

Punto de vista

DESDE EL ÁRBOL AL BIOMA: UNA SOLUCIÓN MULTIESCALA PARA LAS AVES URBANAS

LUCAS M. LEVEAU

Departamento de Ecología, Genética y Evolución, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires – IEGEBA (CONICET – UBA), Ciudad Universitaria, Pab 2, Piso 4, Buenos Aires, 1426, Argentina.
E-mail: lucasleveau@yahoo.com.ar

RESUMEN.- El aumento de la población urbana está relacionado a una expansión de las ciudades hacia áreas rurales o la pérdida de espacios verdes dentro de las ciudades. Esta expansión urbana puede promover disminuciones significativas de la diversidad de aves. Numerosos estudios han encontrado que un aumento del área verde en ciudades favorecería una mayor diversidad de aves. Sin embargo, otros aspectos como la configuración o composición del verde urbano han sido menos estudiados. En el presente trabajo se recomienda un enfoque multiescala para abordar la relación entre verde urbano y aves, con un enfoque en estudios realizados en el Neotrópico. Se identificaron cinco escalas espaciales: 1) microhábitat, 2) hábitat, 3) paisaje, 4) escala regional, y 5) biogeográfica. El repaso realizado de las diferentes escalas de trabajo reveló serias deficiencias en el conocimiento de la selección de microhábitats por parte de las aves. Aunque se conocen que factores a escala de hábitat y paisaje se relacionan con las comunidades de aves en áreas verdes, este tipo de estudio se centró principalmente en parques urbanos. El análisis de la configuración del verde urbano, por ejemplo a modo de integración versus separación del verde, es fundamental para guiar propuestas de paisajismo amigables a las aves. El hecho de que estudios en diferentes partes del mundo hayan arrojado resultados contrastantes resalta la importancia de analizar la configuración del verde urbano en diferentes contextos biogeográficos.

PALABRAS CLAVE: *aves, ciudades, escalas, jerarquía, urbanización*

ABSTRACT.- FROM THE TREE TO THE BIOME: A MULTISCALE SOLUTION FOR URBAN BIRDS. The increase in urban population is related to an expansion of cities towards rural areas or the loss of green spaces within cities. This urban sprawl can promote significant declines in bird diversity. Numerous studies have found that an increase in green areas within cities would favor greater bird diversity of birds. However, other aspects such as the configuration or composition of urban greening have been less studied. In this work, a multiscale approach was used to address the relationship between urban greening and birds, with a focus on studies carried out in the Neotropics. Five spatial scales were identified: 1) microhabitat, 2) habitat, 3) landscape, 4) regional scale, and 5) biogeographic. The review of the different working scales revealed serious deficiencies in the knowledge of microhabitats selection by birds. Although factors affecting bird communities in green areas at the habitat and landscape scales are well known, this type of study mainly focused on urban parks. The analysis of the urban greening configuration, for example by the land-sharing/land sparing debate, is essential to guide bird-friendly landscaping projects. The fact that studies in different parts of the world have produced contrasting results in the land-sharing/land sparing debate highlights the importance of analyzing urban greening configuration in different biogeographical contexts.

KEYWORDS: *birds, cities, hierarchy, scales, urbanization*

Recibido: 29 de julio de 2022; Aceptado: 3 de noviembre de 2022

Se consideran áreas verdes a aquellos hábitats urbanos de acceso público o privado dominados por vegetación (Haq 2011, Taylor y Hochuli 2017). De esta forma, las áreas verdes pueden ser diferentes tipos de hábitats como calles arboladas, parques urbanos, cementerios y terrenos baldíos. Estos diferentes tipos de áreas verdes pueden brindar recursos

complementarios para las aves en ciudades (Gilbert 1989).

Las áreas verdes en ciudades constituyen un elemento fundamental para la conservación de aves (Beninde et al. 2015). Un reciente meta-análisis global ha mostrado que a mayor cantidad de área verde, más cantidad de especies de aves en ciudades

(Leveau et al. 2019). Sin embargo, otros aspectos actuando a diferentes escalas espaciales en relación al área verde, como el tipo de vegetación en la misma o la composición del paisaje circundante, pueden jugar un rol decisivo en la conservación de aves (Threlfall et al. 2016, Plummer et al. 2020).

Un análisis a múltiples escalas espaciales es fundamental para comprender las relaciones aves-hábitat en ambientes urbanos (Hostetler 1999, Savard et al. 2000). En general, la escala está compuesta por dos componentes: el grano y la extensión. El grano es el lugar donde tomamos los datos, mientras que la extensión es el área abarcada por las unidades de muestreo (Wiens 1989a, Cueto 2006). De esta forma, podemos enfocarnos a escala de microhábitat, considerando diferentes componentes de las áreas verdes usados por las aves. Por otra parte, se pueden analizar las diferencias de diversidad de aves en las áreas verdes urbanas ubicadas en diferentes biomas (Figura 1). Este tipo de información es fundamental para el diseño de ciudades amigables para las aves.

El objetivo de este *Punto de vista* es describir los métodos de investigación empleados en los estudios y la relación entre las aves y las áreas verdes urbanas en diferentes escalas espaciales, enfocándose principalmente en la Región Neotropical, la cual abarca desde el centro de México hasta Tierra del Fuego (del Hoyo 2020). En ausencia de ejemplos regionales, se utilizarán estudios realizados en otras partes del mundo. Otras revisiones han analizado la relación entre aves y áreas verdes urbanas a escala de hábitat y paisaje (Goddard et al. 2010, Lepczyk et al. 2017), o considerando factores socioeconómicos o interacciones biológicas que afecten a las aves (Goddard et al. 2010, Aronson et al. 2017). En este trabajo se analizará desde los mínimos componentes usados por las aves, como los árboles o tipos de sustrato de suelo, hasta las diferencias de uso a escala biogeográfica, considerando el uso de áreas verdes en diferentes biomas. Por último, se analizará cuál es el nivel de conocimiento en la región a cada escala de análisis.

