Tyrannidae	140	13.72
Mas diverso	Passeriformes	84	72.4	Tyrannidae	30	25.8
	Apodiformes	6	5.17	Thraupidae	9	7.75
	Piciformes	5	4.3	Icteridae	6	5.17

**Orden, familia y especie más diversa y abundante por sendero:** dentro del sendero Los Momotides, el orden más diverso fue Passeriformes con 48 especies registradas y de igual forma este orden fue el más abundante con 219 individuos (Figura 2). La familia más diversa fue Tyrannidae con 17 especies registradas y la más abundante Troglodytidae con 42 individuos. La especie más abundante en este sendero fue *Pheugopedius rutilus* con 25 individuos.

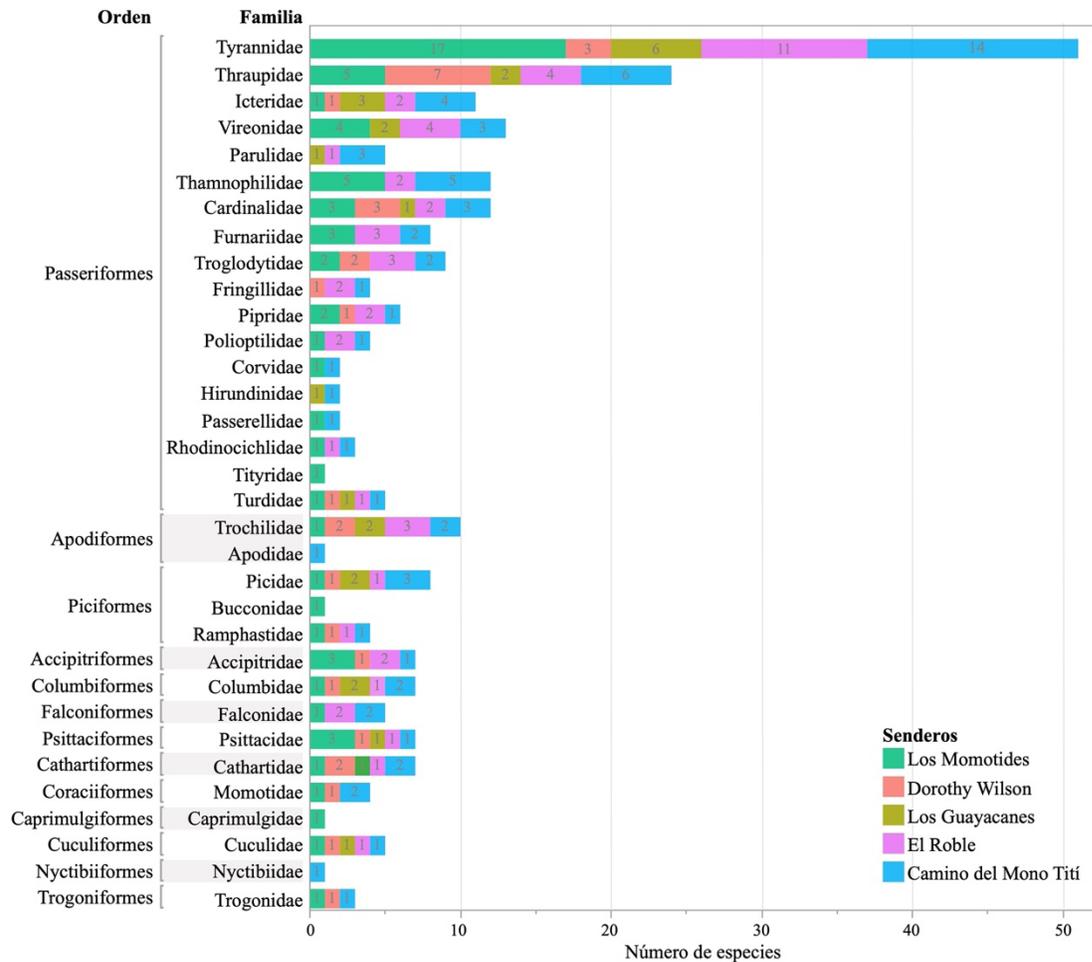
En el sendero Dorothy Wilson, el orden más diverso fue Passeriformes con 19 especies y este mismo orden fue el más abundante con 53 individuos (Figura 2). La familia Thraupidae fue la más diversa (7 especies) y la más abundante (25 individuos). La especie más abundante en este caso fue *Ramphocelus dimidiatus* al registrar 9 individuos.

