

Análisis de la comunidad de aves en hábitats urbanos y periurbanos: caso de estudio en el Campus de Ciencias del Mar (2022-2023)

Bird community analysis in urban and periurban habitats: study case at the Ciencias del Mar Campus (2022-2023)

Juan Camilo Úsuga Fuentes ¹, Fernando José Parra-Velandia ^{2*}

- Received: 12/12/2023
- Accepted: 11/06/2025
- Online Publishing: 09/02/2026

Citación: Úsuga JC y Parra-Velandia F. 2026. Análisis de la comunidad de aves en hábitats urbanos y periurbanos: caso de estudio en el Campus de Ciencias del Mar (2022-2023). *Caldasia*. 48:e112043. doi: <https://doi.org/10.15446/caldasia.v48.112043>

RESUMEN

Los ecosistemas urbanos, afectados por cambios en la densidad poblacional y la composición del suelo, sirven como indicadores directos del impacto antropogénico en los sistemas naturales. A pesar de que la urbanización ha reducido la oferta de hábitats y la diversidad de especies aviares en paisajes urbanos, se han reportado áreas periféricas con parches de vegetación que actúan como refugios para la diversidad biótica. Este trabajo buscó describir la relación entre la estructura de la comunidad de aves y los paisajes urbanos y periurbanos. Se llevaron a cabo salidas bimensuales de observación durante once meses. Se encontraron diferencias significativas entre las comunidades de aves de ambos paisajes, aunque no se observaron diferencias estacionales significativas. Se destacó la presencia constante y abundante de gremios insectívoros, frugívoros y omnívoros. Estos hallazgos ofrecen una perspectiva esencial sobre la respuesta de la fauna a las perturbaciones humanas, guiando así futuros esfuerzos de conservación en entornos urbanizados.

Palabras claves: Avifauna, conservación, ecosistemas urbanos, estructura de la comunidad, paisajes urbanos y periurbanos.

ABSTRACT

Urban ecosystems, affected by changes in population density and soil composition, serve as direct indicators of anthropogenic impact on natural systems. Despite urbanization reducing habitat availability and avian species diversity in urban landscapes, areas with patches of vegetation acting as refuges for biotic diversity are identified in peripheral regions. This research aimed to understand the relationship

¹ Juan Camilo Úsuga Fuentes, Grupo GISMAC, Corporación Académica Ambiental e Instituto de Ciencias del Mar – Universidad de Antioquia, Carrera 28 N°107-49 Barrio La Lucila, Turbo - Antioquia, camilo.usuga1@udea.edu.co

² Fernando José Parra-Velandia, Grupo GEOc-GISMAC, Corporación Académica Ambiental e Instituto de Ciencias del Mar – Universidad de Antioquia, Carrera 28 N°107-49 Barrio La Lucila, Turbo - Antioquia, fjose.parra@udea.edu.co

* Autor para correspondencia



between bird community structure and urban and peri-urban landscapes. Bi-monthly observation outings were conducted over eleven months. Significant differences were found between bird communities in both landscapes, although no significant seasonal differences were observed. The constant and abundant presence of insectivorous, frugivorous, and omnivorous guilds was emphasized. These findings provide an essential perspective on fauna response to human disturbances, thus guiding future conservation efforts in urbanized environments.

Keywords: Avifauna, community structure, conservation, urban and peri-urban landscapes, urban ecosystems

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas urbanos son resultado de un proceso multifacético mundial que ha experimentado variaciones abruptas en la densidad poblacional humana y la composición de los suelos (Elmqvist *et al.* 2008). Estos sistemas se organizan según la demanda humana, abarcando áreas suburbanas, asentamientos con baja densidad poblacional y zonas rurales, todos conectados a través de corredores comerciales (Pickett *et al.* 2001). Desde una perspectiva ecológica, estos sistemas experimentan cambios en la interacción, configuración y estructura de las comunidades bióticas que persisten (Kowarik 2011), así como modificaciones biofísicas en el paisaje, con niveles más elevados de contaminación, ruido, y transformación de la cobertura vegetal (Alberti y Marzluff 2004).

Los ecosistemas urbanos son evidencia del impacto antropogénico en los sistemas naturales. Por esta razón, la ecología ha dirigido sus estudios hacia estos ecosistemas con el objetivo de comprender la respuesta biótica y abiótica a los cambios generados por la colonización humana (Pickett y Grove 2009, Kowarik 2011). Una respuesta biótica a la urbanización ha sido la disminución en la diversidad de hábitats, lo que, en consecuencia, ha afectado a la riqueza de especies (Jasmani *et al.* 2017). En este sentido, los patrones de diversidad de la flora y fauna en centros urbanos se caracterizan por un alto nivel de homogeneidad, a menudo organizados en gradientes que se extienden en el paisaje circundante (Savard *et al.* 2000, Alberti y Marzluff 2004). Así, se ha establecido una relación concluyente entre el nivel de urbanización y la dispersión de las especies.

En entornos urbanizados es posible identificar áreas propicias para el hábitat de diversas especies, como parques, campus universitarios y espacios verdes, que son lugares apropiados para la conservación de la biodiversidad en ambientes urbanos, pues actúan como islas o fragmentos de hábitat que brindan refugio para la vida silvestre, donde las perturbaciones, como la contaminación auditiva y la polución, suelen disminuir (Sánchez *et al.* 2015, Yang *et al.* 2020). En estas áreas, la respuesta biótica depende en gran medida a factores biológicos cruciales, como la alimentación y reproducción (Coogan *et al.* 2018). El aumento de construcciones humanas, la inadecuada disposición final de los residuos y la introducción de flora son factores que han modificado la oferta alimenticia de las especies en estas áreas.

Se ha observado que la homogenización del paisaje y la pérdida de bosque para dar paso a grandes extensiones de cultivo y el posterior aumento de infraestructura humana ha provocado la formación de nuevos hábitats de transición (natural-urbano). Estos espacios emergentes se han convertido en zonas de mantenimiento de la diversidad desplazada de los centros poblados (Blair y Johnson 2008), y son definidos en el concepto de zonas periurbanas, donde las comunidades bióticas se organizan en función de los recursos disponibles debido a que, en estas áreas, una de las principales respuestas de los organismos implica adaptaciones en sus patrones de alimentación (Burgin *et al.* 2007, Galbraith *et al.* 2015). Estos cambios en la oferta alimentaria son considerados indicadores significativos de entornos urbanos (Coogan *et al.* 2018, Yang *et al.* 2020).

La relación simbiótica entre las aves y la vegetación desempeña un papel clave en la comprensión de la interacción de las aves en entornos urbanos. El estudio de las respuestas de la avifauna proporciona herramientas para entender la estructura de las comunidades que aún persisten en entornos urbanizados y suburbanos, permitiendo así comprender la reacción de la fauna ante las perturbaciones antrópicas (Arango-Sánchez *et al.* 2019, Cediell y Lozano-Flórez 2020). Así pues, se propone la pregunta ¿Existen diferencias en la composición, estructura y diversidad trófica de la comunidad de aves entre hábitats urbanos y periurbanos en las inmediaciones del campus Ciencias del Mar de la Universidad de Antioquia? Se plantea que la composición, estructura y diversidad trófica de la comunidad de aves diferirá significativamente entre hábitats urbanos y periurbanos, mientras que la estructura trófica será influenciada por tipo de hábitat y/o temporada climática. El objetivo del presente trabajo fue determinar las variaciones en la composición y estructura de la comunidad de aves entre hábitats urbanos y periurbanos definidos *a priori* en las inmediaciones del campus Ciencias del Mar de la Universidad de Antioquia entre septiembre de 2022 y julio de 2023.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La sede Ciencias del Mar de la Universidad de Antioquia se ubica en el barrio La Lucila en la cabecera municipal de Turbo (8°05'55" Norte 76°42'53" Oeste, 2 metros sobre el nivel del mar (msnm) (Fig. 1). Este municipio es uno de los centros poblados costeros más importantes de Urabá (García-Valencia 2007), su economía depende de la pesca artesanal (Leal Flórez *et al.* 2017) y la agricultura del banano y plátano.