MICROHÁBITAT

En general, las áreas verdes están compuestas por diferentes tipos de vegetación, dependiendo del grado de diseño e intervención humana. Por ejemplo, los parques urbanos suelen tener un alto grado de diseño e intervención, compuestos por áreas de césped, senderos para peatones, arbustos y grupos

de árboles (Gilbert 1989). Por otra parte, las calles arboladas pueden tener diferentes cantidades y composición específica de árboles, los cuales pueden ser usados de manera diferencial por las aves (Murgui 2007, Young et al. 2007). La selección de sustratos de alimentación o nidificación de las aves puede ser analizada mediante la comparación entre la disponibilidad de especies de árboles y el uso de especies realizado por las aves (Jones 2001). Por ejemplo, Wood y Esaian (2020) encontraron que solo un pequeño porcentaje de las especies nativas y exóticas de árboles en calles de Los Ángeles (Estados Unidos) fueron preferentemente usadas por las aves para la alimentación. Si bien en la Región Neotropical se han realizado estudios de uso de la vegetación por parte de las aves (Mendonça y Anjos 2005, Gómez-Aíza y Zuria 2010, Protti-Sánchez y Sandoval 2019, Sazima y Sazima 2022), los análisis de selección de la vegetación han sido más escasos y relacionados a la selección de sitios de nidificación en árboles por especies de aves exóticas invasoras o plagas (Volpe y Aramburú 2011, Girini et al. 2014, Romero et al. 2015, Fernández-Maldonado et al. 2017, Briceño et al. 2022).

HÁBITAT

En la ciudad podemos encontrar diferentes tipos de áreas verdes, como parques urbanos, cementerios, reservas naturales, calles arboladas, terrenos baldíos, líneas de ferrocarriles, jardines en casas, entre otros (Goddard et al. 2010, Breuste et al. 2021). Estos tipos de áreas verdes pueden variar de acuerdo a su tamaño, diversidad de microhábitats, composición específica de la vegetación y cantidad de peatones, los cuales pueden afectar las comunidades de aves. En su mayoría, los estudios en la Región Neotropical se han enfocado en parques urbanos (Leveau et al. 2019), mientras que otros tipos de áreas verdes como los remanentes de bosques, cementerios, baldíos y calles arboladas han sido menos estudiados (Villaseñor y Escobar 2019, Villaseñor et al. 2020, Campos-Silva y Piratelli 2021).

Parques urbanos

Por lo general, los estudios se han enfocado en el estudio de parques urbanos ubicados en paisajes con diferentes intensidades de urbanización, mediante metodologías de muestreo con transectas de ancho fijo, puntos o una mezcla de ambos métodos (Carbó-Ramírez y Zuria 2011, Muñoz-Pedrerros et al. 2018). En general la cantidad de unidades de mues-

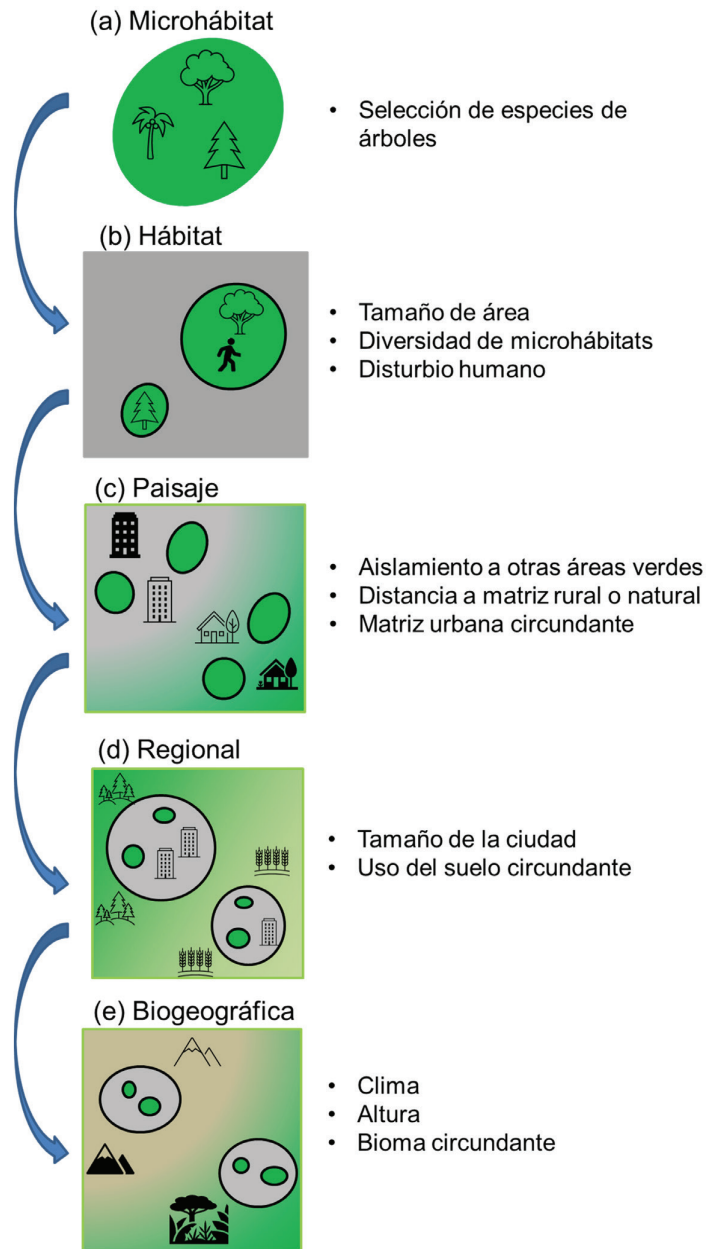


Figura 1. Representación esquemática de diferentes escalas para analizar la relación entre aves y áreas verdes urbanas: (a) microhábitat, representado por diferentes especies de árboles en un área verde, los cuales pueden ser seleccionados o evitados por las aves; (b) hábitat, representada por áreas verdes de diferente tamaño y composición de vegetación rodeadas de una matriz urbana (color gris); (c) paisaje, representada por diferentes áreas verdes rodeadas por matrices urbanas con dominancia de edificios (gris) o dominancia de otras áreas verdes (verde); (d) regional, representada por áreas verdes en ciudades de diferentes características (tamaño, uso de la tierra circundante); y (e) representada por áreas verdes en ciudades localizadas en diferentes biomas.

treo (transectas, puntos) en cada área verde aumenta a medida que el área verde es de mayor tamaño (Leveau et al. 2019).