En el sendero Los Guayacanes el orden más diverso fue Passeriformes (17 especies) y este mismo orden el más abundante (30 individuos). La familia más diversa fue Tyrannidae con 6 especies y Columbidae fue la más abundante con 19 individuos (Figura 2), siendo *Columbina talpacoti*, la especie más abundante con 15 individuos.

Para el sendero El Roble, Passeriformes fue el orden más diverso (40 especies) y el más abundante (198 individuos). Tyrannidae fue la familia más diversa con 11 especies y Troglodytidae al igual que Thraupidae la más abundante con 39 individuos cada una (Figura 2). *Ramphocelus dimidiatus* fue la especie más abundante con 23 individuos registrados.

El sendero Camino del Mono Tití, finaliza en el Cerro Cedro, pero en nuestro caso realizamos el registro de las aves hasta el mirador Los Trinos obteniendo como resultado que el orden más diverso fue el Passeriformes con 50 especies y el más abundante con 276 individuos. La familia Tyrannidae fue registrada como la familia más diversa con 14 especies (Figura 2) y Troglodytidae la más abundante con 55 individuos. La especie más abundante en este sendero fue *Thryophilus rufalbus* con 32 individuos.

Fig. 2. Número de especies, familias y órdenes, observados en el área de estudio, para cada sendero.



**Cobertura de muestreo, riqueza de especies, diversidad y recambio de especies por sendero:** la completitud general del muestreo para cada sendero registró valores de 93% de cobertura el sendero Camino del Mono Tití, seguido por El Roble con 91% y Los Momotides con un 90%. La cobertura de muestra para Dorothy-Wilson estuvo representada por un 85% y Los Guayacanes con 78%, indicando que se registró una proporción representativa de las especies reales para este muestreo en los diferentes senderos elegidos para el estudio (Fig. 3). Los senderos con la mayor riqueza de especies de aves ( $q = 0$ ) fueron El Camino del Mono Tití (70) y Los Momotides (65). El sendero El Roble presentó un número sustancialmente menor de especies (53). Mientras que los senderos con menos especies fueron

Dorothy-Wilson (31 especies) y Los Guayacanes (26). Sin embargo, la extrapolación de las curvas sugiere que la diversidad de Los Guayacanes podría ser mayor a la del Camino del Mono Tití al incrementar el esfuerzo de muestreo. Al examinar la abundancia de las especies ( $q = 1$ ) se observó que los senderos del Camino del Mono Tití y Los Momotides son los más diversos con valores similares, a estos le siguen en orden descendente Dorothy-Wilson, El Roble y Los Guayacanes, este último sitio difiere notablemente del resto de los senderos (Fig. 4). Este mismo patrón se observa para la diversidad de especies dominantes ( $q = 2$ ), donde Los Guayacanes alcanza una mayor diferenciación del resto de senderos, mostrando la menor diversidad (Figura 4 y Tabla 2).

Fig. 3. Curva de cobertura de muestreo, para la muestra de referencia (línea continua) y la muestra extrapolada (línea discontinua) de las especies observadas en los cinco senderos estudiados.