El área presenta un clima cálido semihúmedo con un régimen de lluvias monomodal. La temporada lluviosa se extiende de abril a noviembre (promedio 234 +/- 34 mm), mientras que el periodo seco se concentra entre diciembre y marzo (promedio 97 +/- 60 mm). Las temperaturas medias anuales se mantienen entre 25,5 °C y 28 °C, que alcanzan hasta 35 °C en los meses más cálidos. La humedad relativa permanece alta durante todo el año, con valores entre 80 % y 90 %. El brillo solar es mayor en los meses de enero y febrero, con promedios de hasta seis horas por día con un máximo registrado de diez h/día, y disminuye en junio a dos h/día. La dirección del viento es predomi-

nantemente del norte y del sur, con velocidades moderadas entre uno y tres m/s, con máximos de 3,4 a 3,6 m/s entre febrero y marzo y mínimos de 2,1 a 2,2 entre junio y agosto. La evapotranspiración potencial anual se encuentra alrededor de los 1600 mm, y la evapotranspiración real entre 1440 y 1540 mm. El índice de aridez se mantiene en valores moderados en la mayor parte del área, con rangos entre 0,2 y 0,29 (Tobón *et al.* 2006, CORPOURABA 2017).

El área de trabajo cubre aproximadamente 42 ha e incluye los edificios de la sede Ciencias del Mar de la Universidad de Antioquia, sus alrededores inmediatos (cerca de siete ha) y una franja de terreno rural con cierto grado de desarrollo urbano que se extiende hacia el nororiente de la sede (cerca de 35 ha) (Fig. 1).

El campus de Ciencias del Mar, con una extensión aproximada de 2 ha, está constituido por diez edificaciones de diverso tamaño que incluyen salones, laboratorios, biblioteca y servicios, además de áreas deportivas y espacios verdes con pasto y vegetación ornamental. La sede tiene un flujo de personas de alrededor de 500 personas entre lunes y viernes y de 300 personas el fin de semana. Su composición florística está dominada por especies forestales de porte arbóreo, la mayoría representativas de ecosistemas tropicales húmedos.

La identificación y ubicación de las especies vegetales presentes en el Campus fue proporcionada por la División de Infraestructura y Logística de la Universidad de Antioquia, quienes nos indicaron la presencia de 91 individuos, pertenecientes a 24 especies leñosas distribuidas en catorce familias botánicas (ver archivo suplementario). El análisis estructural, basado en la altura promedio de los individuos, permitió clasificar 19 especies como árboles y cinco como arbustos, siguiendo el umbral de 5 m de altura como criterio decisivo. Entre las especies arbóreas con mayor representación destacan el guayacán amarillo (*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O.Grose), con catorce individuos y una altura promedio de 15,1 m, el tulipán africano (*Spathodea campanulata* P.Beauv.) con once individuos, y el guásimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) con ocho individuos, aunque esta última presenta una altura inferior a 5 m y fue clasificada como arbusto. También se encuentran ejemplares de gran porte como el camajón (*Sterculia apetala* (Jacq.) H.Karst.) (13,2 m), el caracolí (*Anacardium excelsum* (Bertero & Balb. ex Kunth) Skeels) (13,0 m), y el cedro guino (*Carapa guianensis* Aubl.) (11,9 m), lo que indica un dosel forestal desarrollado en varios sectores del campus.

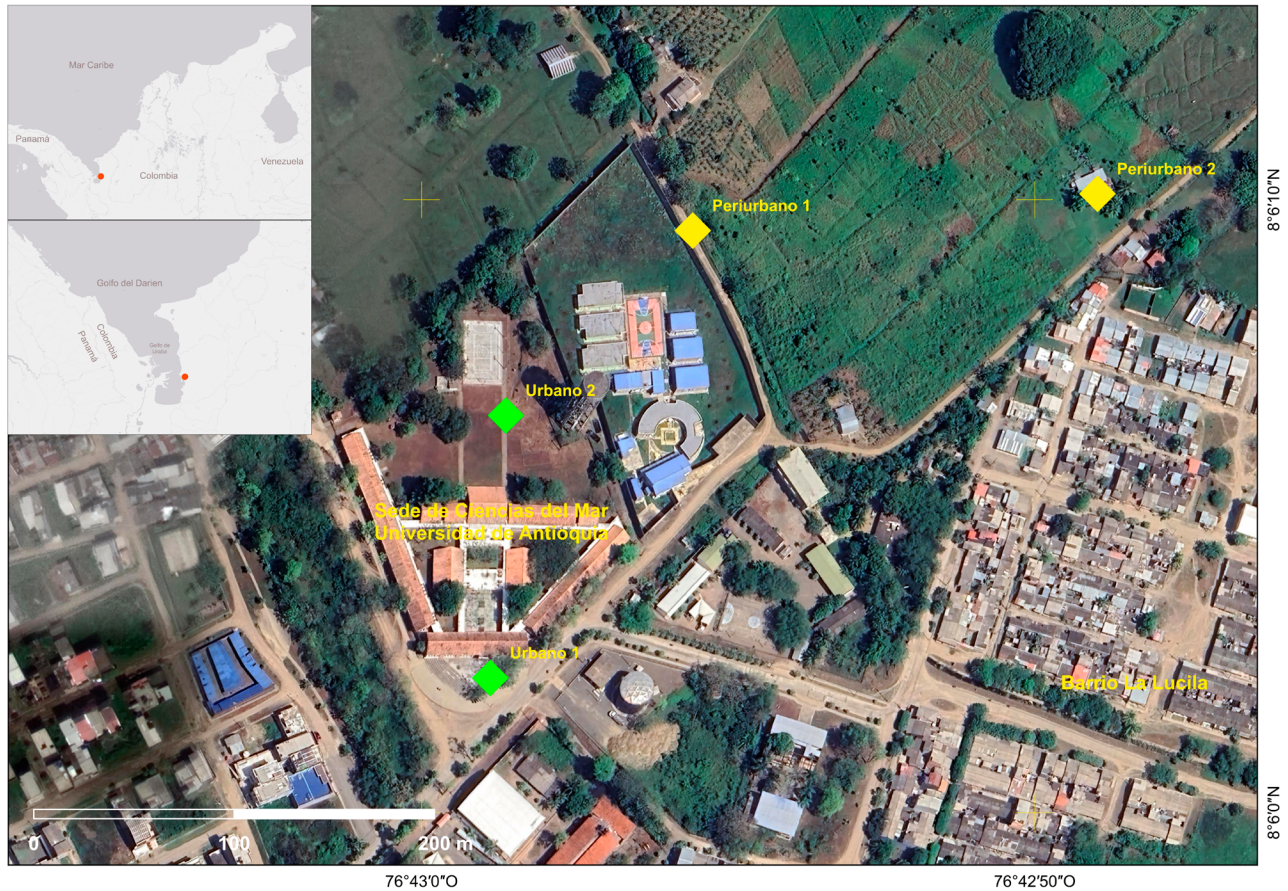


Figura 1. Área de estudio con las estaciones de muestreo.