Se han encontrado relaciones positivas entre el número de especies de aves y cambios en la composición de especies de aves en relación al tamaño

del parque (Garitano-Zavala y Gismondi 2003, Carbó-Ramírez y Zuria 2011, Enedino et al. 2018, Cediel y Lozano-Flores 2020, Garizábal-Carmona y Manceira-Rodríguez 2021), la riqueza de árboles (Barbosa de Toledo et al. 2011, Carbó-Ramírez y Zuria 2011, González-Oreja et al. 2012,), la diversidad de vegetación (Estades 1995, Faggi y Perepelizin 2006, Claro

et al. 2020) y la diversidad y cantidad de vegetación nativa (Urquiza y Mella 2002, Muñoz-Pedrerros et al. 2018, Amaya-Espinel et al. 2019). Por otra parte, factores como el ruido antrópico (Arévalo et al. 2022) y la cantidad de peatones (Leveau y Leveau 2016) se han relacionado negativamente con la diversidad de aves en parques urbanos.

Calles arboladas

Las calles arboladas han sido investigadas en varias ciudades de Argentina (Leveau y Leveau 2006, Curzel et al. 2021) y en Belo Horizonte, Brasil (de Castro Pena et al. 2017). Por lo general, se han realizado conteos de aves mediante transectas o puntos de observación en calles con diferentes intensidades de disturbio humano y características de vegetación. En general, el ruido antropogénico estuvo negativamente relacionado con la riqueza de aves, aunque la cobertura de césped (Leveau y Leveau 2006) y la riqueza de árboles (de Castro Pena et al. 2017) tuvieron una relación positiva con la riqueza de aves.

PAISAJE

Áreas verdes y matriz urbana

A escala de paisaje, factores más allá de los límites de las áreas verdes estarían influyendo sobre la diversidad y composición de aves. Las áreas verdes en ciudades están rodeadas por una matriz urbana con diferentes grados de inhospitalidad para las aves, dependiendo de la cantidad y distancia hacia otras áreas verdes. Por lo general este tipo de información se obtiene estimando la cobertura de hábitats importantes para las aves en una franja de determinado ancho rodeando a las áreas verdes, o también calculando la distancia mínima a otras áreas verdes. Se ha encontrado que la cobertura de vegetación rodeando las áreas verdes en fajas de diferentes distancias (de Castro Pena et al. 2017, Rico-Silva et al. 2021, Villaseñor y Escobar 2019, Gonçalves et al. 2021, Elizalde y Lambertucci 2022) se relacionó positivamente a la riqueza y presencia de especies de aves. También, la proximidad a otras áreas verdes (Curzel et al. 2021) o al borde de la ciudad (MacGregor-Fors y Ortega-Álvarez 2011, Villaseñor et al. 2021a) se relacionó positivamente con la riqueza de aves en áreas verdes. Sin embargo, la cobertura de edificios rodeando las áreas verdes se ha relacionado negativamente con la riqueza y presencia de especies de aves en las mismas (Faggi y Perepelizin 2006, Carbó-Ramirez y

Zuria 2011, Leveau y Leveau 2016, Amaya-Espinel et al. 2019, Villaseñor y Escobar 2019, Elizalde y Lambertucci 2022).

Diferentes tipos de áreas verdes

Diferentes tipos de áreas que poseen distintos ensambles de aves ayudan a aumentar la diversidad de aves del paisaje urbano. Por lo general los estudios han comparado diferentes tipos de áreas verdes de forma pareada en el paisaje urbano. Por ejemplo, Villaseñor et al. (2020) y Zuñiga-Palacios et al. (2020) encontraron que la composición de especies de aves en baldíos fue significativamente diferente a parques urbanos o sitios de control adyacentes. Los terrenos baldíos tuvieron mayor abundancia de especies típicas de ambientes abiertos, las cuales son negativamente afectadas por la urbanización (Leveau 2019).

Separación e integración del verde urbano

Otro aspecto relevante de las áreas verdes en el paisaje es su cantidad y configuración. Aunque actualmente se recomienda un mínimo de 30% de cobertura de área verde en un determinado barrio para la salud del ser humano (IUCN 2020, Konijnendijk 2022), no se conocen estudios que avalen este porcentaje para la conservación de aves. Por otra parte, es relevante analizar cómo la configuración de esas áreas verdes afecta la diversidad de aves. En este sentido, la configuración puede tomar dos formas: separación o integración del verde urbano (debate "land-sparing/land-sharing", Lin y Fuller 2013). Separación del verde urbano significa que las áreas verdes están separadas de los edificios, formando un parche contiguo de vegetación (Figura 2a). Integración indica que las áreas verdes están dispersas entre los edificios de manera más fragmentada (Figura 2b).