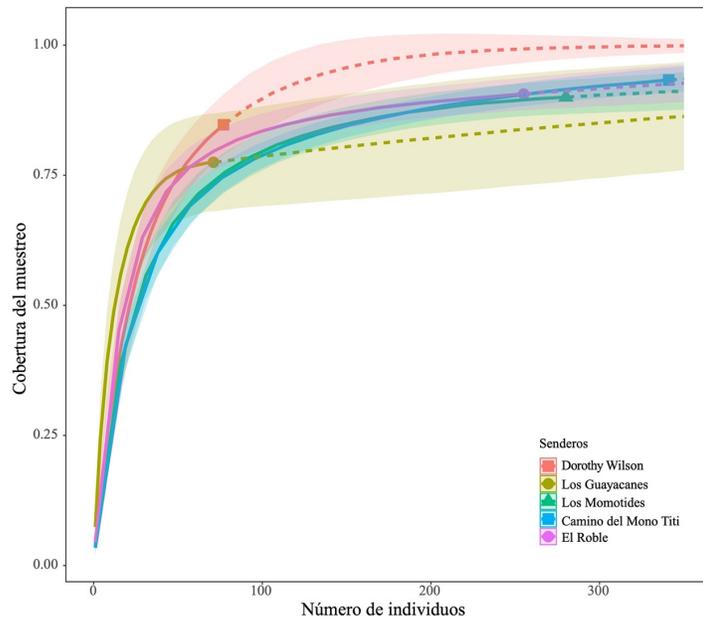
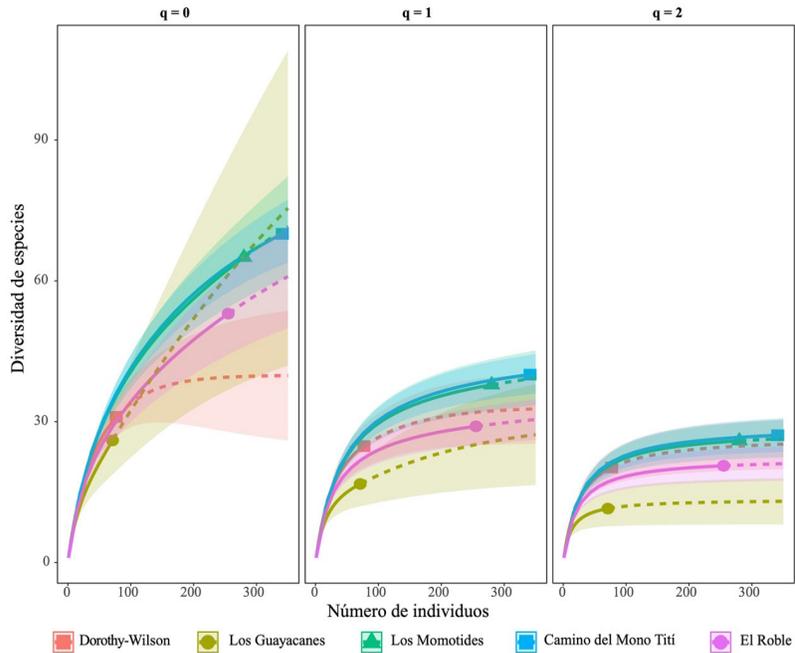


Fig. 4. Curvas de interpolación (rarefacción)/extrapolación de la diversidad de aves en 5 senderos del Parque Natural Metropolitano de Panamá (Los Momotides, Dorothy Wilson, Los Guayacanes, El Roble y Camino del Mono Titi).



Se muestran resultados con base en los números de Hill:  $q = 0$  (Riqueza o número efectivo de especies),  $q = 1$  (Exponente de la diversidad Shannon) y  $q = 2$  (Inverso del índice de diversidad de Simpson o especies dominantes) en cada sitio de muestreo. Las áreas sombreadas representan intervalos al 95 % basados en re-muestreos de *bootstraps*. La parte continua de cada curva representa la interpolación y la parte punteada la extrapolación.

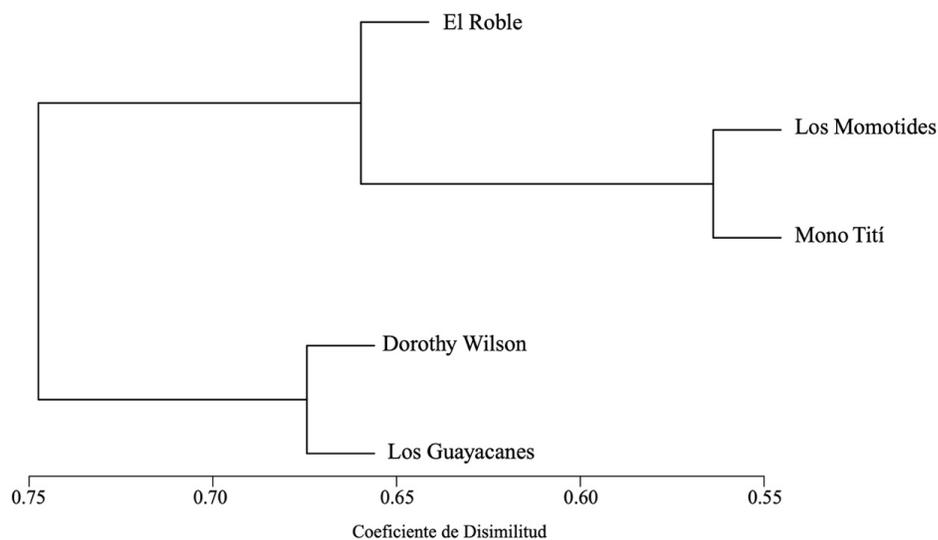
Con respecto al recambio de especies, el análisis de conglomerados utilizando el coeficiente de similitud/

disimilitud de Jaccard mostró dos grupos con similitud entre ellos con valores de similitud que variaron entre 0.17 – 0.44 (Tabla 2 y Fig. 5). El primer grupo estuvo compuesto por tres senderos, Camino del Mono Tití, Los Momotides y El Roble. El otro grupo lo conformaron los senderos Dorothy-Wilson y Los Guayacanes (Tabla 2 y Fig. 5). Lo anterior señala que las especies en el primer grupo tienden a ser más similares entre sí que con las especies del segundo grupo.

