

Composición de especies de aves en los parques de Bucaramanga, Colombia, y su relación con
variables espaciales

Elian Camilo Torres Castro

Trabajo de Grado para Optar al Título de Biólogo

Director

Enrique Arbeláez-Cortés

Doctor en Ciencias Biológicas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Bucaramanga

2026

Agradecimientos:

Agradezco desde el fondo de mi corazón a todas las personas que estuvieron presentes en cada etapa de mi formación como Biólogo, a mi padre Edward Torres, a mi madre Eliana Castro, a mi hermano Edward Alejandro, a mi perra Atena y mi difunta perra Muñeca por traer tantas alegrías a nuestras vidas. A mis amistades más cercanas Melani Zapata, Diana Rojas, Diana Torres y Mauricio Mayorga por ser personas excelentes e inspiradoras en todos los ámbitos de la vida, además de su incondicional apoyo emocional y por último a mi director Enrique Arbeláez por ser una figura de inspiración y admiración tanto a nivel profesional como académico.

Tabla de Contenido

	Pag.
Introducción	9
1. Objetivos.....	13
1.1. Objetivo general.....	13
1.2. Objetivos específicos	13
2. Competencias.....	13
3. Metodología.....	14
3.1. Área de estudio	14
3.2. Diseño de muestreo.....	15
3.2.1. Selección de los parques.	15
3.2.2. Observaciones de campo.....	16
3.2.3. Análisis estadísticos	18
4. Resultados:.....	19
4.1. Observaciones de campo.....	19
4.2. Análisis estadísticos	21
5. Discusión	25
5.1. Efecto de las variables espaciales y ambientales sobre la riqueza de especies.....	26
5.2. Efectos de las variables espaciales y ambientales sobre la composición de especies	28
6. Conclusión.....	30
Referencias Bibliográficas	32
Apéndices.....	37

Lista de Tablas

	Pag.
Tabla 1. Conteo de especies observadas por parque. Los números corresponden al orden mostrado en Figura 1	21
Tabla 2. Resultados de GLM realizado entre la riqueza de especies y las variables ambientales	22
Tabla 3. Ajuste de variables espaciales y ambientales a el NMDS	24

Lista de Figuras

	Pag.
Figura 1. Ubicación geográfica de Bucaramanga y parques seleccionados para el estudio. Los números corresponden a Tabla 1	15
Figura 2. Número de especies por familia	20
Figura 3. NMDS de la composición de especies en los parques de acuerdo con las variables espaciales y ambientales con índice de disimilaridad de Jaccard	24

Lista de Apéndices

	Pag.
Apéndice A. Base de datos elaborada a partir de las observaciones en campo	37
Apéndice B. Matriz de presencia-ausencia de especies elaborada a partir de la base de datos original	37
Apéndice C. Localización y clasificación de parques en la ciudad de Bucaramanga utilizando Google Earth	38
Apéndice D. Ubicación del centro de Bucaramanga y elaboración de mapa con parques de Bucaramanga utilizando Qgis	38
Apéndice E. Análisis estadísticos de los datos y elaboración de sus respectivas figuras utilizando el software de R	39

Resumen

Título: Composición de especies de aves en los parques de Bucaramanga, Colombia, y su relación con variables espaciales*

Autor: Elian Camilo Torres Castro**

Palabras Clave: Riqueza, Composición de especies, Urbano, Aves, Distancia al centro, Área.

Descripción:

La acelerada urbanización que experimentan las ciudades en la actualidad representa un obstáculo para varias especies de aves, provocando que únicamente aquellas especies capaces de tolerar las condiciones de las ciudades pueden sobrevivir en este terreno, mientras que el resto son excluidas. Debido a esto, los parques representan un importante elemento para la conservación de especies de aves, al ser de los pocos espacios en los que aquellas especies menos tolerantes a zonas urbanas pueden prosperar, por lo que es de interés para proyectos de conservación entender que características determinan la riqueza y composición de especies en estos espacios. La ciudad de Bucaramanga es popularmente conocida como la ciudad de los parques, y tiene una considerable diversidad de especies de aves, sin embargo, no se han realizado estudios que determinen que características de los parques permiten alojar un mayor número de especies. Este estudio se centra en determinar el efecto que tienen variables ambientales y espaciales de parques urbanos de Bucaramanga como el área y la distancia de estos al centro de la ciudad sobre la riqueza de especies, esto por medio de datos recolectados con observaciones de campo. Se emplearon análisis estadísticos como el escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) para estimar la composición de especies de los parques y el efecto de las variables seleccionadas sobre esta, y modelos lineales generalizados (GLM) para determinar si existe una relación significativa entre la riqueza observada y las variables ambientales y espaciales. Se determinó que no existe una relación significativa entre las variables ambientales y espaciales y la riqueza, mientras que la composición de especies mostró relaciones significativas con el área, distancia al centro de la ciudad, número de personas en el parque y el número de plantas con flores.

Abstract

Title: Bird species composition in parks of Bucaramanga, Colombia, and their relation to spatial variables*

Author: Elian Camilo Torres Castro**

Key Words: Richness, Species composition, Urban, Birds, Distance to the center, Area.

Description:

The accelerated urbanization that modern cities experiment presents an obstacle to several bird species, causing that only those species capable of tolerating the adverse conditions of the cities can survive in this hostile environment, while the rest are displaced. Because of this, parks represent an important element in the conservation of bird species, as these are some of the few spaces where species less tolerant to the common disturbances of highly urbanized areas can prosper, so it is of high interest for conservation projects to understand which characteristics determine the species richness and composition of these spaces. The city of Bucaramanga is popularly known as “the city of parks”, and has a considerable diversity of bird species, however, there have not been any studies that determine which park characteristics allow them to house a larger number of species. This study focuses on determining the effects of environmental and space variables of urban parks in Bucaramanga on species richness, using data collected through field observations. We performed statistical analysis such as non-metric multidimensional scaling (NMDS) to estimate the species composition of the parks and the effect that the selected variables have over it, and generalized Linear Models (GLM) to determine if there is a significant relationship between the observed richness and the spatial and environmental variables. We determined that there is no significant relationship between the environmental and spatial variables and richness, while species composition showed significant relationships with the area, distance to the city center, number of people in the park and number of flowering plants.

Introducción

Los efectos del crecimiento exponencial de las ciudades sobre las poblaciones de animales, ha sido un tema de constante preocupación para entidades encargadas del desarrollo urbano, especialmente en años recientes (Bodini et al., 2012). Actividades como la tala de bosques, la introducción de especies exóticas (Martin-EtcheGARAY et al., 2018) y la construcción de viviendas, edificios y carreteras, causan extensivas alteraciones en los ecosistemas que rodean a las matrices urbanas, lo que termina por desplazar a las especies nativas que habitan en estos. Esto se ve agravado por las condiciones adversas de las ciudades, tales como los niveles altos de contaminación sonora y lumínica y la baja proporción de cobertura arbórea para dar paso a edificios y carreteras, lo que causa el desplazamiento de diferentes grupos de animales, entre ellos, a las aves (MacGregor-Fors & Schondube, 2012).

Estas han sido objeto de estudio para observar los efectos de la urbanización sobre la biodiversidad, ya que al ser relativamente conspicuas y poseer una alta movilidad, se facilita la observación y toma de datos, haciéndolas el principal objeto de estudio en ecología urbana (Sandström et al., 2006; Vides-Hernández et al., 2017). Además, estas presentan relaciones particulares con las zonas urbanas, de manera que estas presentan composiciones de especies marcadamente distintas de otros ecosistemas (Bodini et al., 2012). Esto se debe a la capacidad que poseen ciertas especies para poder habitar y prosperar en estos, gracias a que su mayor afinidad a las condiciones usualmente adversas, como la alta contaminación lumínica y sonora, les otorga ventajas adaptativas por sobre aquellas que no pueden soportarlas. Las comunidades de aves en estos espacios son entonces principalmente dominadas por especies generalistas, de dietas granívoras e insectívoras (Callaghan et al., 2019; Martin-EtcheGARAY et al., 2018), capaces de aprovechar recursos particulares de las ciudades como basuras y alimentos arrojados por las

personas, además de que pueden hacer uso de superficies artificiales para percharse y ubicar sus nidos, e incluso hacer uso de materiales artificiales para construir estos (Levey & Avalos, 2025).