El conjunto florístico incluye tanto especies nativas de alto valor ecológico como el indio desnudo (*Bursera simaruba* (L.) Sarg.), el guamo (*Inga edulis* Mart.), la ceiba bonga (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) y el muñeco (*Cordia collococca* L.), como especies introducidas con fines ornamentales o agrícolas, entre ellas el gualanday (*Jacaranda mimosifolia* D. Don), el carambolo (*Averrhoa carambola* L.) y la lluvia de oro (*Cassia fistula* L.). Asimismo, se identificaron especies frutales como el jobo ciruelo (*Spondias mombin* L.), el marañón (*Anacardium occidentale* L.) y el caimito (*Chrysophyllum cainito* L.). La diversidad florística observada refleja una vegetación estructuralmente compleja, con individuos que alcanzan alturas superiores a los 10 m y diámetros notables, como en el caso de la ceiba toluá (*Pachira quinata* (Jacq.) W.S. Alverson) y la ceiba verde (*Pseudobombax septenatum* (Jacq.) Dugand).

En años recientes en los barrios vecinos de la Universidad se han desarrollado proyectos de construcción de casas, pavimentación de vías y remodelación de fachadas

de complejos educativos, lo que redujo pequeños humedales cercanos al campus (Fig. 1). En estos sitios se han observado especies de aves acuáticas como *Jacana jacana* (Linnaeus, 1766), *Porphyrio martinica* (Linnaeus, 1766), *Ardea alba* (Linnaeus, 1758) y *Quiscalus mexicanus* (Gmelin, 1788), que ocupan estos lugares para alimentación y reproducción. Al oeste del Campus de Ciencias del Mar y bordeado por casas urbanas de habitación construidas en los últimos cinco años, existe un terreno de casi una ha que presenta vegetación de humedal (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, *Typha latifolia* L. y *Pistia stratiotes* L.) y especies forestales como el roble (*Tabebuia rosea* (Bertol.) A. DC.), el tulipán africano (*Spathodea campanulata* P. Beauv.) y guazimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). (Fig. 1). En este paisaje urbano prevalece infraestructura como casas de habitación, lotes aun vacíos, calles asfaltadas y caminos de tierra que se entrecruzan. En el área la actividad humana es constante con una alta densidad de transeúntes y vehículos.

Por otro lado, el paisaje periurbano al noroccidente de la Sede de Ciencias del Mar presenta menor densidad de infraestructura humana (alrededor de 30 viviendas de una sola planta) los carreteables son principalmente de tierra, prevalecen las actividades agrícolas como el cultivo de maíz, plátano y arroz y ganadería (aproximadamente 30 cabezas de ganado). Se registran también pastizales y algunos parches boscosos con especies forestales como el mango (*Mangifera* sp.), la palma de Manila (*Adonidia merrillii* (Becc.) Becc.), la ciruela roja (*Spondias purpurea* L.), la ciruela amarilla (*Spondias mombin* L.) y el matarratón (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.), los setos y cercas suelen ser de achiote (*Bixa orellana* L.) y se registra la presencia de arbustos del género *Hibiscus* L.

Registro de la fauna aviar

Para el registro de aves en la sede Ciencias del Mar de la Universidad de Antioquia, se realizaron 22 jornadas de muestreo entre las 7:00 am y 9:40 am, a lo largo de puntos georreferenciados dentro y fuera del campus universitario desde el mes de octubre 2022 hasta julio 2023. Para la identificación de las especies se utilizaron guías de campo estándar (Hilty y Brown 2001, Ayerbe-Quiñones 2022). Los registros se hicieron con binoculares Bushnell 8x40 y mediante el reconocimiento auditivo con grabación de cada especie, y posterior verificación en la plataforma E-bird (<https://ebird.org/home>). Se tomaron registros fotográficos de tantas especies como fue posible (Canon 650D, Canon EF 75-300 mm f/4-5.6 y EF 100 mm f/2.8L). En el registro de la avifauna se anotaron las actividades que cada espécimen realizaba al momento del registro y variables ambientales como cobertura de nubes, lluvia, temperatura.

Análisis de resultados

Se calculó la curva de acumulación de especies usando el índice de Chao-1 y el listado de especies por muestreo, así mismo se determinó la representatividad del muestreo usando el Estimador de Cobertura basado en Abundancia (ACE) implementado en EstimateS 9.0 (Colwell 2013) siguiendo el procedimiento de Muñoz et al. (2021). Para el cálculo de la frecuencia de las especies se utilizaron los métodos de González-Oreja et al. (2010) y Muñoz et al. (2021).

Se establecieron cinco gremios, frugívoros (Fr), nectarívoros (Nc) insectívoros (In), granívoros (Gr) y carnívoros

(Cr). Cada especie se asignó a un grupo teniendo en cuenta las observaciones en campo y lo establecido en Muñoz et al. (2021).

Posteriormente, la matriz de datos se transformó usando el índice de disimilitud de Bray-Curtis y sobre esta se realizaron análisis multidimensionales no métricos (nMDS) y, debido al número limitado de réplicas, se realizó una prueba de similitud ANOSIM con dos factores (temporada y paisaje). Tanto para el nMDS como para el ANOSIM se excluyó el mes de noviembre debido a que se presentaba abundancias bajas. El procesamiento de datos se llevó a cabo usando Primer-E v6.0 (<https://www.primer-e.com/>). Así mismo, se realizaron diagramas de Venn para describir el número de especies compartidas y exclusivas por paisaje y temporada.

RESULTADOS

En los muestreos realizados entre septiembre 2022 y el julio 2023 se registraron 4899 observaciones individuales de 101 especies de aves, distribuidas en 33 familias y 16 órdenes (Tabla 1). Por muestreo se encontraron en promedio 41 ($\pm 14,5$ 60 - 14) especies.

Durante el periodo comprendido entre septiembre de 2022 y julio de 2023, la riqueza de especies locales y migratorias mostró variaciones notables (Fig. 2). El promedio de especies por mes fue de 52 spp. ($\pm 14,4$) y la riqueza presenta picos en los meses de octubre de 2022 (40 spp.), abril (66 spp.) y mayo (68 spp.) de 2023. La menor riqueza se presentó en los meses de noviembre (26 spp.) y septiembre de 2022 (34 spp.), este patrón de riqueza es dominado por las especies locales, mientras que las aves migratorias solo exhiben dos picos, el primero en diciembre de 2022 (cinco spp.) y el segundo en abril de 2023 (seis spp.).

La curva de acumulación de especies se estabilizó a partir del sexto mes (febrero, Fig. 3) y se hizo asintótica hacia 98 especies, el análisis ACE indicó una representatividad del 99,3 %. A partir de octubre se registraron las primeras especies migratorias (*Icterus galbula* (Linnaeus, 1758), *Icterus spurius* (Linnaeus, 1766) y *Piranga rubra* (Linnaeus, 1758)) y en total se contabilizaron doce especies.

Tabla 1. Listado de especies de aves registradas en el Campus de Ciencias del Mar, Universidad de Antioquia, Turbo (Colombia) entre septiembre de 2022 y julio de 2023.