**Tabla 2.** Número de especies compartidas entre pares de senderos estudiados en el Parque Natural Metropolitano (debajo de la diagonal); número total de especies por sitio (diagonal); y los coeficientes de similitud de Jaccard ( $1 -$  estimación de disimilitud) para cada par de sitios (sobre la diagonal).

Senderos	C. Mono Tití	Los Momotides	El Roble	Dorothy Wilson	Los Guayacanes
C. Mono Tití	<b>70</b>	0.44	0.31	0.29	0.23
Los Momotides	41	<b>65</b>	0.37	0.32	0.17
El Roble	30	32	<b>53</b>	0.29	0.22
Dorothy Wilson	23	22	18	<b>31</b>	0.33
Los Guayacanes	18	12	14	14	<b>26</b>

**Fig. 5.** Clasificación de sitios de acuerdo con el índice de disimilitud de Jaccard de las especies de aves observadas durante el muestreo. El dendograma de los sitios estudiados está clasificado por el método de agrupamiento UPGMA.



## V. Discusión

Las 126 especies de aves registradas en este estudio representan el 11.5 % de la avifauna de la República de Panamá (Audubon Panamá, 2019), el 49 % de los registros obtenidos por Aparicio y Pérez (1995) y el 51 % de Ochoa y Rodríguez (2002). Dichos estudios muestrearon con redes de niebla, logrando registrar un mayor número de especies de sotobosque. Por su parte, el bajo número de especies migratorias registradas pudo estar influenciado por la época del año en que se realizó el muestreo. En Panamá las bandadas de aves migratorias empiezan a llegar a principios de octubre y se avistan hasta finales de abril, aunque, algunas especies llegan desde agosto y se van a principios de mayo (Ridgely y Gwynne, 1993). A su vez, las aves residentes se encontraban en su época reproductiva que tiene lugar mayormente entre los meses de marzo y junio, al final de la estación seca e inicio de la estación lluviosa, un patrón que se destaca en gran parte de América Central (Levey y Stiles, 1994), aspecto evidenciado por la abundante presencia de individuos juveniles de *Ramphocelus dimidiatus* y *Turdus grayi*.

El Sotorrey pechirrufo (*Pheugopedius rutilus*) fue la especie más abundante lo cual podría estar relacionado con el comportamiento de forrajeo, pues a menudo lo hacen en pareja o grupos familiares (Kroodsma y Brewer, 2020). Dado que durante los meses de mayo y junio se ha reportado el aumento en el número de insectos (Aparicio y Pérez, 1995), esto explicaría el gran número de aves insectívoras registradas durante nuestro estudio, entre ellas *P. rutilus*.

La riqueza y abundancia relativa de las comunidades de aves en los diferentes senderos del PNM mostraron notables diferencias. La mayor diversidad y abundancia la presentó El sendero Camino del Mono Tití, seguido por los senderos Los Momotides y El Roble. Estos resultados se complementan con los patrones de similitud de las especies observadas, donde se identificaron dos grupos, el primero de ellos estuvo conformado por los tres senderos con mayor diversidad y abundancia de aves, mientras que el segundo incluyó los senderos Los Guayacanes y Dorothy-Wilson. Estos resultados se deben probablemente a la similitud de oportunidades de alimentación y sitios