Una forma de analizar el efecto de la integración y separación del verde urbano sobre las aves es a través de la selección de unidades de muestreo de varias hectáreas (por ejemplo 25 ha, Ibáñez-Álamo et al. 2020), en la cual se ubican puntos de conteo como subunidades de muestreo. La relación entre estos tipos de modelos urbanos y la diversidad de aves ha sido poco estudiada a escala global, con resultados contrastantes entre estudios (Sushinsky et al. 2013, Ibáñez-Álamo et al. 2020). Mientras que Sushinsky et al. (2013) encontraron una mayor diversidad de aves en separación del verde urbano en Brisbane (Australia), Ibáñez-Álamo et al. (2020) encontraron una

(a) Separación del verde urbano



(b) Integración del verde urbano

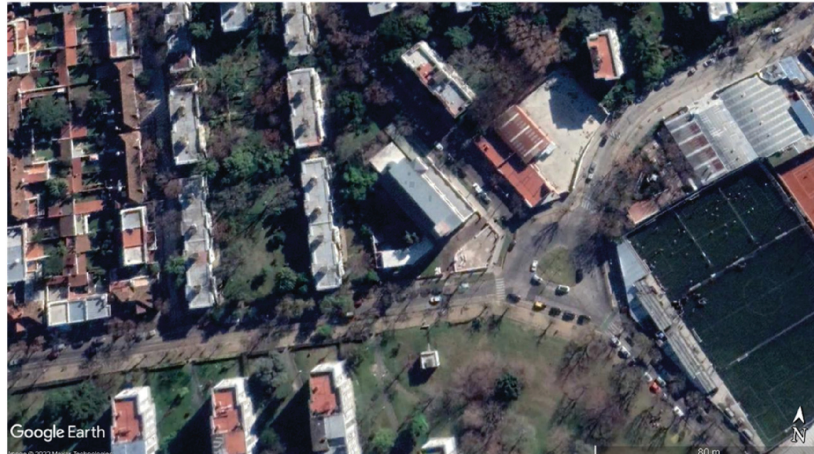


Figura 2. Imágenes de Google Earth representando (a) áreas de separación del verde urbano y (b) áreas de integración del verde urbano en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

mayor diversidad en integración del verde en varias ciudades europeas.

En Santiago de Chile, Villaseñor y colaboradores (2021b) analizaron la relación entre la agregación de vegetación en paisajes y la diversidad de aves. Sin embargo, no encontraron relación entre la configuración de la vegetación y la diversidad de aves.

¿Pocas áreas grandes o varias pequeñas?

La separación de pequeños parches de verde versus unos pocos parches grandes (debate “Single Large or Several Small”, Diamond 1975) también puede ser determinante para la conservación de aves en ciudades. Una forma de comparar ambos diseños es construir curvas de acumulación de especies en relación al

área verde acumulada, ordenadas desde el área verde más chica a la grande y desde la más grande a la más chica (Fahrig 2020, Figura 3). Un reciente meta-análisis global en diferentes ambientes mostró que la acumulación de especies es mayor para las áreas verdes pequeñas que las áreas grandes a una misma cobertura de área (Fahrig 2020). Por lo tanto, pequeñas áreas verdes podrían ser más beneficiosas para la diversidad de aves que unas pocas grandes. Sin embargo, la cantidad de estudios realizados en ambientes urbanos es escasa y con resultados contrastantes. Por ejemplo, Kim et al. (2007) encontraron que varios parques pequeños acumularon más especies que unos pocos parques grandes en Seúl (Corea del Sur), mientras que Le Roux et al. (2015) encontraron el patrón inverso en parques urbanos de Canberra (Australia). En la Región Neotropical no se conocen estudios publicados.

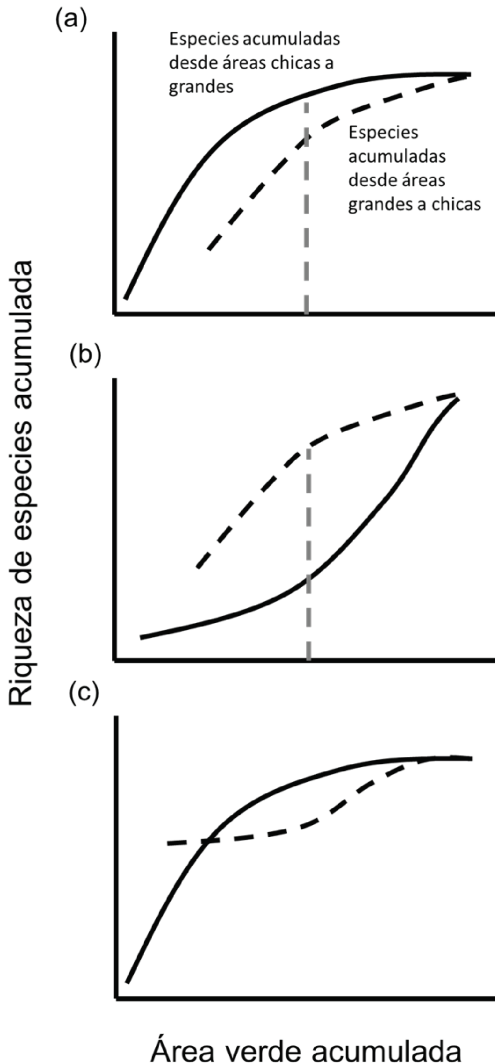


Figura 3. Representación esquemática del análisis de varias áreas pequeñas versus una grande (Quinn y Harrison, 1988) y la diversidad de especies de aves. Por un lado, se acumulan las especies y la cantidad de área verde muestreada desde las áreas pequeñas a las grandes (línea negra continua). Por el otro lado se acumulan las especies y área verde desde las áreas grandes a las pequeñas (línea negra discontinua). Luego se compara la cantidad de especies a una misma área verde acumulada (línea vertical gris discontinua). En (a), varias áreas pequeñas acumulan más especies que una pocas grandes, en (b) unas pocas áreas grandes acumulan más especies que varias pequeñas, mientras que en (c) la acumulación de especies sería similar entre configuraciones de verde debido a que ambas líneas de acumulación se cruzan. Adaptado de Fahrig (2020).