Esto les confiere a los parques urbanos un rol importante en la conservación de la biodiversidad de aves, al actuar como fragmentos de vegetación donde las especies nativas pueden existir dentro de la matriz urbana, gracias a que, en la gran mayoría de las ciudades, estos representan la mayor concentración de vegetación nativa y otros recursos necesarios para la supervivencia, como agua y alimento (Clavijo, 2017; Martin-Etchegaray et al., 2018). Debido a esto, es de gran importancia entender que elementos y características de los parques urbanos cumplen un papel en determinar la riqueza de especies que habitan en estos. Se han estudiado variables como la proporción de cobertura arbórea, la composición de especies de plantas y la distancia a fragmentos de bosque nativo (Almazán-Núñez et al., 2025; De Querétaro et al., 2013; Kang et al., 2015; Vides-Hernández et al., 2017) para determinar el efecto que tienen sobre la riqueza de especies de aves.

Diversos estudios han analizado el efecto de variables espaciales sobre la riqueza de aves en parques urbanos en distintas regiones del mundo (Song, 2015, 2017; Yang et al., 2020). En Colombia, análisis similares se han realizado en ciudades como Bogotá (Berget, 2006; Clavijo, 2017) y Manizales (Espitia, 2022), donde se ha encontrado que el área total de los parques y su distancia al bosque periurbano presentan una relación positiva con la riqueza y diversidad de aves. Sin embargo, este tipo de estudios aún es escaso en otras regiones del país, y particularmente, no se han desarrollado investigaciones comparables para el nororiente colombiano. En especial, para la ciudad de Bucaramanga (Santander) no existen estudios que evalúen cómo las variables espaciales de los parques urbanos se relacionan con la riqueza de aves.

Bucaramanga es una ciudad en constante crecimiento, con proyecciones que estiman que la población combinada de su área metropolitana (conformada por los cascos urbanos de Bucaramanga, Piedecuesta, Girón y Floridablanca) experimenten un crecimiento anual de 0.4% para el año 2050, situándolas como la sexta aglomeración con mayor población del país (Castro et al., 2019). Por su parte, el tráfico vehicular en la ciudad es una problemática constante, ya que a pesar de que la ciudad ha invertido extensivamente en el transporte público colectivo (Alcaldía-de-Bucaramanga, 2020), el tráfico de vehículos particulares sigue siendo alto, con alrededor de 925.000 automóviles en circulación, lo cual combinado con las vías existentes que regularmente no dan abasto con el tráfico, contribuye a las altas emisiones de contaminación auditiva de hasta 89 dB en el centro de la ciudad (Paúl Larios & Daniel García Chávez, 2019), y atmosférica, con 1.249.953 toneladas de CO₂ siendo liberadas únicamente por el sector automotriz (Beleno et al., 2021; Santos Rojas, 2019), ambos factores conocidos por sus efectos negativos sobre las poblaciones de aves (Arévalo & Newhard, 2011).

A pesar de este extensivo desarrollo urbano, Bucaramanga es popularmente conocida como la ciudad de los parques, con al menos 23 distribuidos en toda el área urbana, (AMB, 2025; Google LLC, 2025), y posee una gran diversidad de especies de aves, con hasta 466 especies registradas (eBird, 2021; Sullivan et al., 2009). Esto la hace un modelo de ciudad adecuado para observar cómo variables ambientales y espaciales tales como el área y la distancia al centro de los parques influyen en la riqueza de especies, que en ciudades como Bogotá se ha reportado que es de manera positiva a medida que estas aumentan (Berget, 2006; Clavijo, 2017; Espitia, 2022), pero no se han realizado estudios para la ciudad que analicen esta relación; hasta la fecha únicamente se ha caracterizado la diversidad de especies de aves en zonas verdes de la ciudad (Avendaño & Olaya Corzo, 2017; Cediél & Lozano-Flórez, 2021).

Este estudio busca entonces observar el efecto que tienen variables espaciales como el área y la distancia al centro de la ciudad sobre la riqueza en los parques de la ciudad de Bucaramanga, por medio de observaciones que cataloguen las especies presentes en cada parque. También se observará el efecto que tienen variables ambientales como el número de personas, perros y gatos presentes al momento del muestreo y la cantidad de plantas con frutos y flores.

El área de un parque y su distancia al centro de la ciudad han sido utilizadas por estudios previos para estimar esta relación (Chamberlain et al., 2007; Clavijo, 2017; Espitia, 2022; Martin-Etcheagaray et al., 2018; Rangel Molano et al., 2025; Yang et al., 2020). El área del parque comúnmente se relaciona con un efecto positivo sobre la riqueza, en función de que, a mayor área de una zona determinada, esta puede albergar un mayor número de hábitats, lo cual a su vez permite alojar un mayor número de especies (Chamberlain et al., 2007; Martin-Etcheagaray et al., 2018), por lo que se espera que parques con una mayor área posean una mayor riqueza de especies. Por otra parte, la distancia al centro es utilizada como una medida del grado de urbanización, por lo que se esperaría que en parques a distancias cortas del centro se vea una riqueza menor, producto de un mayor grado de urbanización y edificaciones que dificultan la dispersión de especies, mientras que en parques a mayores distancias del centro, la disminución en la urbanización daría paso a mayor cobertura arbórea nativa con la capacidad de atraer y albergar un mayor número de especies, además de facilitar el desplazamiento entre fragmentos, aumentando la riqueza (Yang et al., 2020). En este contexto, se espera entonces que estas dos variables tengan un efecto sobre la riqueza similar al propuesto en la teoría de biogeografía de islas (MacArthur & Wilson, 1967), donde los parques funcionan como islas o fragmentos de hábitat, cuya riqueza aumenta conforme su tamaño sea mayor y su distancia a los bosques nativos sea menor, un comportamiento que también se ha observado aplicado a entornos urbanos (Espitia, 2022; Yang et al., 2020).

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Comparar la composición de especies de aves en los parques de Bucaramanga y relacionarla con variables espaciales como la distancia al centro de la ciudad y tamaño del parque.

1.2. Objetivos específicos

Ubicar el centro de Bucaramanga, sus parques y filtrar los más adecuados para el estudio.

Establecer una ruta optima entre los parques para realizar observaciones en la franja horaria establecida.

Registrar las especies de aves que habitan en los parques de Bucaramanga.

Analizar la correlación entre las características de los parques y la composición de especies.

2. Competencias

- Adquirió destreza en la identificación de especies de aves urbanas sobre el terreno.
- Aprendió a analizar la relación entre la composición de especies con variables espaciales.
- Manejó programas SIG y de análisis estadístico.
- Elaboró un informe de los resultados del trabajo.