de anidación característicos de cada sendero. Los tres senderos que presentaron mayor diversidad abarcan áreas con alta cobertura vegetal, a diferencia de los senderos Los Guayacanes y Dorothy-Wilson, los cuales se localizan en áreas más abiertas y a mayor proximidad de edificaciones. Por lo tanto, las variaciones observadas en los ensamblajes de aves parecen estar determinadas por la predilección de hábitat asociado a cada especie y por la influencia de las modificaciones ambientales dentro del área del PNM. En línea con estas observaciones, algunos estudios han indicado que la cobertura vegetal tiene una fuerte influencia en la diversidad de especies de aves (Martin-Etcheagaray *et al.*, 2018; Thinh, 2006) y que también representa un importante factor en la distribución de estas (Baños & Mata, 2006; Casas *et al.*, 2016; dos Anjos *et al.*, 2018). La diversidad de estratos de vegetación también promueve la diversidad al proporcionar un hábitat heterogéneo para diferentes especies de aves, así como la presencia de una cantidad suficiente de alimentos y la disponibilidad de materiales de anidación (Aguilar *et al.*, 2008; Martin & Roper, 1988). Además, se ha observado que esta complejidad estructural del hábitat, puede ser un impulsor muy importante de la distribución de aves en áreas urbanas (Hayes *et al.*, 2020; Martin-Etcheagaray *et al.*, 2018; Muñoz-Pedrerros *et al.*, 2018; Solano, 2018).

## VI. Conclusión

Este estudio contribuye al conocimiento de la diversidad de aves en parques naturales urbanos y proporciona información sobre el estado de la diversidad de aves en el Parque Natural Metropolitano de Panamá. Nuestros hallazgos confirman la alta diversidad de aves que alberga este parque, incluyendo algunas especies de aves poco comunes, vulnerables y migratorias, lo que resalta la importancia de este parque como área de conservación. La avifauna registrada estuvo compuesta principalmente por especies residentes y no amenazadas que se reproducen dentro de la ciudad. En términos de riqueza, los senderos con cobertura vegetal más compleja mostraron mayor diversidad de especies. Estos resultados destacan la importancia del Parque Natural Metropolitano y el impacto positivo de la diversidad de hábitats en la riqueza de especies de aves. Por lo tanto, para maximizar el número de especies en nuestros parques y ciudades, los

esfuerzos de conservación deben enfocarse en aumentar la diversidad del hábitat y la complejidad de la estructura vegetal de los parques existentes.

Finalmente, nuestro estudio aporta información para este parque natural urbano en la ciudad de Panamá, lo cual tiene mucha relevancia ante la actual destrucción del hábitat por parte de los humanos que se traduce en la necesidad urgente de reforzar las medidas de conservación para las especies e impulsar nuevos estudios a largo plazo en las comunidades de aves del parque para comprender mejor la situación de las especies en el área, comparar la dinámica poblacional en períodos de tiempo establecidos y construir una lista de verificación de especies de aves del parque.

### VII. Agradecimientos

A Dionora Víquez, directora del Parque Natural Metropolitano, el patronato y personal del PNM por conceder el permiso para realizar esta investigación; así como brindar apoyo e información. A la Colección de Aves del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. A Isis Ochoa y Karla Aparicio por facilitarnos sus tesis de Licenciatura. Pedro Castillo y Jorge L. Medina por su valioso apoyo.

### VIII. Bibliografía

- Aguilar, T. M., Dias, R. I., Oliveira, A. C., & Macedo, R. H. (2008). Nest-site selection by Blue-black Grassquits in a Neotropical savanna: do choices influence nest success? *Journal of Field Ornithology*, 79(1), 24–31. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1557-9263.2008.00142.x>
- Acosta-Chaves, V., & Ramírez-Calvo, D. (2020). La avifauna del Recinto Universitario de Paraíso, Cartago, Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual*, 20(34), pp. 153-173.
- Almazán-Núñez, R. C., & Hinterholzer-Rodríguez, A. (2010). Dinámica temporal de la avifauna en un parque urbano de la ciudad de Puebla, México. *Huitzil*, 11(1), pp. 26–32.
- Angehr, G. R. (2006). *Annotated Checklist of the Birds of Panama*. Panama Audubon Society. pp. 456.
- Angehr, G. R., & Dean, R. (2010). *The birds of Panama: a field guide*. A Zona Tropical Publication from Comstock Publishing Associates, Cornell ...
- Aparicio, K., & Pérez, G. (1995). *Estudio de la avifauna del Parque Natural Metropolitano* [Licenciatura en Biología]. Universidad de Panamá.
- Aranzana, F. (2015). Gestión de zonas verdes urbanas y periurbanas para la conservación de la biodiversidad: El caso de Vitoria-Gasteiz. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 39:313-322.
- Baños, J. C. B., & Mata, L. L. (2006). Asociación de la riqueza y diversidad de especies de aves y estructura de la vegetación en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. In *Revista Mexicana de Biodiversidad* (Vol. 77, Issue 002). <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2006.002.338>