ESCALA REGIONAL

A escala regional se consideran aquellas ciudades localizadas en una región, caracterizada por poseer áreas relativamente homogéneas de tipo de vegetación, suelo, uso de la tierra y geología (Omernik 1987, O'Neill et al. 1996). Analizar el rol de las áreas verdes

sobre las aves en diferentes ciudades de una misma región nos permitiría tener en cuenta factores relacionados al tamaño de la ciudad, su cercanía a la costa o el uso de la tierra rodeando a las ciudades (Luck et al. 2013). El tamaño de la ciudad a su vez se relaciona con otros factores como la contaminación y el aislamiento de las comunidades de aves a las áreas rurales o naturales. Por ejemplo, a mayor tamaño de la ciudad las áreas verdes pueden estar más alejadas de las áreas rurales y tener más tránsito de vehículos, lo que podría afectar significativamente la riqueza y composición de aves (Jokimäki y Kaisanlahti-Jokimäki 2003, Leveau 2021). Por otra parte, Hedblom y Söderström (2010) encontraron que la relación entre la cobertura de bosque y la abundancia de varias especies de aves de bosques varió de acuerdo con el uso de la tierra circundante a cada ciudad en Suecia. Ciertas especies, como el Pico Picapinos (*Dendrocopos major*) o el Trepador Azul (*Sitta europaea*), se relacionaron positivamente con el área de bosque urbano en ciudades rodeadas por paisajes agrícolas, mientras que esta relación se perdió en ciudades rodeadas por paisajes boscosos. Los autores plantearon que, en usos de la tierra boscosos, los bosques periurbanos actuaron como fuente de individuos para los bosques dentro de la ciudad, eliminando la relación entre cobertura de bosque y abundancia de especies.

Estos estudios muestran la importancia de considerar factores a escala regional para entender las comunidades de aves en áreas verdes urbanas. Sin embargo, el rol del tamaño de la ciudad o el uso de la tierra circundante a las ciudades sobre las comunidades de aves en áreas verdes ha sido escasamente estudiado en la Región Neotropical. Leveau y Leveau (2006), analizaron las comunidades de aves en calles arboladas de tres ciudades en el sur de la región Pampeana (Argentina), encontrando una menor riqueza de especies en la ciudad más grande. Vaccaro et al. (2022) encontraron que la diversidad de aves en centros urbanos fue mayor para ciudades rodeadas por paisajes de bosques que en paisajes agrícolas del bioma de Selva Paranaense. En relación con la composición de especies, Garaffa et al. (2009) encontraron que la disimilitud de la composición de especies entre el centro urbano y las áreas rurales aumentó con el tamaño de la ciudad. De forma similar, MacGregor-Fors et al. (2011) encontraron diferencias en la composición de aves entre ciudades grandes ($> 10 \text{ km}^2$) y pequeñas ($< 4 \text{ km}^2$). Por lo tanto, los estudios realizados en la región sugieren que el tama-

ño de la ciudad y la matriz circundante a las ciudades afectan las comunidades de aves en sus áreas verdes.

ESCALA BIOGEOGRÁFICA

A escala biogeográfica se consideran las áreas verdes en ciudades localizadas en diferentes biomas o a lo largo de gradientes climáticos o de vegetación. Se sabe que la riqueza de aves aumenta hacia los trópicos y, en general, disminuye con la altura en respuesta a la disponibilidad de recursos, heterogeneidad del hábitat y limitantes fisiológicas de las especies (Wiens 1989b, Rosenzweig 1995). Por lo tanto, a escala biogeográfica el conjunto regional de especies que rodean las áreas verdes urbanas cambia, posiblemente influenciando a las comunidades de aves en las mismas. En este sentido, Morelli et al. (2018) encontraron que la riqueza de aves en cementerios de ciudades europeas disminuye al aumentar la altitud. Por otro lado, Liu et al. (2019) encontraron que la temperatura, precipitación y heterogeneidad topográfica (rango de alturas) se relacionaron positivamente con la riqueza de aves en parques urbanos de ciudades chinas. Estos resultados sugieren que las comunidades de aves en áreas verdes urbanas reflejan ciertas características del conjunto regional de especies (Suhoonen y Jokimäki 1988).

En la Región Neotropical se han encontrado resultados similares. MacGregor-Fors et al. (2021) encontraron que la riqueza de aves en parques urbanos de ciudades mexicanas varió de acuerdo con la región biogeográfica en la cual se encontraron. Por otra parte, Leveau (2022) encontró que la riqueza de aves rapaces en áreas verdes de Latinoamérica aumentó hacia los trópicos y disminuyó a mayor altitud. Estos resultados sugieren que las comunidades de aves en áreas verdes están influenciadas por el contexto biogeográfico en el cual se encuentran.

CONCLUSIONES

El repaso realizado de los estudios publicados sobre las diferentes escalas de trabajo reveló deficiencias en el conocimiento de la selección de microhábitats por parte de las aves y de los patrones de diversidad de aves a escalas biogeográficas. Por ejemplo, de todas las especies de árboles que se pueden utilizar en las áreas verdes, se conoce muy poco cuáles son las preferidas por las aves o cuáles son evitadas.

Por otra parte, aunque se conocen qué factores a escala de hábitat y paisaje se relacionan con las comunidades de aves en áreas verdes, este tipo de estudio se centró principalmente en parques urbanos. Otros tipos de áreas verdes como los terrenos baldíos, cementerios o terrazas verdes han sido menos estudiados.