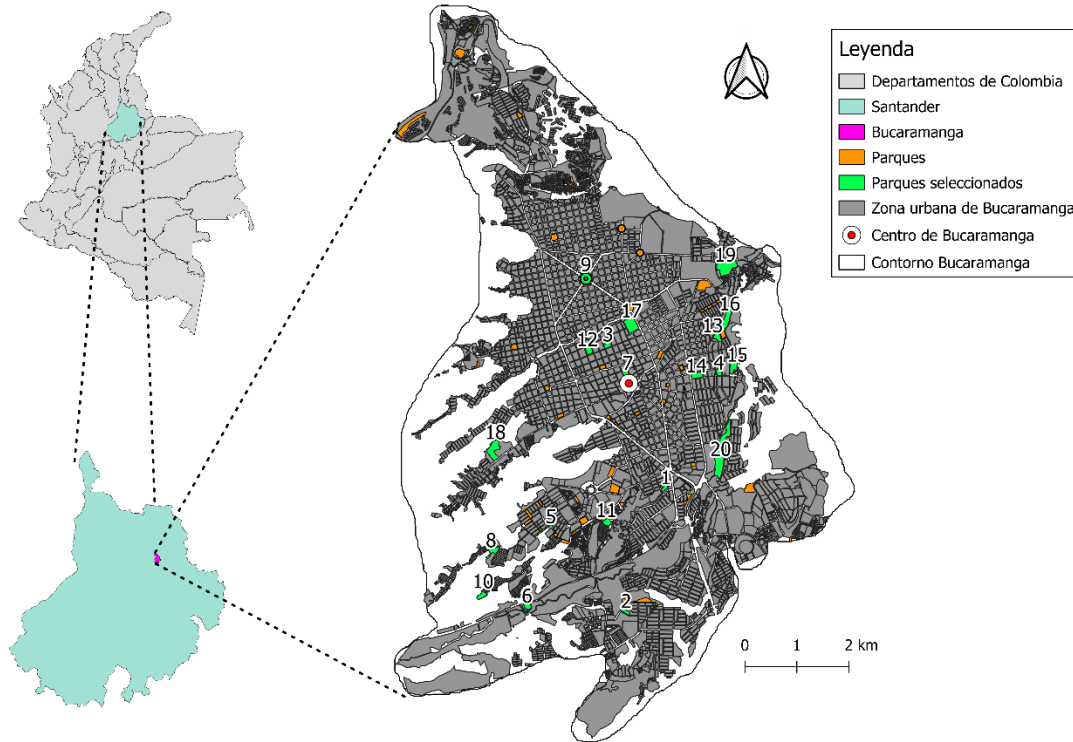
3. Metodología

3.1. Área de estudio

La ciudad de Bucaramanga se encuentra ubicada en el departamento de Santander, Colombia ($7^{\circ} 6'53.51''N - 73^{\circ} 7'26.16''W$, Fig. 1), en la vertiente occidental de la cordillera Oriental. Esta se encuentra a una altura de 959 m.s.n.m, recibe una precipitación anual promedio de 1041 mm y tiene una temperatura media de $23^{\circ}C$ (AMB, 2025). Esta es el tercer municipio en extensión de los 4 que forman el Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB) con un área de 165 km², esta representa el 15.2% del área total de la AMB, y es el más poblado con 623.881 habitantes, (AMB, 2025). La vegetación predominante de la zona pertenece a bosque seco tropical (Holdridge et al., 1978), y algunas de las especies vegetales más abundantes en las zonas urbanas son *Licania tomentosa*, *Spathodea campanulata* y *Nerium oleander* (Rojas, 2017). La gran mayoría de la vegetación se encuentra concentrada en la zona industrial del río del oro, en la comuna Norte y Nororiental, y en las zonas oriental y sur.

Figura 1

Ubicación geográfica de Bucaramanga y parques seleccionados para el estudio. El marcador rojo marca la posición del centro de la ciudad. La numeración corresponde a Tabla 1.

**3.2. Diseño de muestreo****3.2.1. Selección de los parques.**

Para cumplir con el objetivo de ubicar el centro de Bucaramanga, sus parques y filtrar los más adecuados para el estudio, se recopiló la información geográfica necesaria de los parques de Bucaramanga empleando software de información geográfica (SIG) como Google earth, Google maps y Qgis. Se utilizó la función de construcción de polígonos del software Qgis para crear un polígono que abarcara la ciudad de Bucaramanga, y la función centroide de mismo para establecer el centro de este, el cual fue utilizado como el centro de la ciudad; se usó el software de Google Maps para obtener la ubicación de los parques en la ciudad y Google

Earth para crear polígonos de cada uno, y así obtener el área, y la herramienta de medición de distancias incluida en el mismo para determinar la distancia, definida en metros, desde el centro del parque al centro de la ciudad.

Para seleccionar los parques más adecuados para el estudio, se aplicó un filtro para así reducir la selección de estos a aquellos con características comparables, como su tamaño y a un mínimo de 20 parques. Este se utilizó para dejar por fuera de la consideración a aquellos parques con un área muy pequeña, siendo el área mínima establecida como de 5.755 m², y a aquellos parques que no tenían una cobertura arbórea suficiente, esto con el objetivo de homogeneizar esta variable. Para lograr el objetivo de establecer una ruta optima entre los parques para realizar observaciones en la franja horaria establecida, durante esta fase del estudio, se determinó la ruta y orden en el que se visitarían los parques para realizar las observaciones dentro del horario de observación adecuado. Por último, no se incluyeron parques que requirieran de permisos especiales para acceder a estos (i.e: Parque del agua, Parque de mejoras públicas)

3.2.2. Observaciones de campo

Los muestreos se realizaron entre el 19 de marzo de 2025 y 16 de abril de 2025, evitando días de lluvia para prevenir alteraciones en la actividad de las aves que pudieran alterar la riqueza observada (Canedoli et al., 2018). Las observaciones empezaron desde la salida del sol a las 6:00 AM, hasta las 8:30 AM, que corresponde a la franja horaria en las que las aves presentan mayor actividad y cuando la iluminación es suficiente para poder detectarlas (Camacho-Cervantes et al., 2018). Se realizaron 2 observaciones en cada uno de los parques seleccionados durante 15 minutos, cada una en días separados y empleando diferentes métodos

de observación: La primera visita utilizó el método de puntos de conteo de radio limitado, en las que se registraron todas las aves observadas y escuchadas desde un punto ubicado en el centro del parque en un radio de 50 m (MacGregor-Fors, 2022), mientras que durante la segunda visita, realizada en un día diferente, la diferencia fue el registro de las especies observadas a medida que se recorrió el parque a una velocidad constante por sus caminos designados. Previo a estas observaciones, se realizaron una serie de pre-salidas a cada parque, esto con el objetivo de estandarizar la metodología de muestreo, verificar que se ajusta adecuadamente a todos los parques para evitar errores a la hora del muestreo y ubicar los puntos más adecuados para realizar las observaciones.

Durante las observaciones, se empezaba por esperar en un punto durante 2 minutos para acostumbrar a las aves a la presencia del observador. Durante este tiempo se tomó registro de la cantidad de personas, perros y gatos que se encontraban dentro del parque, y de la cantidad de plantas con flores y frutos. Una vez finalizados los 2 minutos iniciales, se tomó nota de las especies de aves que interactuaran activamente con elementos dentro de los límites del parque, como perchando en la vegetación o cables, forrajeando o anidando, esto por 15 minutos (Almazán-Núñez et al., 2025; Escobar Ibáñez et al., 2020), y estas se identificaron tanto por observación utilizando binoculares Bushnell 10X42, como por su canto, lo cual incluye identificación por parte del observador, como la utilización de la función de identificación de cantos de merlín (Chu, 2012). Aquellas especies que no se encontraran dentro de los límites del parque fueron excluidas de los análisis, junto con aquellas que se identificaran ya terminados los 15 minutos de observación mientras se salía del parque. Se tomo nota de la identificación de cada especie para diferenciar si esta se hizo únicamente por medio visual, de canto o ambos. Por último, una vez finalizados las observaciones, se tomaron fotografías del

área alrededor del punto de observación, para así tener en cuenta la composición florística durante la fase de análisis de datos. Las 3 horas de observación de entrenamiento realizadas durante las pre-salidas, sumadas a las 12 horas de observación durante la toma de datos permitieron adquirir destreza para la correcta identificación de aves de las zonas urbanas de Bucaramanga.

Vale la pena mencionar que, debido a las condiciones de inseguridad presentes al momento de realizar las observaciones en el parque Centenario, se decidió por no visitar este una segunda vez, por lo que se dejó por fuera del estudio. Similarmente, debido a que el parque Carlos Enrique Virviescas se encontraba en labores de mantenimiento durante la fase de observación del estudio, no realizaron registros en este, por lo que también se dejó por fuera del estudio

3.2.3. *Análisis estadísticos*

Primero se usó la prueba de signos de Wilcoxon, que permite probar si las diferencias en la riqueza observada empleando las dos metodologías en cada uno de los parques son significativas, y a razón de que no lo fueron (ver resultados) se usaron todas las especies registradas en ambas visitas como valor de riqueza de cada parque. Para analizar el efecto que tienen las características de los parques (i.e., área, distancia al centro de la ciudad, número de personas, perros, gatos y plantas con flores y frutos) sobre la composición de especies, se realizó un análisis de Escalamiento multidimensional no-métrico (NMDS) utilizando el índice de disimilaridad de Jaccard, el cual además permite visualizar la similaridad en composición de especies de los parques, y se utilizó la función *envfit* para realizar el ajuste de las variables ambientales al modelo resultante. Por último, el modelo lineal generalizado (GLM) utilizando

la distribución de error de poisson permite observar si las variables espaciales y ambientales influyen significativamente sobre la riqueza de especies y la proporción de esta de la que son responsables. También se implementó la correlación de Spearman para determinar si el área tiene una relación significativa con la riqueza de especies.