- Carvajal-Castro, J.D., Ospina-L, A.M., Toro-López, Y., Pulido-G, A., Cabrera-Casas, L.X., Guerrero-Peláez, S., et al. (2019). Birds vs bricks: Patterns of species diversity in response to urbanization in a Neotropical Andean City. In PLOS ONE, 14(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218775>
- Casas, G., Darski, B., Ferreira, P. M. A., Kindel, A., & Müller, S. C. (2016). Habitat Structure Influences the Diversity, Richness and Composition of Bird Assemblages in Successional Atlantic Rain Forests. *Tropical Conservation Science*, 9(1), 503–524. <https://doi.org/10.1177/194008291600900126>
- Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K., & Shen, T.-J. (2004). A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters*, 8(2), 148–159. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00707.x>
- Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T. C., Sander, E. L., Ma, K. H., Colwell, R. K., & Ellison, A. M. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. In *Ecological Monographs*, Vol. 84, Issue 1, pp. 45–67.
- Chao, A., & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533–2547. <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/11-1952.1>
- Chediack, S. E. (2009). Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales: ¿para qué? *Comisión Nacional Para El Conocimiento Y Uso de La Biodiversidad. México*. 87p. Recuperado de: [http://www.iies.unam.mx/laboratorios/ecologia-manejo-bosques-tropicales/wp-content/uploads/2016/09/mmrjrgj\\_2009.pdf](http://www.iies.unam.mx/laboratorios/ecologia-manejo-bosques-tropicales/wp-content/uploads/2016/09/mmrjrgj_2009.pdf)
- Cisneros-Heredia, D. F., & Montenegro, E. (2016). *Diversity and natural history of birds in green urban areas of the city of Quito, Ecuador (America)*. Recuperado de: <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.2171>
- Clavijo Morales, A. (2017). *Contribución y complementariedad de diferentes tipos de áreas verdes urbanas a la riqueza y abundancia de la comunidad de aves en la ciudad de Bogotá, Colombia* [Pontificia Universidad Javeriana]. Recuperado de: <http://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/34421>
- Clergeau, P., Savard, J. P. L., Mennechez, G. & Falardeau, G. (1998). Bird Abundance and Diversity along an Urban-Rural Gradient: A Comparative Study between Two Cities on Different Continents. In *The Condor* (Vol. 100, Issue 3, pp. 413–425).
- Colwell, R. K., Chao, A., Gotelli, N. J., Lin, S.-Y., Mao, C. X. & Longino, J. T. (2012). Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *J Plant Ecol*. 5:3–21.
- Cornelis, J. & Hermy, M. (2004). Relaciones de biodiversidad en los parques urbanos y suburbanos de Flandes. *Paisaje y Urbanismo*. 69, 285–401.
- Correa A., M. D., & Correa, M. (2010). Árboles y arbustos del Parque Natural Metropolitano, Panamá. Editorial INBio. pp. 112.
- Cray, H., & D'Avignon, G. (2009). A Contribution to the Ecological Understanding of Bats in the Natural Metropolitan Park, Panama. *McGill Research Thesis*.