El análisis de la configuración del verde urbano, por ejemplo a modo de integración versus separación del verde, es fundamental para guiar propuestas de paisajismo amigables a las aves. El hecho de que estudios en diferentes partes del mundo hayan arrojado resultados contrastantes resalta la importancia de analizar la configuración del verde urbano en diferentes contextos biogeográficos.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo fue sustancialmente mejorado gracias al aporte de dos revisores anónimos y Ernesto Ruelas Inzunza. Le autore agradece la financiación de la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación PICT-2018-03871.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AMAYA-ESPINEL JD, HOSTETLER M, HENRIQUEZ C Y BONACIC C (2019) The influence of building density on Neotropical bird communities found in small urban parks. *Landscape and Urban Planning* 190: 103578.
- ARÉVALO C, AMAYA-ESPINEL JD, HENRIQUEZ C, IBARRA JT Y BONACIC C (2022) Urban noise and surrounding city morphology influence green space occupancy by native birds in a Mediterranean-type South American metropolis. *Scientific Reports* 12: 1-11.
- ARONSON MF, LEPCZYK CA, EVANS KL, GODDARD MA, LERMAN SB, MACIVOR JS, NILON C Y VARGO T (2017) Biodiversity in the city: key challenges for urban green space management. *Frontiers in Ecology and the Environment* 15: 189-196.
- BARBOSA DE TOLEDO MCB, DONATELLI RJ Y BATISTA GT (2012) Relation between green spaces and bird community structure in an urban area in Southeast Brazil. *Urban Ecosystems* 15: 111-131.
- BENINDE J, VEITH M Y HOCHKIRCH A (2015) Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology Letters* 18: 581-592.

- BREUSTE J, PAULEIT S, HAASE D Y SAUERWEIN M (2021). *Urban Ecosystems*. Springer-Verlag, Berlin.
- BRICEÑO C, LARRAECHEA M Y ALVARADO S (2022) Monk Parakeet's (*Myiopsitta monachus*) Ecological Parameters after Five Decades of Invasion in Santiago Metropolitan, Chile. *Birds* 3: 341–358
- CAMPOS-SILVA LA Y PIRATELLI AJ (2021) Vegetation structure drives taxonomic diversity and functional traits of birds in urban private native forest fragments. *Urban Ecosystems* 24: 375–390
- CARBÓ-RAMÍREZ P Y ZURIA I (2011) The value of small urban greenspaces for birds in a Mexican city. *Landscape and Urban Planning* 100: 213–222
- CEDIEL F Y LOZANO-FLOREZ AJ (2020) Aves urbanas en zonas verdes del área metropolitana de Bucaramanga, Santander, Colombia. *Ornitología Colombiana* 18: 1–20.
- CLARO HWP, ROSSI RF Y LOPES WH (2020) Bird communities in urban habitat: the importance of vegetation in city squares. *Revista Sapiência* 9: 201–217
- CUETO VR (2006) Escalas en ecología: su importancia para el estudio de la selección de hábitat en aves. *El Hornero* 21: 1–13
- CURZEL FE, BELLOCQ MI Y LEVEAU LM (2021) Local and landscape features of wooded streets influenced bird taxonomic and functional diversity. *Urban Forestry & Urban Greening* 66: 127369
- DE CASTRO PENA JC, MARTELLO F, RIBEIRO MC, ARMITAGE RA, YOUNG RJ Y RODRIGUES M (2017) Street trees reduce the negative effects of urbanization on birds. *PLoS one* 12: e0174484
- DEL HOYO J (2020) *All the birds of the World*. Lynx edicions, Barcelona.
- DIAMOND JM (1975) The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biological Conservation* 7: 129–146
- ENEDINO TR, LOURES-RIBEIRO A Y SANTOS BA (2018) Protecting biodiversity in urbanizing regions: The role of urban reserves for the conservation of Brazilian Atlantic Forest birds. *Perspectives in Ecology and Conservation* 16: 17–23
- ELIZALDE L Y LAMBERTUCCI SA (2022) Private gardens in a town immersed in a National Park: Potential for conservation and highly valued under COVID lockdown. *Landscape and Urban Planning* 226: 104481
- ESTADES CF (1995) Aves y vegetación urbana, el caso de las plazas. *Boletín Chileno de Ornitología* 2: 7–13
- FAGGI A Y PEREPELIZIN P (2006) Riqueza de aves a lo largo de un gradiente de urbanización en la ciudad de Buenos Aires. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie* 8: 289–297
- FAHRIG L (2020) Why do several small patches hold more species than few large patches? *Global Ecology and Biogeography* 29: 615–628
- FERNÁNDEZ-MALDONADO VN, GORLA DE Y BORGHI CE (2017) Landscape features influencing nesting-site selection of *Columba livia* and *Patagioenas maculosa* in a south American Desert city. *El Hornero* 32: 257–268.
- GARAFFA PI, FILLOY J Y BELLOCQ MI (2009) Bird community responses along urban–rural gradients: does the size of the urbanized area matter? *Landscape and Urban Planning* 90: 33–41
- GARITANO ZAVALA Á Y GISMONDI P (2003) Variación de la riqueza y diversidad de la ornitofauna en áreas verdes urbanas de las ciudades de La Paz y El Alto (Bolivia). *Ecología en Bolivia* 38: 65–78
- GARIZÁBAL-CARMONA JA Y MANCERA-RODRÍGUEZ NJ (2021) Bird species richness across a Northern Andean city: effects of size, shape, land cover, and vegetation of urban green spaces. *Urban Forestry & Urban Greening* 64: 127243
- GILBERT O (1989) *The Ecology of Urban Habitats*. Chapman and Hall, Londres.
- GIRINI JM, PALACIO FX, DEL HUERTO MDC Y KUZMANICH N (2014) Selección de dormideros por el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*) en La Plata, Buenos Aires, Argentina. *El Hornero* 29: 23–28
- GODDARD MA, DOUGILL AJ Y BENTON TG (2010) Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments. *Trends in Ecology & Evolution* 25: 90–98
- GÓMEZ-AÍZA L Y ZURIA I (2010) Aves visitantes a las flores del maguey (*Agave salmiana*) en una zona urbana del centro de México. *Ornitología Neotropical* 21: 17–30
- GONÇALVES SF, DE PAULA LOURENCO AC, DE SOUSA BUENO FILHO JS Y DE TOLEDO MCB (2021) Characteristics of residential backyards that contribute to conservation and diversity of urban birds: a case study in a Southeastern Brazilian city. *Urban Forestry & Urban Greening* 61: 127095
- GONZÁLEZ-OREJA JA, BARILLAS-GÓMEZ AL, BONACHE-REGIDOR C, BUZO-FRANCO D, GARCÍA-GUZMÁN J Y HERNÁNDEZ-SANTIN L (2012) Does habitat heterogeneity affect bird community structure in urban parks. *Urban bird ecology and conservation* (Studies in Avian Biology No. 45), 1–16
- HAQ SMA (2011) Urban green spaces and an integrative approach to sustainable environment. *Journal of Environmental Protection* 2: 601–608
- HEDBLM M Y SÖDERSTRÖM B (2010) Landscape effects on birds in urban woodlands: an analysis of 34 Swedish cities. *Journal of Biogeography* 37: 1302–1316