Para todos los análisis se empleó el programa de análisis estadístico R versión 4.5.1 (R Core Team, 2024), y en el caso de NMDS y el ajuste de variables ambientales (envfit), se utilizó el paquete de ecología de comunidades vegan versión 2.7-1 (Oksanen et al., 2022), mientras que para la prueba de signos de Wilcoxon, se utilizó el paquete de estadísticos BDSA versión 1.2.2. Debido a que el NMDS necesita el uso de los datos en forma de matriz de presencia-ausencia de especies en cada parque, la transformación de esta se llevó a cabo utilizando el mismo software R.

4. Resultados:

4.1. Observaciones de campo

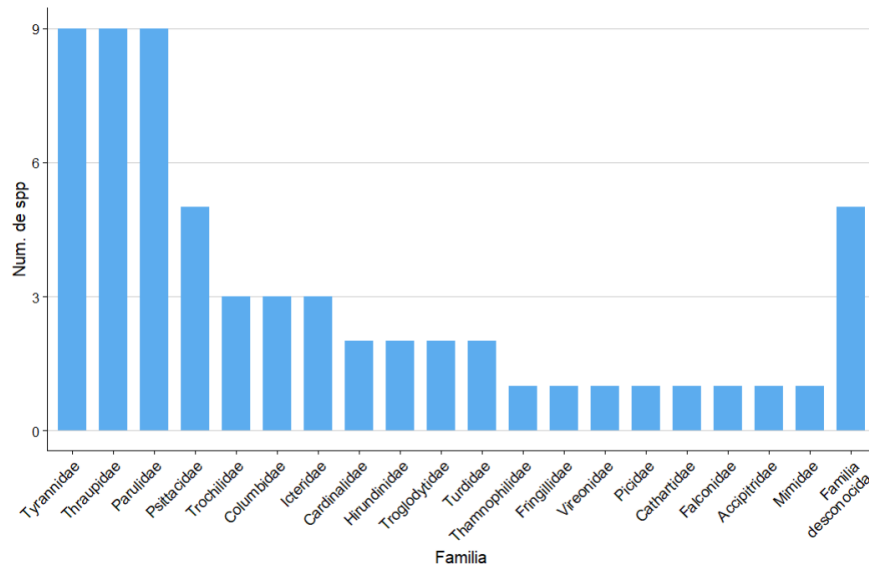
Aunque en promedio se observaron ligeramente más especies en la segunda visita a cada parque (10.9 de media en la primera visita y 11.6 en la segunda), la prueba de signos de Wilcoxon muestra que las diferencias entre la riqueza de especies observadas entre ambas metodologías no son significativas ($p = 0.6072$).

Para cumplir con el objetivo establecido de registrar las especies de aves en los parques de Bucaramanga, se hicieron en total 36 visitas a 18 parques, en las que se hizo registro de 68 especies, distribuidas en 19 familias y 8 órdenes (Figura 2). Entre las especies más frecuentemente observadas, se encuentran *Columbina talpacoti* (33 observaciones), *Thraupis episcopus* (31),

Tyrannus melancholicus (26), *Campylorhynchus griseus* (20) y *Brotogeris jugularis* (18). Se observaron (5) individuos que no pudieron ser identificados con precisión a nivel de especie, pero al corresponder a un taxón diferente de los registrados con éxito, se incluyeron como parte de la riqueza del parque donde se registraron.

Figura 2

Número de especies por familia



El parque con mayor número de especies fue el bosque encantado, con 24 especies observadas (34.78%), seguido de La Flora y La Vida con 21 especies cada uno (30.43%), mientras que el parque con el menor número de especies fue Antonia Santos con 10 especies (14.5%) (Tabla 1). La composición de especies de parques más cerca del centro está conformada en su mayoría por explotadoras urbanas, conocidas por su amplia distribución y adaptabilidad a condiciones propias de zonas urbanas, así como su alta capacidad de aprovechar alimento desechado y comederos de aves (Clavijo, 2017; Spennemann & Watson, 2017) (*Columba livia*, *Columbina talpacoti*, *Tyrannus melancholicus*, *Amazilia tzacatl*, *Pyrocephalus rubinus*), mientras que a

medida que aumenta la distancia al centro se observan especies comúnmente asociadas al interior del bosque (*Stilpnia cyanicollis*, *Myiothlypis fulvicauda*) (Berget, 2006).

Tabla 1

*Conteo de especies observadas por parque. Los números corresponden al orden mostrado en Figura 1. *Debido a que solamente se pudo realizar una visita al parque Centenario, no se incluyeron sus resultados y se dejó por fuera de los análisis.*

Localidad	Área (m ²)	Distancia al centro (m)	Especies visita 1	Especies visita 2	Especies totales
1 La ceiba	5755	1602	15	13	19
2 Fontana real	6289	3308	11	9	15
3 Antonia Santos	6469	627	7	7	10
4 Los Sarrapios	6673	1316	13	9	17
5 Las ardillas	7141	2441	11	15	19
6 El bueno	7859	3532	6	12	13
7 Simón Bolívar	7946	144	8	8	11
8 Prados del mutis	7986	3136	7	9	11
9 San Francisco	9098	1638	11	9	14
10 Las Nacumas	9127	3721	9	11	16
11 Los Canelos	9365	2030	15	13	19
12 Centenario*	10057	747	0	0	0
13 Los leones	11832	1440	8	12	16
14 San Pio	12802	975	9	13	15
15 Carlos Enrique Virviescas	16414	1525	0	0	0
16 Bosque encantado	20516	1666	15	18	24
17 Los niños	30432	845	11	12	16
18 La vida	31677	2205	13	16	21
19 Morrórico	54504	2194	12	12	18
20 La flora	80460	1684	16	10	21
Total de especies Únicas					68

4.2. Análisis estadísticos

El análisis de GLM determinó que ninguna de las variables espaciales o ambientales son determinantes significativas de la riqueza observada en los parques, sin embargo, este mostró que la riqueza tiene una relación positiva con el área y negativa con la distancia al centro de la ciudad (Tabla 2), y similarmente, la correlación de Spearman determinó que tampoco existe una relación

significativa entre el área y la riqueza ($p = 0.06407$). A pesar de esto, cabe resaltar que la segunda y tercera riquezas más altas se observaron en los parques la flora y la vida (21), los cuales se encuentran entre los 3 parques con mayor área, mientras que las más baja se observó en Antonia santos (10), que es el parque más cercano al centro de la ciudad.

Tabla 2

Resultados de GLM realizado entre la riqueza de especies y las variables ambientales

	<i>Estimate</i>	<i>Std. Error</i>	<i>z value</i>	<i>Pr (> z)</i>	
(Intercept)	2.81e+00	3.83E-01	7.345	2.06E-13	***
Área	4.91e-06	3.89E-06	1.266	0.206	
Distancia centro	-4.38e-05	1.02E-04	-0.432	0.666	
Personas	-1.88e-02	1.25E-02	-1.502	0.133	
Perros	4.02e-02	2.61E-02	1.542	0.123	
Gatos	-7.70e-02	2.12E-01	-0.363	0.717	
Frutos	1.31e-02	2.49E-02	0.529	0.597	
Flores	1.12e-02	8.27E-03	1.364	0.172	
Significancia:	0 ‘***’	0.001 ‘**’	0.01 ‘*’	0.05 ‘.’	0.1 ‘ ’ 1

El análisis de NMDS obtuvo un valor de estrés de 0.181, lo cual se considera aceptable, y no corre el riesgo de provocar errores de interpretación de las gráficas (Cediél & Lozano-Flórez, 2021; Dexter et al., 2018). El ajuste de variables ambientales reveló que el área ($p > 0.038$ $r^2 = 0.33$), la distancia al centro ($p > 0.002$ $r^2 = 0.51$), el número de personas ($p > 0.01$ $r^2 = 0.45$) y el número de flores tuvieron una relación significativa con la composición de especies observada. Las demás variables ambientales no mostraron valores significativos.