- dos Anjos, L., Volpato, G. H., Lopes, E. V., Willrich, G., Bochio, G. M., Arakaki Lindsey, B. R., Simões, N. R., Mendonça, L. B., Boçon, R., Carvalho, J., & Lima, M. R. (2018). Distributions of birds and plants in ecoregions: Implications for the conservation of a neotropical biodiversity hotspot. *Austral Ecology*, 43(7), 839–849. <https://doi.org/10.1111/aec.12626>
- Fernández, C. R. L., & Luque Fernández, C. R. (2018). Richness and abundance of birds in an urban gradient of Arequipa, southwest of Peru. In *Arnaldoa* (Vol. 25, Issue 3). <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.253.25317>
- Guido-Granados, I., & Rodríguez-Arias, C. (2013). Lista actualizada de las especies de aves de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes y su área de amortiguamiento. Updated list of the bird species of Alberto Manuel Brenes Reserve and its influence area. *Brenesia*, 80, 40–58.
- Hayes, W. M., Fisher, J. C., Pierre, M. A., Bicknell, J. E., & Davies, Z. G. (2020). Bird communities across varying landcover types in a Neotropical city. *Biotropica*, 52(1), 151–164. <https://doi.org/10.1111/btp.12729>
- Hill, M. O. (1973). Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology*, 54(2), 427–432. <https://doi.org/10.2307/1934352>
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). In *Methods in Ecology and Evolution* Vol. 7, Issue 12, pp. 1451–1456.
- Isaksson, C., Rodewald, A. D., & Gil, D. (2018). *Behavioural and Ecological Consequences of Urban Life in Birds*. Frontiers Media SA. pp. 364.
- Jiménez-Uzcátegui, G. & Betancourt, F. (2008). Avifauna vs automotores. *Informe Galápagos 2007-2008*. 111-114.
- Josephitis, E. (2013). *Abundancia y Diversidad de Las Mariposas en Los Senderos Del Parque Natural Metropolitano*. [http://digitalcollections.sit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2637&context=isp\\_collection](http://digitalcollections.sit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2637&context=isp_collection)
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2), 363–375. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Kaufman, K. (2005). *Kaufman Field Guide to Birds of North America*. Houghton Mifflin Harcourt Co., Boston. pp. 384
- Kroodsma, D. E. y D. Brewer (2020). Rufous-breasted Wren (*Pheugopedius rutilus*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.rubwre1.01>
- Latta, S. C., Brouwer, N. L., Olivieri, A., Girard-Woolley, J., & Richardson, J. F. (2017). Long-term monitoring reveals an avian species credit in secondary forest patches of Costa Rica. *PeerJ*, 5, e3539. <https://doi.org/10.7717/peerj.3539>
- Legendre, P., Borcard, D., & Peres-Neto, P. R. (2005). Analyzing beta diversity: partitioning the spatial variation of community composition data. *Ecological Monographs*, 75(4), 435–450. <https://doi.org/10.1890/05-0549>
- Leveau, L. M. (2013). *Relaciones aves-habitat en el sector suburbano de Mar del Plata, Argentina*. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/25879>
- Martin-Etchegaray, A., M, A. E., & G, A. W. (2018). Estructura de las comunidades de aves de cuatro áreas verdes de la ciudad de Asunción, Paraguay. *Revista de Ciencias Ambientales*, 52(2). <https://doi.org/10.15359/rca.52-2.11>

- Martin, T. E., & Roper, J. J. (1988). Nest Predation and Nest-Site Selection of a Western Population of the Hermit Thrush. In *The Condor*, Vol. 90, Issue 1, pp. 51-57). <https://doi.org/10.2307/1368432>
- McKenzie, A., Ernst, G., & Taranu, Z. (2005). Behavioural studies and rehabilitation of sloths in Parque Natural Metropolitano. *Unpublished Report, Smithsonian Tropical Research Institute, Panama*. Recuperado de: [https://www.mcgill.ca/pfss/files/pfss/Sloths\\_Report.pdf](https://www.mcgill.ca/pfss/files/pfss/Sloths_Report.pdf)
- Mckinney, M. (2008). Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems* 11: 161-176.
- MiAMBIENTE. 2016. Resolución No. DM- 0657-2016 “Por la cual se establece el proceso para la elaboración y revisión periódica del listado de especies de fauna y flora amenazadas de Panamá, y se dictan otras disposiciones”. Gaceta Oficial Digital No. 28187-A, del 29 de diciembre de 2016.
- Muñoz, M. C., Fierro-Calderón, K., & Rivera-Gutierrez, H. F. (2007). Las aves del campus de la Universidad del Valle, una isla verde urbana en Cali, Colombia. *Ornitología Colombiana*, 5(5), pp. 5-20.
- Muñoz-Pedrerros, A., González-Urrutia, M., Encina-Montoya, F., & Norambuena, H. V. (2018). Effects of vegetation strata and human disturbance on bird diversity in green areas in a city in southern Chile. *Avian Research*, 9(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s40657-018-0130-9>
- Ochoa, I., & Rodríguez, B. (2002). *Diversidad y abundancia de aves en el Parque Natural Metropolitano después de la construcción del corredor norte Fase I* [Licenciatura en Biología]. Universidad de Panamá.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O’hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., & Wagner, H. (2017). *vegan: community ecology package. R package*. Version.
- Ortega-Álvarez, R., Zúñiga-Vega, J. J., Ruiz-Gutiérrez, V., Berrones Benítez, E., Medina Mena, I., & Ramírez Felipe, F. (2018). Improving the sustainability of working landscapes in Latin America: An application of community-based monitoring data on bird populations to inform management guidelines. *Forest Ecology and Management*, 409, 56-66. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.09.033>
- Perovic, P., Trucco, C., Tálamo, A., Quiroga, V., Ramallo, D., Lacci, A., Baungardner, A., Mohr, F., & Quiroga, V. (2008). *Guía técnica para el monitoreo de la biodiversidad. Programa de Monitoreo de Biodiversidad: Parque Nacional Copo, Parque y Reserva Provincial Copo, y Zona de Amortiguamiento*. <https://www.scienceopen.com/document?vid=28f10a73-65f1-4291-a387-97a0573df283>
- Ponce, E., & Muschett, G. (2006). *An illustrated field guide to the birds of Panama*. Ediciones Balboa. pp. 551.
- Pruitt, R. (2016). *Foraging Time and Food Resource use of Geoffroy’s Tamarin (Saguinus geoffroyi) in an Urban Forest Landscape, Parque Natural Metropolitano, Ciudad de Panamá, Panamá*. [http://digitalcollections.sit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3417&context=isp\\_collection](http://digitalcollections.sit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3417&context=isp_collection)
- Puerta-Piñero, C., Gullison, R. E., Condit, R., Angermeier, P. L., Ibáñez, R., Pérez, R., Douglas Robinson, W., Jansen, P. A., & Roberts, J. H. (2014). *Metodologías para el Sistema de Monitoreo de la Diversidad Biológica de Panamá. [Manual on Methods for Monitoring Biodiversity in Panama]*. <https://doi.org/10.5479/si.ctfs.0001>