Orden	Familia	Especie	Presencia
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	Local
Galliformes	Odontophoridae	<i>Colinus cristatus</i> (Linnaeus, 1766)	Local
		<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonnaterre, 1792)	Local
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	Local
		<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810)	Local
		<i>Crotophaga major</i> Gmelin, 1788	Local
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	Local
		<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766)	Local
	Apodidae	<i>Chaetura cinereiventris</i> P. L. Sclater, 1862	Local
Caprimulgiformes		<i>Androdon aequatorialis</i> Gould, 1863	Local
	Trochilidae	<i>Amazilia tzacatl</i> (de la Llave, 1833)	Local
		<i>Chrysuronia goudoti</i> (Bourcier, 1843)	Local
Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766)	Local
	Rallidae	<i>Porphyrio martinica</i> (Linnaeus, 1766)	Local
Charadriiformes	Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	Local
	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	Local
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i> Mathews, 1914	Local
		<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	Local
		<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	Local
	Ardeidae	<i>Ardea ibis</i> (Linnaeus, 1758)	Local
		<i>Egretta caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	Local
Pelecaniformes		<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	Local
		<i>Butorides virescens</i> (Linnaeus, 1758)	Local
	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i> Linnaeus, 1758	Local
		<i>Phimosus infuscatus</i> (Lichtenstein, 1823)	Local
		<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	Local
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845	Local
		<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	Local
		<i>Elanus leucurus</i> (Vieillot, 1818)	Local
		<i>Gampsonyx swainsonii</i> Vigors, 1825	Local
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Busarellus nigricollis</i> (Latham, 1790)	Local
		<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	Local
		<i>Buteo nitidus</i> (Latham, 1790)	Local
Galbuliformes	Bucconidae	<i>Hypnelus ruficollis</i> (Wagler, 1829)	Local
		<i>Melanerpes rubricapillus</i> (Cabanis, 1862)	Local
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes punctigula</i> (Boddaert, 1783)	Local
		<i>Campephilus melanoleucos</i> (J.F.Gmelin, 1788)	Local

(Continúa)

Orden	Familia	Especie	Presencia
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i> (Linnaeus, 1758)	Local
		<i>Daptrius chimachima</i> (Vieillot, 1816)	Local
		<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758	Migratoria
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara severus</i> (Linnaeus, 1758)	Local
		<i>Forpus conspicillatus</i> (Lafresnaye, 1848)	Local
		<i>Brotogeris jugularis</i> (Statius Muller, 1776)	Local
		<i>Amazona ochrocephala</i> (Gmelin, 1788)	Local
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i> (Linnaeus, 1764)	Local
	Furnariidae	<i>Synallaxis albescens</i> Temminck, 1823	Local
		<i>Furnarius leucopus</i> Swainson, 1838	Local
		<i>Dendroplex picus</i> (J.F.Gmelin, 1788)	Local
		<i>Lepidocolaptes souleyetii</i> (Des Murs, 1849)	Local
	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	Local
		<i>Tyrannulus elatus</i> (Latham, 1790)	Local
		<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	Local
		<i>Contopus virens</i> (Linnaeus, 1766)	Migratoria
		<i>Fluvicola pica</i> (Boddaert, 1783)	Local
		<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	Local
		<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	Local
		<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Statius Muller, 1776)	Local
		<i>Myiozetetes cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	Local
		<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	Local
		<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	Local
		<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	Local
		<i>Tyrannus dominicensis</i> (Gmelin, 1788)	Migratoria
		<i>Tyrannus savana</i> Vieillot, 1808	Migratoria
	Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i> (Cassin, 1851)	Migratoria
		<i>Hylophilus flavipes</i> Lafresnaye, 1845	Local
	Corvidae	<i>Cyanocorax affinis</i> Pelzeln, 1856	Local
	Hirundinidae	<i>Progne tapera</i> (Linnaeus, 1766)	Local
		<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	Local
		<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	Local
	Troglodytidae	<i>Troglodytes muscylatus</i> (Naumann, 1823)	Local
		<i>Campylorhynchus griseus</i> (Swainson, 1838)	Local
	Turdidae	<i>Turdus grayi</i> Bonaparte, 1838	Local
	Fringillidae	<i>Euphonia trinitatis</i> Strickland, 1851	Local
		<i>Euphonia lanirostris</i> d'Orbigny y Lafresnaye, 1837	Local
	Passerellidae	<i>Arremonops conirostris</i> (Bonaparte, 1850)	Local
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i> (Pallas, 1769)	Local
		<i>Icterus spurius</i> (Linnaeus, 1766)	Migratoria
		<i>Icterus chrysater</i> (Lesson, 1844)	Local
		<i>Icterus nigrogularis</i> (Hahn, 1819)	Local
		<i>Icterus galbula</i> (Linnaeus, 1758)	Migratoria

(Continúa)

Orden	Familia	Especie	Presencia
Passeriformes	Parulidae	<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	Local
		<i>Molothrus oryzivorus</i> (Gmelin, 1788)	Local
		<i>Quiscalus mexicanus</i> (Gmelin, 1788)	Local
		<i>Quiscalus lugubris</i> Swainson, 1838	Local
		<i>Chrysomus icterocephalus</i> (Linnaeus, 1766)	Local
		<i>Setophaga petechia</i> (Linnaeus, 1766)	Migratoria
		<i>Protonotaria citrea</i> (Boddaert, 1783)	Migratoria
	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i> (Linnaeus, 1758)	Migratoria
		<i>Spiza americana</i> (J.F.Gmelin, 1789)	Migratoria
		<i>Ramphocelus dimidiatus</i> Lafresnaye, 1837	Local
	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i> (Linnaeus, 1766)	Local
		<i>Thraupis palmarum</i> (Wied-Neuwied, 1821)	Local
		<i>Conirostrum bicolor</i> (Vieillot, 1809)	Local
		<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	Local
		<i>Sporophila minuta</i> (Linnaeus, 1758)	Local
		<i>Sporophila funerea</i> (P.L.Sclater, 1860)	Local
		<i>Sporophila intermedia</i> Cabanis, 1851	Local
		<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	Local
		<i>Saltator maximus</i> (P. L. S. Müller, 1776)	Local
		<i>Saltator striatipictus</i> Lafresnaye, 1847	Local
		<i>Saltator olivascens</i> Cabanis, 1849	Local

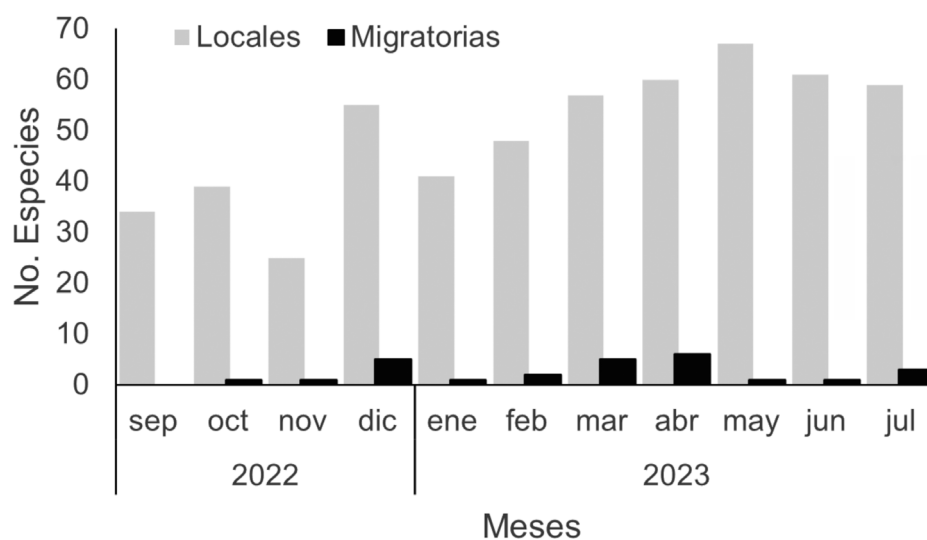


Figura 2. Número de especies de aves locales y migratorias avistadas en el campus de Ciencias del Mar de la Universidad de Antioquia y sus alrededores entre septiembre de 2022 y julio de 2023.