Esto puede observarse representado en la gráfica de NMDS (**Figura 3**), donde la diferencia en la composición de especies de los parques es representada por la distancia entre los puntos que los representan, por lo que dos puntos cercanos tendrán una composición de especies más similar

que dos puntos que se encuentren alejados. Esta muestra como valores positivos en el eje NMDS1 y negativos en NMDS2 representan parques de mayor área y con un alto número de flores, mientras que valores positivos en ambos ejes representan parques con mayor distancia al centro de la ciudad y valores negativos en ambos ejes representan parques con mayor número de personas (**Tabla 3**).

También se puede apreciar como los parques se asemejan en su composición de especies de acuerdo a las variables espaciales y ambientales, que son representadas por las flechas y la dirección en que apuntan. Parques más alejados del centro de la ciudad, como El Bueno (3.532 m) y Prados del Mutis (3.136 m) se ubican al extremo de la dirección señalada por la distancia al centro en **Tabla 3**, y especies en común entre estos como *Euphonia laniirostris* y *Melanerpes rubricapillus* parecen ser las responsables de este agrupamiento. Esto también se observa en el sentido opuesto, con los dos parques más cerca al centro, Simón Bolívar (144 m) y Antonia Santos (627 m), ubicándose cerca el uno del otro en la gráfica debido a que comparten 5 especies, *Columbina talpacoti*, *Setophaga petechia*, *Columba livia*, *Tyrannus melancholicus* y *Thraupis episcopus*. Curiosamente, estas también se observaron en el parque San Francisco, y son la razón de que se encuentre cerca de estos en la gráfica, a pesar de que se encuentra considerablemente más alejado del centro de la ciudad (1.638 m), pero similar a estos, en medio de un barrio bastante urbanizado.

Figura 3

NMDS de la composición de especies en los parques de acuerdo con las variables espaciales y ambientales con índice de disimilaridad de Bray Curtis.

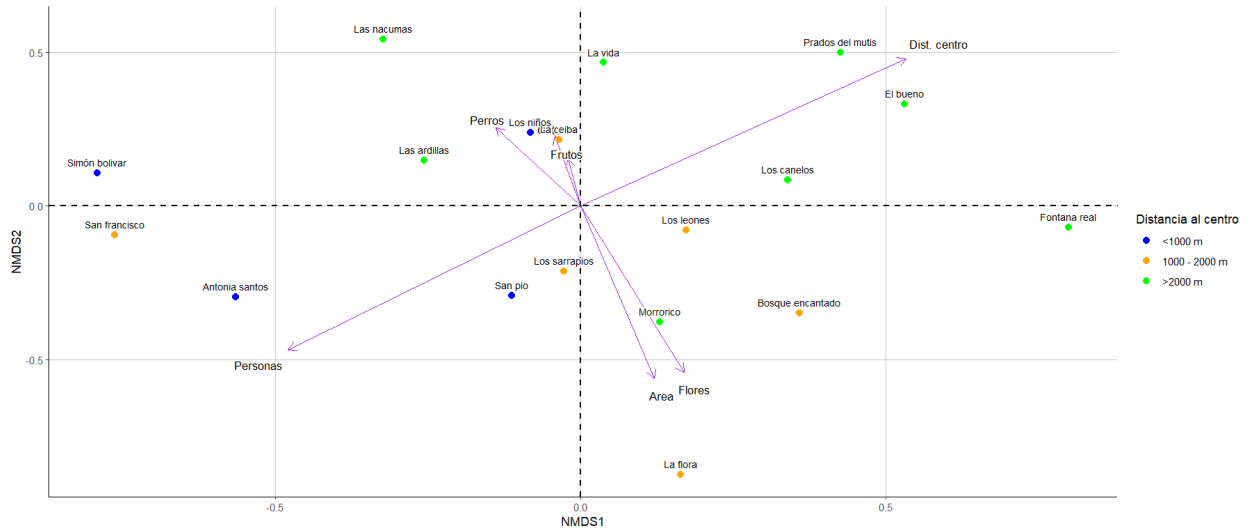


Tabla 3

Ajuste de variables espaciales y ambientales al NMDS

	NMDS1	NMDS2	r ²	Pr(>r)	
Área	0.21051	-0.97759	0.3302	0.041	*
Distancia centro	0.74245	0.66990	0.5157	0.006	**
Personas	-0.71418	-0.69996	0.4509	0.09	**
Perros	-0.47698	0.87892	0.0846	0.525	
Gatos	-0.18459	0.98281	0.0535	0.657	
Frutos	-0.13644	0.99065	0.0241	0.851	
Flores	0.29814	-0.95452	0.3232	0.043	*
Significancia:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ' ' 1

Similarmente, se observa como el parque Antonia Santos es el parque con más transeúntes (30 personas) y es el punto más alejado en la dirección señalada por esta variable, mientras que en el extremo contrario se encuentran los parques Prados del Mutis (7) y El Bueno (1), con los valores más bajos de entre todos los parques. Por último, tanto el número flores como el área señalan en la misma dirección, lo cual puede deberse a que el parque La Flora posee tanto la mayor área

(80.460 m²) como el mayor número de flores (40) de entre todos los parques; sin embargo, en la dirección contraria se ubican los parques La Ceiba (5.755), el más pequeño de todos, y Las Ardillas (7.141), por lo que el área parece tener mayor influencia sobre esta dirección que el número de plantas con flores (15 y 7 respectivamente).

5. Discusión

Los resultados obtenidos a partir de los análisis estadísticos revelan que la riqueza de especies de aves de los parques de Bucaramanga no es influenciada de manera significativa por ninguna de las variables espaciales o ambientales utilizadas en este trabajo, lo cual puede deberse a una insuficiente cantidad de observaciones por parque. Sin embargo, estos revelan que la composición de especies sí tiene una relación significativa con la distancia al centro, el área, el número de personas y de plantas con flores, lo cual puede atribuirse a que estas variables tienen la capacidad de atraer ciertas especies de aves, como en el caso de la distancia al centro de la ciudad, el área y el número de flores, ya que estas representan condiciones propicias para especies sensibles a la urbanización y que se alimentan principalmente de flores, respectivamente (Berget, 2006; Clavijo, 2017), o de limitar las especies, como el número de personas, que representan un obstáculo para especies no acostumbradas a su presencia (Camacho-Cervantes et al., 2018; Eddajjani et al., 2024), por lo que parques con valores similares en estas variables compartirán ciertas especies.

A pesar de que se utilizaron dos metodologías de muestreo diferentes en cada uno de los parques seleccionados, cada una representando diferentes esfuerzos de muestreo, no se observaron diferencias significativas en la riqueza observada con cada uno, como han reportado otros estudios (Taulman, 2013). Debido a que, en este caso, el uso de las dos metodologías resultó complementario para el desarrollo de las competencias de observación de aves, y que el enfoque

de este estudio es la riqueza, se combinaron los datos obtenidos con cada método. En total se observaron 68 especies de aves distintas, lo que representa el 56% de las 123 especies de aves registradas por Cediel & Lozano-Flórez (2021) en su trabajo realizado en el AMB, el 14.8% de las 466 especies registradas para la ciudad de Bucaramanga en la plataforma eBird (Sullivan et al., 2009). La riqueza detectada en este estudio está en el rango de riquezas en estudios similares realizados en otras ciudades de Colombia como Bogotá que han reportado 59 y 23 especies y en Manizales 139 (Berget, 2006; Clavijo, 2017; Espitia, 2022). Sin embargo, las especies observadas para este estudio representan únicamente a los parques de la ciudad de Bucaramanga, mientras que el estudio de Cediel & Lozano-Flórez (2021) incluye zonas verdes no solo en Bucaramanga, sino en Girón y Floridablanca.