- Ralph, C. J., John Ralph, C., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F., & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. <https://doi.org/10.2737/psw-gtr-159>
- Ramírez-Soto, A., Rodríguez-Mesa, R., Villa-Bonilla, B., Sheseña-Hernández, I., & Ruelas Inzunza, E. (2018). Using Birds to Assess and Track Forest Restoration. *Tropical Conservation Science*, 11, 1940082918780359. <https://doi.org/10.1177/1940082918780359>
- R Core Team. (2016). *R: a language and environment for statistical computing*. Available at: <http://www.R-project.org>
- Ridgely, R. S., & Gwynne Junior, J. A. (1993). *Guía de las aves de Panamá incluyendo Costa Rica, Nicaragua y Honduras* (Vol. 598). Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza, Panamá. pp. 613.
- Rodríguez, C., & Granados, I. G. (2017). Diversidad y abundancia de aves de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes y su área de amortiguamiento, Costa Rica. *Pensamiento Actual*, 17(1), pp. 74-95.
- Samudio, R., & Aguirre, M. (1998). *Informe final del componente de fauna silvestre. Proyecto de revisión y actualización del plan de manejo del Parque Natural Metropolitano, Panamá*.
- Sandoval, L. (2019). Variación mensual y anual de la riqueza y abundancia de aves en un mosaico agrícola periurbano tropical. *Revista de Biología Tropical*, 67(2), pp. 298-314.
- Schaefer, V. (1994). Urban biodiversity. In: E. Harding & E. McCullum (eds.), *Biodiversity in British Columbia*. Environment Canada, Canadian Wildlife Service. Vancouver.
- Sibley, D. A. (2014). *The Sibley Guide to Birds. Second*. New York: Alfred A. Knopf. pp. 598.
- Silva, C. P., García, C. E., Estay, S. A., & Barbosa, O. (2015). Bird Richness and Abundance in Response to Urban Form in a Latin American City: Valdivia, Chile as a Case Study. *PLoS One*, 10(9), e0138120. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138120>
- Solano, A. F. (2018). Riqueza de especies y abundancia de aves residentes y migratorias en parques urbanos de San José, Costa Rica. In *UNED Research Journal* (Vol. 10, Issue 1). <https://doi.org/10.22458/urj.v10i1.2037>
- Thinh, V. T. (2006). Bird species richness and diversity in relation to vegetation in Bavi National Park, Vietnam. *Ornithological Science*, 5(1), 121-125. <https://doi.org/10.2326/osj.5.121>
- Vázquez-Lozano, G. (2018). *Aves en las áreas verdes de la localidad urbana de Barrio 18 Xochimilco*. <https://www.cadenadecerebros.com/art-a0-22-01>
- Vides-Hernández, G. L., Velado-Cano, M. A., Pablo-Cea, J. D., & Carmona-Galindo, V. D. (2017). Patrones de riqueza y diversidad de aves en áreas verdes del centro urbano de San Salvador, El Salvador. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*, 18(2). <https://doi.org/10.28947/hrmo.2017.18.2.294>
- Villareal, H. M., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza-Cifuentes, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Recuperado de: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31419/63.pdf>