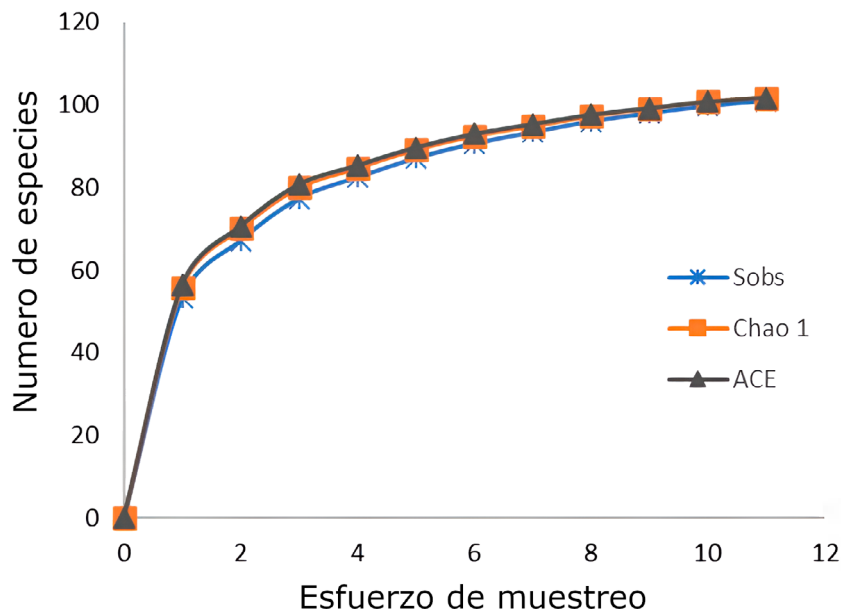


Figura 3. Curvas de acumulación de especies de aves registradas en dos paisajes urbanos y dos periurbanos presente en cercanías y en el campus de Ciencias del Mar de la Universidad de Antioquia entre septiembre de 2022 y julio de 2023. Sobs: número de especies observadas; Chao1 y ACE: estimadores no paramétricos de riqueza basados en especies raras.

Durante el estudio, el 30 % de las especies observadas estuvieron presentes entre nueve y once meses por lo que las clasificamos como frecuentes (según el método de Muñoz *et al.* 2021). En número de observaciones se destacan *Thraupis episcopus* (Linnaeus, 1766) (252), *Tyrannus melancholicus* Vieillot, 1819 (253) y *Coragyps atratus* (Bechstein, 1793) (325). El 13 % las especies fueron observadas entre siete y ocho meses, y se clasificaron como comunes, por el número de observadas se destacan *Myiophobus ruficollis* (Wagler, 1829) (58), *J. jacana* (61), *Icterus nigrogularis* (Hahn, 1819) (64) y *Phimosus infuscatus* (Lichtenstein, 1823) (82). El 20 % de las especies fueron observadas entre cuatro y seis meses, las clasificamos como poco comunes y por sus observaciones se destacan *Progne chalybea* (Gmelin, 1789) (69) y *Quiscalus lugubris* Swainson, 1838 (106). Finalmente, el 38 % de las especies se observaron entre tres meses y un mes, por lo que las clasificamos como poco frecuentes y se destaca *I. galbula* por su número de observaciones (22).

En el análisis nMDS para el factor paisaje, se observó un patrón de dispersión heterogéneo con separación entre urbano y periurbano (exceptuando dos muestreos, Fig. 4). La prueba de análisis de similitudes (ANOSIM) indicó que

existen diferencias significativas ($R = 0,16$ $p = 0,001$) entre las comunidades de aves entre los dos paisajes. El paisaje periurbano y urbano comparten 66 especies (65 %) en común y se presentan 35 especies exclusivas, de las que 29 especies corresponden a paisaje periurbano y seis a paisaje urbano.

Para analizar el factor temporada climática, los meses se agruparon en temporada húmeda (mayo, junio y julio) y temporada seca (octubre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril); sin embargo, no se observó un patrón claro de disociación (Fig. 5) en la comunidad de aves por temporada climática y el ANOSIM no encontró variaciones significativas ($R = -0,14$ $p = 0,9$). Estos mismos análisis se repitieron incluyendo al mes de septiembre de 2022 y se conserva el mismo patrón de dispersión. Se encontraron 68 especies (67,3 %) en común y 33 especies exclusivas, quince en la temporada seca y 18 en la temporada húmeda.

Gremios

Los resultados del análisis de gremios por paisaje revelaron una superposición con ligeras diferencias en la composición trófica observables en el análisis de nMDS (Fig. 6); no obstante, estas diferencias no son estadísticamente sig-

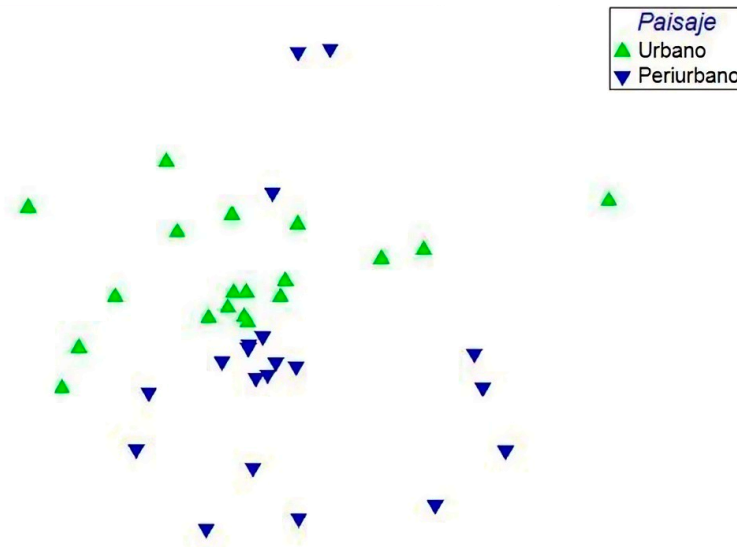


Figura 4. Análisis multidimensional no métrico-nMDS discriminado por zona urbana y peri-urbana.

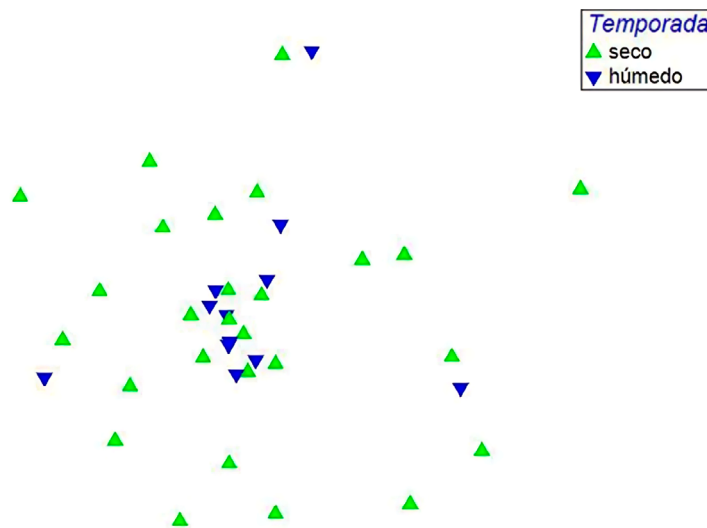


Figura 5. Análisis multidimensional no métrico-nMDS discriminado por temporada.

nificativas ($R=0,04$ $p=0,18$). Por otra parte, los resultados del análisis de gremios por temporada (Fig. 7) tampoco mostraron diferencias en la composición ($R=0,07$ $p=0,15$).