5.1. Efecto de las variables espaciales y ambientales sobre la riqueza de especies

Puede que el efecto de la distancia al centro de la ciudad sobre la riqueza no sea el esperado (Sandström et al., 2006), que es que la disminución de la urbanización a medida que se aleja de este centro, conlleve a un aumento de la proporción de la cobertura vegetal y por lo tanto la facilidad con la que las aves pueden encontrar hábitats propicios y fuentes alimento (Silva et al., 2015b). En realidad, la riqueza en realidad alcanza su pico máximo a niveles intermedios de urbanización (Blair, 1996; Clergeau et al., 2001; Escobar Ibáñez et al., 2020; MacGregor-Fors & Schondube, 2011; Silva et al., 2015) en respuesta al aumento en la heterogeneidad de hábitat, que por consiguiente aumenta la disponibilidad de recursos como el alimento, espacios de anidamiento, percha y agua, además de que las personas que viven en estas zonas de la ciudad comúnmente disponen de estos recursos para las aves con propósitos recreativos u ornamentales, aumentando todavía más la oferta de recursos (Carbó-Ramírez & Zuria, 2011; Clergeau et al., 2001; MacGregor-Fors & Schondube, 2011; Martin-Etcheagaray et al., 2018; Silva et al., 2015).

De la misma manera, el que no se observara una relación significativa entre la riqueza de especies y el área va en contra de la literatura, la cual respalda que esta relación si existe y es positiva (Carbó-Ramírez & Zuria, 2011). Esta explica que entre mayor sea el área total del espacio, ya sea un parque o fragmento de bosque, estos pueden albergar un mayor número de hábitats (Berget, 2006; Chamberlain et al., 2007; Fernández-Juricic, 2000; Kang et al., 2015; Yu et al., 2012), lo que permite que existan una mayor variedad de recursos y que la oferta estos también aumente, lo que lleva a que se vean atraídas especies de aves independientemente de sus diversas necesidades. Además, esta mayor capacidad de albergue aumenta la probabilidad de que especies raras puedan llegar a estos parques, que de otra manera no se verían atraídos a otros más pequeños, aumentando así aún más la riqueza (Yang et al., 2020).

La medida de la distancia al centro es utilizada como proxy del grado de urbanización en varios trabajos (Almazán-Núñez et al., 2025; MacGregor-Fors et al., 2017), en la que a distancias cortas, la alta urbanización provoca una disminución en la diversidad de especies, por lo que se espera que parques ubicados a estas distancias posean una baja riqueza, y a mayores distancias, se espera que ocurra lo contrario, que la urbanización y la interferencia humana disminuyan, pero que la proporción de bosques nativos aumente, llevando a un aumento de la riqueza (Almazán-Núñez et al., 2025; MacGregor-Fors & Ortega-Álvarez, 2011; Yang et al., 2020). La ausencia de relación significativa entre la distancia al centro y la riqueza obtenida en este estudio puede atribuirse a que la posición del punto escogido para este estudio puede no ser un proxy preciso de la urbanización, por lo que futuros estudios deberían considerar el contexto histórico de la ciudad y utilizar el centro de expansión de esta para calcular la distancia al centro.

Puede que la causante de la riqueza observada sea la falta de consideración de ciertas variables que también pueden tener un efecto sobre la riqueza (Vides-Hernández et al., 2017),

como los niveles de ruido a causa de los autos, la distancia a cuerpos de agua, carreteras y al borde de la ciudad. Esta última es una alternativa a la distancia centro de la ciudad utilizada en este trabajo, (MacGregor-Fors & Ortega-Álvarez, 2011) al ser utilizada similarmente como una medida del grado de urbanización, pero una que podría ser más precisa, al disminuir el sesgo causado por la forma irregular de la ciudad de estudio. En el caso de Bucaramanga, que presenta una mayor distancia desde el centro al borde de la ciudad en el sentido norte-sur que de este-oeste (Figura 1), causa que algunos parques estén situados a distancias similares del centro, pero a distancias radicalmente distintas del borde de la ciudad, por lo que se encuentran en distintos niveles de urbanización (MacGregor-Fors & Ortega-Álvarez, 2011).

La cantidad de replicas por parque implementada en este trabajo puede estar influenciando los análisis estadísticos, ya que una cantidad insuficiente puede provocar que estos no representen adecuadamente la varianza en la riqueza y composición de especies. Por lo tanto, futuros estudios deberían considerar implementar curvas de rarefacción para establecer si el número de replicas realizadas son suficientes para catalogar de manera representativa la riqueza de los parques (Berget, 2006; Cediél & Lozano-Flórez, 2021; Clavijo, 2017; MacGregor-Fors & Ortega-Álvarez, 2011; MacGregor-Fors & Schondube, 2011), y realizar más en caso de que no sean suficientes (Cristaldi et al., 2023; Hurlbert, 2004).

5.2. Efectos de las variables espaciales y ambientales sobre la composición de especies

La similitud entre parques de acuerdo a la distancia al centro puede atribuirse al cambio en la disponibilidad de ciertos recursos a medida que se adentra en la matriz urbana. Debido a la disminución en la densidad de vegetación y de la disponibilidad de ciertos recursos, se provoca un

seccionamiento en las especies de aves que habitan en los parques, ya que aquellas de hábitos generalistas que poseen la capacidad de residir en estos parques más cerca al centro se verán atraídas en mayor proporción, tales como *Columba livia* y *Columbina talpacoti* (Berget, 2006; Clavijo, 2017), gracias a su alta capacidad para adaptarse al entorno urbano (Spennemann & Watson, 2017), en contraste a especies como *Stilpnia cyanicollis* y *Forpus conspicillatus*, conocidas por su estrecha relación a los bosques y su baja tolerancia a la urbanización hasta el punto de ser catalogadas como evasoras urbanas, (Chamberlain et al., 2007; Dale, 2018; Garizábal-Carmona et al., 2024) lo que explicaría por qué estas especies solo se observaron en parques a más de 1.9 Km del centro en este estudio.

Mientras tanto, la similitud de la composición de especies en función del área puede deberse a una estrecha relación entre esta y la distancia a los bosques del borde. Parques como la Flora, Morrórico y el Bosque encantado son de los más grandes en la ciudad, lo cual puede deberse precisamente a su ubicación en la extrema periferia de la ciudad, y que se encuentran esencialmente inmersos en los bosques y zonas de menor urbanización que son más comunes en esta zona, lo que explica como estos comparten especies típicas de este tipo de hábitats como *Coereba flaveola* (H., 1965; Park & Lee, 2000).

La asociación significativa entre la cantidad de plantas con flores y la similitud en la composición de especies puede atribuirse a razones similares a las mencionadas anteriormente para la riqueza, que es que estas atraen tanto a especies de aves que se alimentan de su néctar como *Coereba flaveola* y *Amazilia tzacatl*, las cuales se observaron en algunos de los parques con mayor número de flores, pero también a especies que a primera vista no tienen asociaciones a estas, como *Tyrannus melancholicus*, *Myiozetetes cayanensis* y *Pitangus sulphuratus*, pero es debido a un efecto indirecto. Grandes cantidades de insectos polinizadores se ven atraídos por la abundancia

de flores y de vegetación en general atraen a su vez a especies de aves cuyas dietas consisten principalmente de estos insectos que atrapan durante el vuelo (Fernández-Juricic, 2002; Martins-Oliveira et al., 2012; Sardinha & Sainz-Borgo, 2016).

Un patrón similar puede observarse en el número de personas, lo cual puede atribuirse a la tolerancia de las especies de ser perturbadas por personas, ya que su circulación significa que los periodos de forrajeo se ven interrumpidos y los espacios disponibles para llevar a cabo esta actividad se limitan a las pocas áreas donde no transiten con frecuencia (Camacho-Cervantes et al., 2018; Eddajjani et al., 2024). Esto lleva a que parques con alto flujo de transeúntes estén compuestos en su mayoría por especies de alta tolerancia como *Columbina talpacoti*, mientras que los parques con escasa presencia de personas se componen de las especies menos tolerantes, ya que en estos pueden llevar a cabo sus funciones vitales (Fernández-Juricic, 2002).

