

Dinámica estacional de la comunidad de aves en parques urbanos y cementerios de Buenos Aires, Argentina

M. LUCÍA BOCELLI¹✉; FEDERICO MORELLI²; YANINA BENEDETTI² & LUCAS M. LEVEAU¹

¹Departamento de Ecología, Genética y Evolución, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires - IEGEBA (CONICET-UBA). Buenos Aires, Argentina. ²Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Environmental Sciences, Community Ecology and Conservation. Prague, Czech Republic.

RESUMEN. Los espacios verdes urbanos cumplen un rol fundamental para la conservación de aves en ciudades. Aunque el rol de los parques urbanos para conservar la diversidad de aves ha sido analizado a escala global, el análisis del rol de los cementerios ha sido más escaso. El objetivo del trabajo fue describir y comparar la dinámica estacional de diferentes componentes de diversidad taxonómica y composición de aves en cementerios y parques urbanos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Argentina). Las aves fueron muestreadas en puntos de conteo de 100 m de radio, ubicados en tres parques y tres cementerios de la ciudad, utilizándose curvas de rarefacción para determinar su diversidad taxonómica durante las estaciones reproductivas y no reproductivas. En general, la diversidad de aves (medida como la riqueza de especies y el índice de diversidad de Shannon y de Simpson) fue mayor en cementerios que en parques y durante la época reproductiva, mostrando mayor variación estacional de la diversidad en los primeros. La composición de aves varió entre estaciones, siendo *Zenaida auriculata* la especie más común durante la época reproductiva, y *Myiopsitta monachus* la más abundante durante la época no reproductiva. Sin embargo, las especies más comunes y abundantes dentro de la comunidad, fueron similares en parques y cementerios. Estos resultados indican que la diversidad taxonómica de especies de aves en áreas verdes de Buenos Aires varía estacionalmente y que aumenta, en particular, en cementerios durante la época reproductiva. Por lo tanto, los cementerios serían de gran importancia para la conservación de aves, ya que agregan heterogeneidad al paisaje urbano, brindando una mayor diversidad de hábitats capaces de albergar un número más elevado de especies. A su vez, el hecho de que las comunidades de aves cambien según la temporada sugiere que los cementerios urbanos ayudan a mantener las dinámicas estacionales propias de la región.

[Palabras clave: diversidad, estacionalidad, urbanización]

ABSTRACT. Seasonal dynamics of bird community in urban parks and cemeteries. Urban green spaces play a fundamental role in bird conservation in cities. Although the role of urban parks in conserving bird diversity has been explored on a global scale, the analysis of the role of cemeteries has been scarcer. This study aimed to describe and compare the seasonal dynamic of different components of avian taxonomic diversity and composition in two types of urban green areas, parks and cemeteries, in the Autonomous City of Buenos Aires (Argentina). Birds were counted at fixed counting points of 100 m radius in three parks and three cemeteries, and rarefaction curves were used to compare their taxonomic diversity between parks and cemeteries during the breeding and non-breeding seasons. In general, bird diversity (measured as species richness and Shannon and Simpson diversity index) was higher in cemeteries than in parks and during the breeding season, showing greater variation in cemeteries. Bird composition changed between seasons, with *Zenaida auriculata* being the most common species during the breeding season, while *Myiopsitta monachus* was the most abundant during the non-breeding season. However, the composition of the avian community (the most common and abundant species) was similar between parks and cemeteries. Our results suggest that cemeteries are green spaces of great importance since they add heterogeneity to the urban landscape, providing a greater diversity of micro-habitats capable of housing a higher number of species than parks. The higher degree of seasonal variation in the bird community in cemeteries suggests that these habitats help maintain the natural seasonal dynamics.

[Keywords: diversity, seasonal, urbanization]

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente la mitad de las personas del planeta reside en áreas urbanas (United Nations 2019), y se espera que para 2030 la cifra alcance un valor del 60% (Martine 2007). Esta urbanización es una de las principales preocupaciones para la conservación de la biodiversidad (Dearborn and Kark 2010; Kowarik 2011) ya que afecta la distribución y abundancia de especies, provocando una homogeneización taxonómica (McKinney 2008; Leveau et al. 2015), funcional (Devictor et al. 2007) y filogenética (Morelli 2016; Ibáñez-Álamo et al. 2017). Además, este proceso de homogenización puede ocasionar extinciones locales de aquellas especies más vulnerables. Por ejemplo, especies recurso-especialistas generalmente se ven excluidas de las áreas urbanas (Concepción et al. 2015; Callaghan 2019a), ya que tienen menor probabilidad de encontrar los recursos necesarios para su subsistencia (Bonier et al. 2007). A partir de la creciente urbanización y teniendo en cuenta que las áreas urbanas albergan un gran número de especies de flora y fauna nativas y exóticas (Aronson et al. 2014; Ives et al. 2016; Lepczyk et al. 2017), en los últimos años ha cobrado gran relevancia el planeamiento urbano para mitigar los efectos negativos de la urbanización sobre la biodiversidad (Alvey 2006).