Los gremios más frecuentes tanto en paisaje como por temporadas fueron insectívoro (35,9 %) frugívoro (17,2 %) y omnívoro (17,7 %) cubriendo alrededor del 70,8 % de la riqueza en paisajes y el 72,2 % por temporada (33,9 %, 19,5

% y 18,7 % respectivamente). Los gremios menos frecuentes, como carnívoro, granívoro y carroñero, representaron conjuntamente alrededor del 15,2 % en paisajes y el 14,7 % por temporada. También hubo gremios menos comunes, como insectívoro/piscívoro, granívoro/insectívoro, frugívoro/granívoro, carnívoro/carroñero y piscívoro, que en conjunto representaron el 14,1 % en paisajes y el 13,1 % por temporada.

DISCUSIÓN

El presente estudio permitió identificar variaciones en la composición y estructura de la comunidad de aves entre los hábitats urbano y periurbano definidos a priori en las inmediaciones del Campus de Ciencias del Mar de la Universidad de Antioquia. Se encontraron diferencias significativas en la riqueza y número de especies exclusivas entre hábitats urbanos y periurbanos, con mayor riqueza y número de especies en el paisaje periurbano lo que respalda parcialmente la hipótesis propuesta. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas asociadas a la temporada climática y la estructura trófica de la comunidad se mantuvo estable a lo largo del periodo de estudio, con predominancia de gremios insectívoros, frugívoros y omnívoros.

Los resultados de esta investigación indicaron la presencia de 101 especies en el Campus de Ciencias del Mar de la Universidad de Antioquia y áreas cercanas, distribuidas entre paisajes urbanos y periurbanos. Estos resultados amplían la lista de especies en el municipio de Turbo (Fernández y Ávila 2011, Bran-Castrillón *et al.* 2014), que presentan una riqueza de 67 a 79 especies, y se han enfocado en la comparación de la estructura de la comunidad de aves entre ecosistemas desembocaduras de ríos y ecosistemas de manglar, y dentro de estos últimos. El presente

trabajo coincide en 32 especies de las 79 reportadas por Fernández y Ávila (2011) y en 26 de las 67 reportadas por Bran-Castrillón *et al.* (2014). Los tres estudios reportan 165 especies de aves para el municipio de Turbo, y en conjunto ofrecen un insumo para entender a la comunidad de aves en áreas urbanas de esta localidad, y es una línea de referencia para futuras investigaciones.

En esta investigación se encontraron diferencias en la riqueza y composición de especies entre los paisajes evaluados. Estos valores difieren significativamente, así el número de especies exclusivas para paisaje periurbano fue 29 mientras que para el paisaje urbano fue de solo seis (Fig. 6). Estas diferencias, corroboradas por el ANOSIM, pueden atribuirse a las características biofísicas de cada paisaje, pues en el paisaje periurbano la presencia de una cobertura vegetal diferente y menores impactos antrópicos como ruido, paso de vehículos y tránsito de personas, puede atraer especies que no toleran los disturbios (Yang *et al.* 2020), lo que genera una mayor riqueza de aves exclusivas que evitan las zonas urbanas (Canedoli *et al.* 2017). Entre algunas de esas especies de difícil observación se encontró a *Colinus crestatus*, especie que siempre se encontró forrajeando entre los matorrales densos a los costados de los caminos de tierra. Por otra parte, en el paisaje urbano especies como *Porphyrio martinica* o *Fluvicola pica* se encontraron siempre relacionadas con relictos de humedal

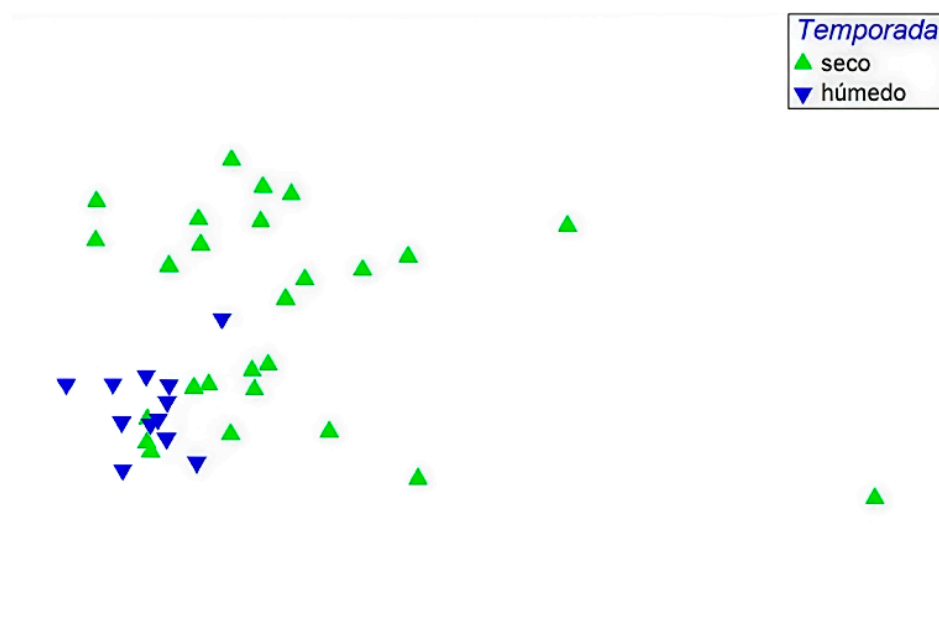


Figura 6. Análisis multidimensional no métrico-nMDS por paisaje (urbano y periurbano) de los gremios de aves avistadas en cercanías y en el campus de Ciencias del Mar de la Universidad de Antioquia entre el 2022-2 y 2023-1.

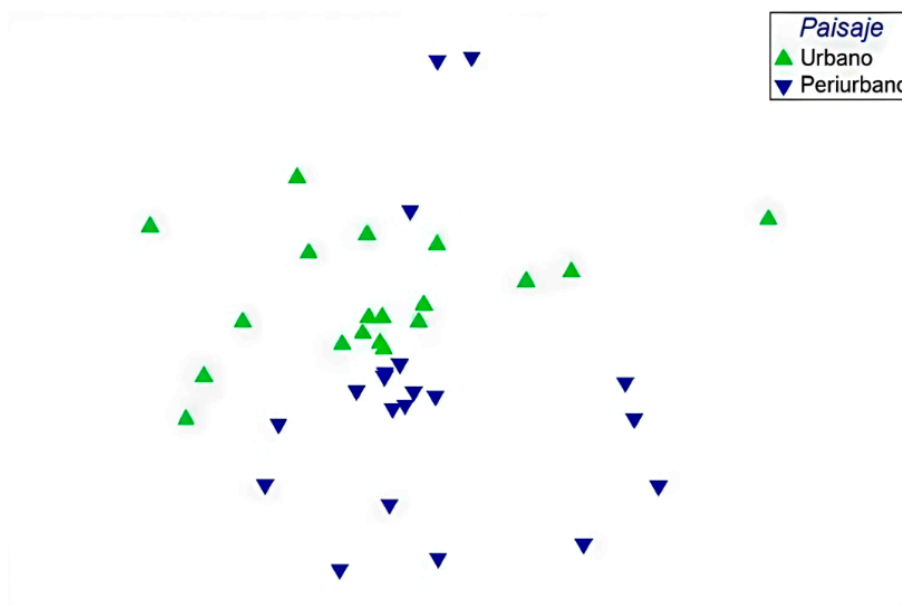


Figura 7. Análisis multidimensional no métrico-nMDS por temporadas (seca y húmeda) de los gremios de aves observadas en cercanías y en el campus de Ciencias del Mar de la Universidad de Antioquia entre el 2022-2 y 2023-1.

presentes en este paisaje, lo que resalta la importancia, para la conservación, de estas pequeñas áreas donde algunas especies pueden desarrollar aún su reproducción y alimentación dentro de zonas urbanizadas. Estas diferencias en la estructura de la comunidad de aves respaldan la noción de que las áreas periurbanas son fundamentales para el mantenimiento de la avifauna asociada en centros urbanos (Agudelo-Rendón *et al.* 2021).