Futuros estudios deberían considerar implementar el análisis de similaridad (ANOSIM), como otra manera de estimar la similaridad en la composición de las comunidades de aves de los parques y así complementar los análisis del NMDS.

6. Conclusión

Aunque variables como el área y la distancia al centro no tienen un efecto significativo sobre la riqueza de especies de los parques de Bucaramanga, estas sí juegan un papel importante sobre la composición de especies, junto a el número de transeúntes y de plantas con flores en el parque. En base a esto, sería aconsejable que futuros proyectos de desarrollo urbano que tengan como objetivo minimizar el impacto de estos sobre la biodiversidad de aves, planifiquen la construcción de áreas verdes cerca de la periferia de la ciudad y con la mayor área posible, ya que estas características se encuentran asociadas a la presencia de especies nativas y de borde de

bosque, que de otra manera se verían desplazadas por las hostiles condiciones de la ciudad. La planificación de estas áreas verdes también debería tener en cuenta el diseño dentro de estas de zonas donde los transeúntes no puedan circular, para evitar que su presencia perturbe los hábitos de forrajeo de las aves, además de amplios espacios verdes, esto con el objetivo de aumentar la proporción de plantas con flores y aprovechar el efecto que tienen este en atraer especies de aves que se asocian a estas.

Futuros estudios deberían considerar utilizar la distancia a los bosques de la periferia en lugar de la distancia al centro para evitar posibles sesgos causados por la forma irregular de la ciudad de estudio, como es el caso de Bucaramanga. Estos también deberían considerar la composición de especies vegetales en los parques, esto con el objetivo de observar si existe una relación entre ciertas especies de plantas y aves (Chace & Walsh, 2006; Sandström et al., 2006).

Referencias Bibliográficas

- Almazán-Núñez, R., Alvarez-Alvarez, E., Poblete-López, D., Rodríguez-Godínez, R., & Sierra-Morales, P. (2025). Local and landscape drivers of bird community shifts in urban parks in a neotropical city. *Acta Biologica Colombiana*, *30*, 105–120.
- Avendaño, J. E., & Olaya Corzo, C. M. (2017). Colores al vuelo : registro de aves en campus de la universidad industrial de santander . In *colores al vuelo : registro de aves en campus de la universidad industrial de santander*. UIS. Division de Publicaciones.
- Berget, C. (2006). Efecto del tamaño y de la cobertura vegetal de parques urbanos en la riqueza y diversidad de la avifauna de Bogotá, Colombia. *Gestión y Ambiente*, *9*, 45–60.
- Blair, R. (1996). Land Use and Avian Species Diversity Along an Urban Gradient. *Ecological Applications*, *6*. <https://doi.org/10.2307/2269387>
- Bodini, A., Bondavalli, C., & Allesina, S. (2012). Cities as ecosystems: Growth, development and implications for sustainability. *Ecological Modelling*, *245*, 185–198. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2012.02.022>
- Borcard, D., Gillet, F., & Legendre, P. (2011). Numerical Ecology With R. In *Numerical Ecology with R* (Vol. 17). <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7976-6>
- Callaghan, C. T., Major, R. E., Wilshire, J. H., Martin, J. M., Kingsford, R. T., & Cornwell, W. K. (2019). Generalists are the most urban-tolerant of birds: a phylogenetically controlled analysis of ecological and life history traits using a novel continuous measure of bird responses to urbanization. *Oikos*, *128*(6), 845–858. <https://doi.org/10.1111/OIK.06158>
- Camacho-Cervantes, M., Ojanguren, A. F., & MacGregor-Fors, I. (2018). Birds from the burgh: bird diversity and its relation with urban traits in a small town. *Journal of Urban Ecology*, *4*(1), juy011. <https://doi.org/10.1093/jue/juy011>
- Carbó-Ramírez, P., & Zuria, I. (2011). The value of small urban greenspaces for birds in a Mexican city. *Landscape and Urban Planning*, *100*(3), 213–222. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.12.008>
- Cediell, F., & Lozano-Flórez, A. J. (2021). Aves urbanas en zonas verdes del área metropolitana de Bucaramanga, Santander, Colombia: Urban birds in green zones of the metropolitan area of Bucaramanga, Santander, Colombia. *Ornitología Colombiana*, *(18)*, 1–20. <https://doi.org/10.59517/oc.e381>

- Chamberlain, D. E., Gough, S., Vaughan, H., Vickery, J. A., & Appleton, G. F. (2007). Determinants of bird species richness in public green spaces. *Bird Study*, 54(1), 87–97. <https://doi.org/10.1080/00063650709461460>;WGROU:STRING:PUBLICATION
- Clavijo, 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*. <http://hdl.handle.net/10554/34421>
- Clergeau, P., Jokimäki, J., & Savard, J. P. L. (2001). Are urban bird communities influenced by the bird diversity of adjacent landscapes? *Journal of Applied Ecology*, 38(5), 1122–1134. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2664.2001.00666.X>;ISSUE:ISSUE:DOI
- Cristaldi, M. A., Godoy, I. N., & Leveau, L. M. (2023). Responses of Urban Bird Assemblages to Land-Sparing and Land-Sharing Development Styles in Two Argentinian Cities. *Animals*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/ani13050894>
- Dale, S. (2018). Urban bird community composition influenced by size of urban green spaces, presence of native forest, and urbanization. *Urban Ecosystems*, 21(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s11252-017-0706-x>
- De Querétaro, S., Santiago De Querétaro, M., & Alejandro Malagamba-Rubio Ian MacGregor-Fors Rubén Pineda-López, M. (2013). Comunidades De Aves En Áreas Verdes De La Ciudad De Santiago De Querétaro, México. In *Ornitología Neotropical* (Vol. 24).
- Dong, Y., Cai, J., Dong, W., Wang, N., & An, Q. (2025). The impact of Urban residential areas on bird diversity: A case study from Harbin, Northeast China. *Habitat International*, 163, 103463. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2025.103463>
- Eddajjani, A., Hanane, S., Hamza, F., Agharroud, K., El Kandry, A., & Qninba, A. (2024). Assessing the importance of landscape, anthropogenic and spatial factors in predicting urban nesting sites: the Columbidae of the city of Rabat (Morocco) as a case study. *Journal of Urban Ecology*, 10(1). <https://doi.org/10.1093/jue/juae012>
- Escobar Ibáñez, J., Rueda-Hernández, R., & MacGregor-Fors, I. (2020). The Greener the Better! Avian Communities Across a Neotropical Gradient of Urbanization Density. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.500791>
- Espitia, M. C. (2022). *Diversidad y composición del ensamblaje de aves en zonas urbanas y periurbanas de la ciudad de Manizales, Andes Centrales de Colombia* [Universidad de Caldas]. <https://repositorio.ucaldas.edu.co/handle/ucaldas/18130>