- HOSTETLER M (1999) Scale, birds, and human decisions: a potential for integrative research in urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning* 45: 15-19
- IBÁÑEZ-ÁLAMO JD, MORELLI F, BENEDETTI Y, RUBIO E, JOKIMÄKI J, PÉREZ-CONTRERAS T, SPRAU P, SUHONEN J, TRYJANOWSKI P, KAISANLAHTI-JOKIMÄKI MJ, MØLLER APY DIAZ M (2020) Biodiversity within the city: effects of land sharing and land sparing urban development on avian diversity. *Science of the Total Environment* 707: 135477
- IUCN, 2020. (2020) Promoting health and wellbeing through urban forests – Introducing the 3-30-300 rule. <https://iucnurbanalliance.org/promoting-health-and-wellbeing-through-urban-forests-introducing-the-3-30-300-rule/> (accedido el 22 de Julio de 2022)
- JOKIMÄKI J Y KAISANLAHTI-JOKIMÄKI ML (2003) Spatial similarity of urban bird communities: a multiscale approach. *Journal of Biogeography* 30: 1183-1193
- JONES J (2001) Habitat selection studies in avian ecology: a critical review. *The Auk* 118: 557-562
- KIM J, CHAE J Y KOO TH (2007) Variation in bird diversity in relation to habitat size in the urban landscape of Seoul, South Korea. *Acta Ornithologica* 42: 39-44
- KONIJNENDIJK CC (2022) Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: introducing the 3–30–300 rule. *Journal of Forestry Research*, 1-10
- LE ROUX DS, IKIN K, LINDENMAYER DB, MANNING AD Y GIBBONS P (2015) Single large or several small? Applying biogeographic principles to tree-level conservation and biodiversity offsets. *Biological Conservation* 191: 558-566
- LEPCZYK CA, ARONSON MF, EVANS KL, GODDARD MA, LERMAN SB Y MACIVOR JS (2017) Biodiversity in the city: fundamental questions for understanding the ecology of urban green spaces for biodiversity conservation. *BioScience* 67: 799-807
- LEVEAU CM Y LEVEAU LM (2006) Ensembles de aves en calles arboladas de tres ciudades costeras del sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *El Hornero* 21: 25-30
- LEVEAU LM (2019) Primary productivity and habitat diversity predict bird species richness and composition along urban-rural gradients of central Argentina. *Urban Forestry & Urban Greening* 43: 126349
- LEVEAU LM (2021) *Urban Forestry & Urban Greening* 57: 126953
- LEVEAU LM (2022) Large-scale variations of raptor communities in urban green spaces of neotropical cities. *Perspectives in Ecology and Conservation*. 4: 352-359
- LEVEAU LM Y LEVEAU CM (2016) Does urbanization affect the seasonal dynamics of bird communities in urban parks? *Urban Ecosystems* 19: 631-647
- LEVEAU LM, RUGGIERO A, MATTHEWS TJ Y BELLOCQ MI (2019) A global consistent positive effect of urban green area size on bird richness. *Avian Research* 10: 30
- LIN BB Y FULLER RA (2013) Sharing or sparing? How should we grow the world's cities? *Journal of Applied Ecology* 50: 1161-1168
- LIU J, BAI H, MA H Y FENG G (2019) Bird diversity in Chinese urban parks was more associated with natural factors than anthropogenic factors. *Urban Forestry & Urban Greening* 43: 126358
- LUCK GW, SMALLBONE LT Y SHEFFIELD KJ (2013) Environmental and socio-economic factors related to urban bird communities. *Austral Ecology* 38: 111-120
- MACGREGOR-FORS I, MORALES-PÉREZ L Y SCHONDUBE JE (2011) Does size really matter? Species–area relationships in human settlements. *Diversity and Distributions* 17: 112-121
- MACGREGOR-FORS I Y 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: 239-246
- MACGREGOR-FORS I, ESCOBAR-IBÁÑEZ JF, SCHONDUBE JE, ZURIA I, ORTEGA-ÁLVAREZ R, SOSA-LÓPEZ JR, RUVALCABA-ORTEGA I, ALMAZÁN-NÚÑEZ RC, ARELLANO-DELGADO M, ARRIAGA-WEISS SL, CALVO A, CHAPA-VARGAS L, SILVESTRE LARA PX, GARCÍA-CHÁVEZ JH, HINOJOSA O, KOLLER-GONZÁLEZ JM, LARA C, LÓPEZ DE AQUINO S, LÓPEZ-SANTILLÁN D, MAYA-ELIZARRARÁS E, MEDINA JP, MORENO NAVARRO JJ, MURILLO GARCÍA LE, OROZCO L, PINEDA-LÓPEZ R, RODRÍGUEZ-RUIZ ER, TINAJERO HERNÁNDEZ JR, TORRES ABÁN LB Y VEGA-RIVERA JH (2021) The urban contrast: A nationwide assessment of avian diversity in Mexican cities. *Science of the Total Environment* 753: 141915
- MENDONÇA LB Y ANJOS LD (2005) Beija-flores (Aves, Trochilidae) e seus recursos florais em uma área urbana do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22: 51-59
- MORELLI F, MIKULA P, BENEDETTI Y, BUSSIÈRE R Y TRYJANOWSKI P (2018) Cemeteries support avian diversity likewise urban parks in European cities: assessing taxonomic, evolutionary and functional diversity. *Urban Forestry & Urban Greening* 36: 90-99
- MUÑOZ-PEDREROS A, GONZÁLEZ-URRUTIA M, ENCINA-MONTOYA F Y NORAMBUENA HV (2018) Effects of vegetation strata and human disturbance on bird diversity in green areas in a city in southern Chile. *Avian Research* 9: 1-15
- MURGUI E (2007) Factors influencing the bird community of urban wooded streets along an annual cycle. *Ornis Fennica* 84: 66-77
- O'NEILL RV, HUNSAKER CT, TIMMINS SP, JACKSON BL, JONES KB, RIITERS KH Y WICKHAM JD (1996) Scale problems