El análisis de la estructura comunitaria sugiere que las aves no responden a los cambios en las variaciones intra-anales de precipitación y temperatura (Figs. 6, 7) y que la riqueza depende la migración y de la perturbación humana (Fig. 2). Los puntos de muestreo están separados espacialmente en el análisis por paisajes (Fig. 4) y no se observa un patrón de segregación claro en el de temporada (Fig. 5). Las aves pueden adaptar sus patrones de actividad y comportamiento a la disponibilidad estacional de recursos como flores (observadas en diciembre) y frutas (observados en marzo-Abril) (Charmantier *et al.* 2008) y la migración (ver Fig. 2).

La composición de los gremios se caracteriza por la presencia predominante de aves insectívoras, frugívoras y omnívoras, que representan la mayoría de la riqueza en

paisajes y en temporadas. Sin embargo, las especies insectívoras son las más representativas entre los gremios y están bien representadas en el paisaje teniendo un porcentaje mayor en urbano (39 %) en comparación con periurbano (34 %). La predominancia de las aves insectívoras en paisajes urbanos puede estar relacionada con la preferencia que tienen algunos insectos y otros invertebrados de agruparse en edificaciones humanas donde se refugian, alimentan y reproducen (Mata *et al.* 2021), lo que convierte a las áreas urbanizadas en sitios idóneos para familias como Tyrannidae. Además, en el paisaje periurbano ocurre regularmente fumigación aérea contra plagas en los cultivos de plátano, lo que elimina insectos como dípteros, lepidópteros y coleópteros presentes en este lugar. Estos hallazgos aportan una visión valiosa de la ecología de las aves en el contexto de los paisajes y las temporadas evaluadas, resaltando la relativa estabilidad de la estructura trófica en esta comunidad de aves.

En Colombia existen patrones consistentes en la estructura de las comunidades de aves a lo largo de diferentes gradientes de urbanización. La diversidad taxonómica y funcional de las aves en ciudades andinas (Medellín, Bogotá y Cali) muestra homogeneización biótica en las zonas urbanas, con predominio de especies generalistas adaptadas

a hábitats altamente modificados (Ruiz-Giraldo 2020). En el área de Bogotá se ha demostrado que la urbanización favorece a las especies tolerantes a las perturbaciones y reduce la diversidad funcional, allí se registran comunidades con menor riqueza específica comparadas con zonas menos perturbadas (Pardo Rincón 2020). Mismo fenómeno que se ha encontrado en Manizales donde las zonas periurbanas y los fragmentos de bosque adyacentes presentan mayor riqueza de especies y complejidad ecológica que los parques urbanos donde predominan especies sin especialización trófica ni de hábitat. (Espitia Sánchez, 2022). Este patrón de aumento de la biodiversidad en entornos rurales o seminaturales también se presentan en el Valle de Aburrá donde se ha demostrado una disminución persistente en la diversidad y abundancia de aves asociada con el crecimiento urbano y la pérdida de vegetación nativa (Bedoya Duque 2023). Finalmente, los paisajes rurales bien manejados (plantaciones agroforestales de café en la Sierra Nevada de Santa Marta) pueden mantener altos niveles de diversidad, cuando se mantiene la cobertura arbórea y heterogeneidad estructural, características que contrastan marcadamente con los entornos simplificados de las ciudades (Díaz Kloch 2016).

Los ecosistemas urbanos como el Campus de Ciencias del Mar de la Universidad de Antioquia pueden ser fundamentales para mantener la diversidad de aves en las zonas urbanas. A pesar de las presiones de la urbanización, los espacios verdes y los relictos de humedal pueden proporcionar refugio y recursos para una variedad de especies de aves. Esto resalta la importancia de una planificación urbana sostenible que preserve y promueva estos hábitats naturales en un contexto urbano.

El estudio evidenció diferencias significativas en la comunidad de aves entre los paisajes urbano y periurbano, con mayor riqueza y número de especies exclusivas en este último, lo que refleja el efecto de la configuración del paisaje sobre la diversidad. No se detectaron variaciones significativas asociadas a la temporada climática, lo que sugiere una relativa estabilidad en la composición de especies a lo largo del año. La estructura trófica se mantuvo estable entre paisajes y temporadas, con predominancia de especies insectívoras, frugívoras y omnívoras. Se destaca una mayor proporción de insectívoras en el entorno urbano, posiblemente asociada a la oferta de refugios y alimento en construcciones humanas, y a prácticas agrícolas como la fumigación en el paisaje periurbano. Con un 99,3 % de

representatividad y una curva de acumulación estabilizada, el inventario consolida una base sólida para el conocimiento de la avifauna local, sumando registros relevantes a estudios previos del municipio de Turbo. Los resultados evidencian la influencia de la configuración del paisaje sobre la diversidad de aves y destacan el valor ecológico de los espacios verdes, en especial los periurbanos, como refugios clave para la avifauna en contextos transformados, ofreciendo insumos relevantes para la planificación ambiental.

PARTICIPACIÓN DE LOS AUTORES

JCU Toma de datos, análisis, y escritura del documento, FJPV Concepción, diseño, toma de datos y análisis.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección y Coordinaciones de Extensión y de Investigación de la Seccional Urabá de la Universidad de Antioquia por su invaluable colaboración en la ejecución de este trabajo. Este trabajo fue posible gracias al proyecto “Implementación de Estrategias para la Construcción y Apropiación Social del Conocimiento sobre la Biodiversidad en el Urabá en Antioquia”, (SIGP 73088, Convocatoria del SGR de Proyectos Elegibles para la Apropiación Social de la CTel 1005-2019, BPIN 2020000100304) por la Beca de Joven Investigador (Convenio 20230028-008-22) otorgada al primer autor. También agradecemos los cálidos, amables y generosos comentarios de los editores y los evaluadores del artículo.

LITERATURA CITADA

- Agudelo-Rendón D, Rendón-Gutiérrez N, Cadavid-Ramírez AC, Choperena-Palencia MC, Arias-Monsalve CS, Gómez DA. 2021. Composición del ensamblaje de aves en una zona periurbana de Medellín, Colombia. *Rev. Colomb. Cienc. Anim.* 13(1): 70-76. doi: <https://doi.org/10.24188/recia.v13.n1.2021.782>
- Alberti M, Marzluff JM. 2004. Ecological resilience in urban ecosystems: Linking urban patterns to human and ecological functions. *Urban Ecosyst.* 7(3): 241-265. doi: <https://doi.org/10.1023/b:ueco.0000044038.90173.c6>
- Arango-Sánchez LB, Correa-Herrera T, Correa-Rendón JD. 2019. Diversidad de peces en hábitats estuarinos delta del río Atrato, golfo de Urabá. *Bol. Cient. Cent. Mus. Mus. Hist. Nat.* 23(1): 191-207. doi: <https://doi.org/10.17151/bccm.2019.23.1.7>