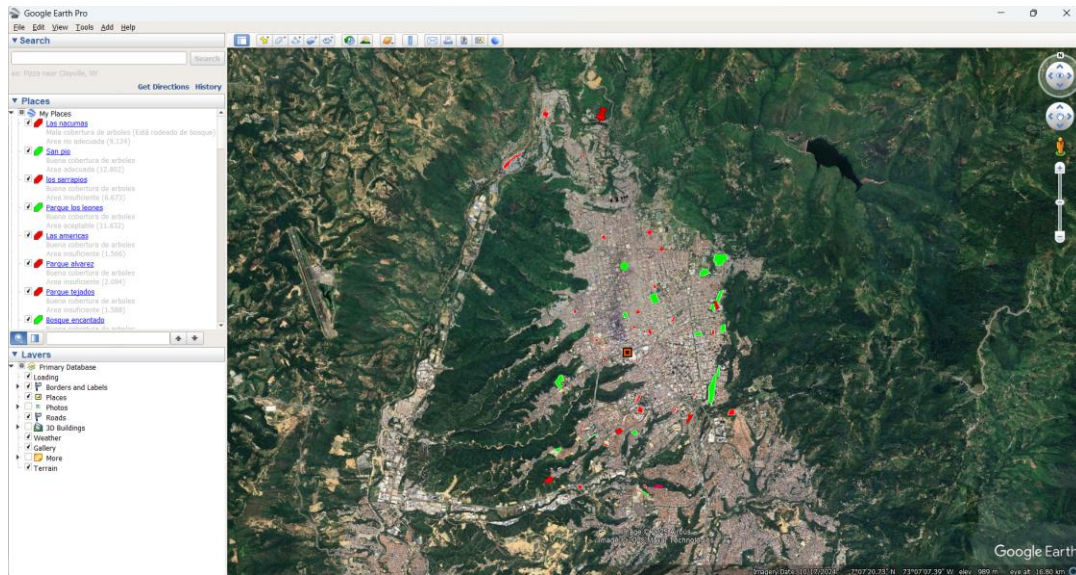
- Fernández-Juricic, E. (2002). Can human disturbance promote nestedness? A case study with breeding birds in urban habitat fragments. *Oecologia*, *131*(2), 269–278. <https://doi.org/10.1007/s00442-002-0883-y>
- Garizábal-Carmona, J. A., Betancur, J. S., Montoya-Arango, S., Franco-Espinosa, L., & Mancera-Rodríguez, N. J. (2024). Categorizing urban avoiders, utilizers, and dwellers for identifying bird conservation priorities in a Northern Andean city. *Frontiers in Ecology and Evolution*, *12*, 1432340. <https://doi.org/10.3389/fevo.2024.1432340>
- H., J. (1965). Notas sobre el comportamiento del Colibrí Coli-rojo (*Amazilia tzacatl*) y el Mielero (*Coereba flaveola*), en Colombia. *El Hornero*, *10*, 247–250. <https://doi.org/10.56178/eh.v10i3.1320>
- Hernández Avendaño, P., Peñuela-Díaz, G., & Cogollo, J. E. (2022). Uso de hábitat y análisis preliminar de la dieta del periquito bronceado *Brotogeris jugularis* en un paisaje rural del piedemonte llanero colombiano. *Intropica*, 37–46. <https://doi.org/10.21676/23897864.4071>
- Hurlbert, A. H. (2004). Species-energy relationships and habitat complexity in bird communities. *Ecology Letters*, *7*(8), 714–720. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00630.x>
- Kang, W., Minor, E. S., Park, C.-R., & Lee, D. (2015). Effects of habitat structure, human disturbance, and habitat connectivity on urban forest bird communities. *Urban Ecosystems*, *18*(3), 857–870. <https://doi.org/10.1007/s11252-014-0433-5>
- Legendre, P., Oksanen, J., & ter Braak, C. J. F. (2011). Testing the significance of canonical axes in redundancy analysis. *Methods in Ecology and Evolution*, *2*(3), 269–277. <https://doi.org/10.1111/J.2041-210X.2010.00078.X>;PAGEGROUP:STRING:PUBLICATION
- Levey, D., & Avalos, G. (2025). *Active nest of a Rufous-tailed hummingbird (Amazilia tzacatl) largely made of plastic*. *29*, 24–30.
- MacArthur, R. H., & Wilson, E. O. (1967). *The Theory of Island Biogeography* (REV- Revised). Princeton University Press. <http://www.jstor.org/stable/j.ctt19cc1t2>
- MacGregor-Fors, I., & Ortega-Álvarez, R. (2011). Fading from the forest: Bird community shifts related to urban park site-specific and landscape traits. *Urban Forestry & Urban Greening*, *10*(3), 239–246. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ufug.2011.03.004>

- MacGregor-Fors, I., Quesada, J., Lee, J. G.-H., & Yeh, P. J. (2017). Space invaders: House Sparrow densities along three urban-agricultural landscapes. *Avian Conservation and Ecology*, 12(2), art11. <https://doi.org/10.5751/ACE-01082-120211>
- MacGregor-Fors, I., & Schondube, J. (2012). Urbanizing the wild: Shifts in bird communities associated to small human settlements. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2012.2.982>
- MacGregor-Fors, I., & Schondube, J. E. (2011). Gray vs. green urbanization: Relative importance of urban features for urban bird communities. *Basic and Applied Ecology*, 12(4), 372–381. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.baae.2011.04.003>
- Martin-Etchegaray, A., Esquivel Mattos, A., & Gustafson, A. (2018). Estructura de las comunidades de aves de cuatro áreas verdes de la ciudad de Asunción, Paraguay Structure of Bird Communities of Four Green Areas of the City of Asunción, Paraguay Consejo Editorial: Asistente. *Ciencias Ambientales*, 52. <https://doi.org/10.15359/rca.52-2.11>
- Martins-Oliveira, L., Leal-Marques, R., Nunes, C., Franchin, A., & Jr, O. (2012). Foraging behaviour of pitangus sulphuratus and tyrannus melancholicus (Aves: Tyrannidae) in urban habitats. *Bioscience Journal*, 28, 1038–1050.
- Park, C. R., & Lee, W. S. (2000). Relationship between species composition and area in breeding birds of urban woods in Seoul, Korea. *Landscape and Urban Planning*, 51(1), 29–36. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00094-3](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00094-3)
- Rangel Molano, C., Spínola Parrallada, M., David Amaya Espinel, J., Nacional Costa Rica Facultad De Ciencias La Tierra Y El Mar, U. DE, & Profesional Conservación De Vida Silvestre Y Biodiversidad, M. E. (2025). *Influencia del tipo de cobertura sobre la ocupación y detectabilidad de tres especies de aves en áreas verdes de la ciudad de Bogotá, Colombia*. Universidad Nacional, Costa Rica. <https://hdl.handle.net/11056/30551>
- Sandström, U. G., Angelstam, P., & Mikusiński, G. (2006). Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space. *Landscape and Urban Planning*, 77(1–2), 39–53. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2005.01.004>
- Sardinha, E., & Sainz-Borgo, C. (2016). Estrategias de forrajeo de diversas especies de la familia Tyrannidae en un ambiente urbano. *Ecotropicos*, 29, 43–48. <https://doi.org/10.53157/ecotropicos.r6tb-637v>

- 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).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138120>
- Spennemann, D. H. R., & Watson, M. J. (2017). Dietary habits of urban pigeons (*Columba livia*) and implications of excreta pH – a review. *European Journal of Ecology*, *3*(1), 27–41. <https://doi.org/10.1515/EJE-2017-0004>
- Storch, D., Bohdalková, E., & Okie, J. (2017). The more-individuals hypothesis revisited: The role of community abundance in species richness regulation and the productivity-diversity relationship. *Ecology Letters*, *21*. <https://doi.org/10.1111/ele.12941>
- Sullivan, B. L., Wood, C. L., Iliff, M. J., Bonney, R. E., Fink, D., & Kelling, S. (2009). eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation*, *142*(10), 2282–2292. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2009.05.006>
- Taulman, J. F. (2013). A Comparison of Fixed-Width Transects and Fixed-Radius Point Counts for Breeding-Bird Surveys in a Mixed Hardwood Forest. *Southeastern Naturalist*, *12*(3), 457–477. <http://www.jstor.org/stable/42003880>
- Vides-Hernández, G. L., Velado-Cano, M. A., Pablo-Cea, J. D., Carmona-Galindo, V. D., 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*, *18*(2), 272–280.
<https://doi.org/10.28947/HRMO.2017.18.2.294>
- 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), e01905. <https://doi.org/10.1002/ECS2.1905>
- Yang, X., Tan, X., Chen, C., & Wang, Y. (2020). The influence of urban park characteristics on bird diversity in Nanjing, China. *Avian Research*, *11*(1), 45.
<https://doi.org/10.1186/s40657-020-00234-5>
- Yu, M., Hu, G., Feeley, K. J., Wu, J., & Ding, P. (2012). Richness and composition of plants and birds on land-bridge islands: Effects of island attributes and differential responses of species groups. *Journal of Biogeography*, *39*(6), 1124–1133.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2011.02676.x>

Apéndice C

Localización y clasificación de parques en la ciudad de Bucaramanga utilizando Google Earth



Apéndice D

Ubicación del centro de Bucaramanga y elaboración de mapa con parques de Bucaramanga utilizando Qgis.