- in reporting landscape pattern at the regional scale. *Landscape Ecology* 11: 169-180
- OMERNIK JM (1987) Ecoregions of the conterminous United States. *Annals of the Association of American Geographers* 77: 118-125
- PLUMMER KE, GILLINGS S Y SIRIWARDENA GM (2020) Evaluating the potential for bird-habitat models to support biodiversity-friendly urban planning. *Journal of Applied Ecology* 57: 1902-1914
- PROTTI-SÁNCHEZ F Y SANDOVAL L (2019) Changes in nesting sites abundance and their use by woodpeckers along an urban gradient: a ten-year comparison. *Revista de Biología Tropical* 67: 274-281
- QUINN JF Y HARRISON SP (1988) Effects of habitat fragmentation and isolation on species richness: evidence from biogeographic patterns. *Oecologia* 75: 132-140
- RICO-SILVA JF, CRUZ-TRUJILLO EJ Y COLORADO ZGJ (2021) Influence of environmental factors on bird diversity in greenspaces in an Amazonian city. *Urban Ecosystems* 24: 365-374
- ROMERO IP, CODESIDO M Y BILENCA DN (2015) Nest building by Monk Parakeets *Myiopsitta monachus* in urban parks in Buenos Aires, Argentina: are tree species used randomly? *Ardeola* 62: 323-333
- ROSENZWEIG ML (1995) Species diversity in space and time. *Cambridge University Press, Cambridge*.
- SAVARD JPL, CLERGEAU P Y MENNECHEZ G (2000) Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning* 48: 131-142
- SAZIMA I Y SAZIMA M (2022) A handful of beauty and services: flower-visiting birds at two small urbanised sites in south-eastern Brazil and Australia. *Flora*, 152151
- SUHONEN J Y JOKIMÄKI J (1988) A biogeographical comparison of the breeding bird species assemblages in twenty Finnish urban parks. *Ornis Fennica* 65: 76-83
- SUSHINSKY JR, RHODES JR, POSSINGHAM HP, GILL TK Y FULLER RA (2013) How should we grow cities to minimize their biodiversity impacts? *Global Change Biology* 19: 401-410
- TAYLOR L Y HOCHULI DF (2017) Defining greenspace: multiple uses across multiple disciplines. *Landscape and Urban Planning* 158: 25-38
- THRELFALL CG, WILLIAMS NS, HAHS AK Y LIVESLEY SJ (2016) Approaches to urban vegetation management and the impacts on urban bird and bat assemblages. *Landscape and Urban Planning* 153: 28-39
- URQUIZA A Y MELLA JE (2002) Riqueza y diversidad de aves en parques de Santiago durante el período estival. *Boletín Chileno de Ornitología* 9: 12-21
- VACCARO AS, FILLOY J Y BELLOCQ MI (2022) Bird taxonomic and functional diversity in urban settlements within a forest biome vary with the landscape matrix. *Perspectives in Ecology and Conservation* 20: 9-17
- VILLASEÑOR NR, CHIANG LA, HERNÁNDEZ HJ Y ESCOBAR MA (2020) Vacant lands as refuges for native birds: an opportunity for biodiversity conservation in cities. *Urban Forestry & Urban Greening* 49: 126632
- VILLASEÑOR NR Y ESCOBAR MA (2019) Cemeteries and biodiversity conservation in cities: how do landscape and patch-level attributes influence bird diversity in urban park cemeteries? *Urban Ecosystems* 22: 1037-1046
- VILLASEÑOR NR, TRUFFELLO R Y REYES-PAECKE S (2021a) Greening at multiple scales promote biodiverse cities: a multi-scale assessment of drivers of Neotropical birds. *Urban Forestry & Urban Greening* 66: 127394
- VILLASEÑOR NR, ESCOBAR MA Y HERNÁNDEZ HJ (2021b) Can aggregated patterns of urban woody vegetation cover promote greater species diversity, richness and abundance of native birds? *Urban Forestry & Urban Greening* 61: 127102
- VOLPE NL Y ARAMBURÚ RM (2011) Preferencias de nidificación de la Cotorra Argentina (*Myiopsitta monachus*) en un área urbana de Argentina. *Ornitología Neotropical* 22: 111-119
- WIENS JA (1989a) Spatial scaling in ecology. *Functional Ecology* 3: 385-397
- WIENS JA (1989b) *The ecology of bird communities* (Vol. 1). Cambridge University Press, Cambridge
- WOOD EM Y ESAIAN S (2020) The importance of street trees to urban avifauna. *Ecological Applications* 30: e02149
- YOUNG KM, DANIELS CB Y JOHNSTON G (2007) Species of street tree is important for southern hemisphere bird trophic guilds. *Austral Ecology* 32: 541-550
- ZUÑIGA-PALACIOS J, ZURIA I, MORENO CE, ALMAZÁN-NÚÑEZ RC Y GONZÁLEZ-LEDESMA M (2020). Can small vacant lots become important reservoirs for birds in urban areas? A case study for a Latin American city. *Urban Forestry & Urban Greening* 47: 126551