- Ayerbe-Quiñones F. 2022. Guía ilustrada de Avifauna colombiana. 3ra ed. Bogotá D.C., Colombia: Wildlife Conservation Society-Colombia, Editorial PuntoAparte.
- Bedoya Duque, A. F. (2023). Cambios en la avifauna del Valle de Aburrá y su relación con los procesos de urbanización a través del tiempo [Trabajo de grado]. Colombia. Universidad CES. <https://repository.ces.edu.co/handle/10946/7955>
- Blair RB, Johnson EM. 2008. Suburban habitats and their role for birds in the urban–rural habitat network: ¿Points of local invasion and extinction? *Landsc. Ecol.*, 23(10): 1157–1169. doi: <https://doi.org/10.1007/s10980-008-9267-y>
- Bran-Castrillón C, Gaviria-Zapata C, Parra JL. 2014. Avifauna de los hábitats de la desembocadura del Río Atrato (Turbo, Antioquia): Avifauna of the habitats at the mouth of the Atrato River (Turbo, Antioquia). *Ornitología Colombiana*, (14): 94–111. doi: <https://doi.org/10.59517/oc.e330>
- Burgin, S., Saunders, T., Lunney, D., Eby, P., & Hatchings, P. (2007). Pest or guest: The zoology of overabundance. *Royal Zoological Society of New South Wales*. 270 pp. <https://doi.org/10.7882/9780980327212>
- Canedoli C, Orioli V, Padoa-Schioppa E, Bani L, Dondina O. 2017. Temporal Variation of Ecological factors affecting bird species richness in urban and peri-urban forests in a changing environment: a case study from Milan (Northern Italy). *Forests*. 8(12): 1–13. doi: <https://doi.org/10.3390/f8120507>
- Cediel F, Lozano-Flórez AJ. 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. doi: <https://doi.org/10.59517/oc.e381>
- Charmantier A, McCleery RH, Cole LR, Perrins C, Kruuk LE, Sheldon BC. 2008. Adaptive phenotypic plasticity in response to climate change in a wild bird population. *Science*, 320(5877): 800–803. doi: <https://doi.org/10.1126/science.1157174>
- Colwell RK. 2013. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. [Revisada en: 10 oct 2023] <http://purl.oclc.org/estimates>
- Coogan SCP, Raubenheimer D, Zantis SP, Machovsky-Capuska GE. 2018. Multidimensional nutritional ecology and urban birds. *Ecosphere*. 9(4): 1–16. doi: <https://doi.org/10.1002/ecs2.2177>
- Corporación para el desarrollo sostenible del Urabá - CORPOURABÁ. 2017. Formulación POMCA Río Turbo - Currulao. Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica. Fase de Diagnostico Tomo I: Clima, Geología. Medellín: Ministerio de Ambiente; Ministerio de Hacienda. 254p.
- Díaz Kloch, N. 2016. Diversidad de aves y su relación con las características de la vegetación en cafetales agroforestales de la Sierra Nevada de Santa Marta (departamento del Cesar - Colombia) [Trabajo de grado]. [Cesar, Colombia]. Pontificia Universidad Javeriana. Repositorio Institucional PUJ. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/19540>
- Elmqvist T, Alfsen C, Colding J. 2008. Urban Systems. In: S. E. Jørgensen, B. D. Fath (Eds.), *Encyclopedia of Ecology*. Academic Press. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00364-5>
- Espitia Sánchez, MC. 2022. Diversidad y composición del ensamblaje de aves en zonas urbanas y periurbanas de la ciudad de Manizales, Andes Centrales de Colombia [Trabajo de grado]. [Caldas, Colombia]: Universidad de Caldas. Repositorio Institucional UCaldas. <https://repository.ucaldas.edu.co/entities/publication/e4c1ec8f-74fb-4bc9-befa-bfda63072a52>
- Fernández M, Ávila A. 2011. Caracterización de la comunidad de aves asociada al ecosistema de manglar en la Bahía el Uno, municipio de Turbo, Caribe colombiano. Trabajo de pregrado, Programa de Ecología de Zonas Costeras. Universidad de Antioquia, Turbo. 169p.
- Galbraith JA, Beggs JR, Jones DN, Stanley MC. 2015. Supplementary feeding restructures urban bird communities. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 112(20): E2648–E2657. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1501489112>
- García-Valencia C. 2007. Atlas del Golfo de Urabá: Una mirada al Caribe de Antioquia y Chocó. Bogotá, Colombia: Ediprint LTDA.
- González-Oreja JA, Bonache-Regidor C, Fuente-Díaz-Ordaz, AADL. (2010). Far from the noisy world? Modelling the relationships between park size, tree cover and noise levels in urban green spaces of the city of Puebla, Mexico. *Interciencia*, 35(7): 486–492.
- Hilty SL, Brown WL. 2001. *Guía de las aves de Colombia*. Cali, Colombia: American Bird Conservancy.
- Jasmani Z, Ravn HP, Van Den Bosch CCK. 2017. The influence of small urban parks characteristics on bird diversity: A case study of Petaling Jaya, Malaysia. *Urban Ecosyst.* 20(1): 227–243. doi: <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0596-6>
- Kowarik I. 2011. Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environ. Pollut.*, 159(8): 1974–1983. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.02.022>
- Leal Flórez J, Montoya Arango V, Blanco Libreros JF, Velásquez Rodríguez CM, López Marín BE, Acosta Cárdenas A, Zapata Salas R, Castaño Rivera F, Reyes Londoño A, Pantoja W. 2017. Pesca, familias y territorios en el mar: Construcción colectiva de conocimiento para el ordenamiento pesquero del golfo de Urabá. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia y Gobernación de Antioquia.
- Muñoz MC, Fierro-Calderón K, Rivera-Gutiérrez HF. 2021. Las aves del campus de la Universidad Del Valle, una isla verde urbana en Cali, Colombia. *Ornitología Colombiana*. (5): 5–20. doi: <https://doi.org/10.59517/oc.e492>
- Pardo Rincón, SD. (2020). Influencia de la urbanización sobre la diversidad de aves de tres zonas en la ciudad de Bogotá, Colombia [Trabajo de grado]. [Bogotá, Colombia]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Repositorio Institucional UDFJC. <https://repository.udistrital.edu.co/items/4aefb01d-fb54-4a17-b224-88866ea0ff38>

- Pickett STA, Cadenasso ML, Grove JM, Nilon CH, Pouyat RV, Zipperer WC, Costanza R. 2001. Urban ecological systems: Linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 32(1): 127-157. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114012>
- Pickett STA, Grove JM. 2009. Urban ecosystems: ¿What would Tansley do? *Urban Ecosyst.* 12(1): 1-8. doi: <https://doi.org/10.1007/s11252-008-0079-2>
- Ruiz Giraldo, N. (2020). Bird diversity patterns in northern Andes cities and functional diversity in urban green spaces in Medellín-Colombia. [Tesis de maestría]. [Medellín, Colombia]. Universidad Nacional de Colombia. Repositorio UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79320>
- Sánchez F, Martínez-Habibe MC, Díaz S, Medina N, Riaño J, Paqui MF. 2015. Biodiversidad en un campus universitario en la sabana de Bogotá: inventario de plantas y tetrápodos. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas.* 19(2): 186-203. doi: <https://doi.org/10.17151/bccm.2015.19.2.11>
- Savard JPL, Clergeau P, Mennechez G. 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landsc. Urban Plan.* 48(3-4): 131-142. doi: [https://doi:10.1016/S0169-2046\(00\)00037-2](https://doi:10.1016/S0169-2046(00)00037-2)
- Tobón A, Giraldo C, Pineros JG, Arboleda M, Blair S, Carmona-Fonseca J. 2006. Epidemiología de la malaria falciparum complicada: Estudio de casos y controles en Tumaco y Turbo, Colombia, 2003. *Rev. Bras. Epidemiol.*, 9(3): 283-296. doi: <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2006000300003>
- Yang X, Tan X, Chen C, Wang Y. 2020. The influence of urban park characteristics on bird diversity in Nanjing, China. *Avian Res.* 11: 1-9. doi: <https://doi:2010.1186/s40657-020-002345>