Los espacios verdes de las ciudades, entre los que se cuentan parques urbanos y cementerios, representan refugios para la vida silvestre (Barret and Barret 2001; Alvey 2006; Löki et al. 2019), en particular para las aves (Chace and Walsh 2006; McKinney 2008; Schütz and Schulze 2015; Curzel and Leveau 2021). Al ser fácilmente observables y responder a cambios ambientales (Lepczyk et al. 2017), las aves resultan buenas indicadores para comprender el impacto de la urbanización en la biodiversidad (Aronson et al. 2014; Gil and Brumm 2014). Las características de los espacios verdes son críticas para las aves que los habitan, existiendo una fuerte relación entre diversidad de especies y diversidad del hábitat (Leveau 2013; Callaghan 2019b). Por lo tanto, el planeamiento y manejo de los espacios verdes es fundamental para mantener y aumentar la diversidad de aves en ciudades (Eraud et al. 2007; Shwartz et al. 2013).

Existen diferentes comunidades de aves en distintos espacios urbanos (Curzel and Leveau 2021). A pesar de que la relación entre la diversidad de aves y los parques urbanos

ha sido estudiada ampliamente (Nielsen et al. 2014; Beninde et al. 2015; Leveau et al. 2019), el rol de los cementerios en albergar diversidad de aves ha sido mucho menos estudiado (Lussenhop 1977; Tryjanowski et al. 2017; Morelli et al. 2018a), particularmente en el hemisferio sur (Villaseñor and Escobar 2019). Un estudio reciente a gran escala en Latinoamérica, utilizó a parques y cementerios como unidad de muestreo y encontró que los mismos poseen una diversidad de aves similar (Leveau et al. 2022). Sin embargo, los resultados obtenidos pueden variar de acuerdo a la escala de análisis. Si los cementerios son más heterogéneos ambientalmente entre sí que los parques urbanos, pueden acumular más especies que los parques debido a una mayor variedad de hábitats. Por ejemplo, una especie puede habitar un determinado cementerio por condiciones ambientales particulares al mismo y estar ausente en el resto de los cementerios. Alternativamente, si los cementerios poseen el mismo nivel de heterogeneidad ambiental que los parques, acumularían un número similar de especies. Hasta el momento, este tipo de análisis no se ha realizado en cementerios y parques de Latinoamérica.

Adicionalmente a las diferencias espaciales, las áreas urbanas se caracterizan por un amortiguamiento temporal de las condiciones del medioambiente (Shochat et al. 2006; Fuller et al. 2008; Leveau 2018), existiendo varios estudios que hallaron una menor fluctuación estacional de las comunidades de aves en las áreas más urbanizadas (La Sorte et al. 2014; Leveau et al. 2015; Leveau and Leveau 2016). Este amortiguamiento sobre los ciclos naturales ocurre a diversas escalas temporales a través de la estabilización de factores bióticos y abióticos como la luz, la temperatura, el alimento y la estructura del hábitat (Leveau 2018). Por ejemplo, en parques urbanos los humanos suelen proveer de alimento a las aves a lo largo del año (Zhou and Chu 2012) y la luz artificial afecta el ciclo de luz-oscuridad modificando los recursos alimenticios al verse los insectos atraídos hacia la luz (Ciach and Fröhlich 2017). Esto afectaría la dinámica estacional de las comunidades de aves en comparación a áreas rurales (Leveau et al. 2021). Sin embargo, los parques y cementerios, a diferencia de otras áreas urbanas, poseen un alto porcentaje de vegetación y pueden albergar a distintas especies migradoras (Villaseñor and Escobar 2019; La Sorte et al. 2020; Leveau 2021). Además, las especies de aves residentes pueden hacer un mayor uso

de los parques y cementerios durante la época reproductiva debido a los recursos que estos espacios brindan (Leveau et al, 2015). Por estas razones, parques y cementerios pueden presentar una dinámica similar a las áreas rurales, como una mayor diversidad de aves durante la primavera y verano en comparación a otoño e invierno (Cueto and Casenave 2000; Leveau and Leveau 2011; Palacio and Montalti 2013; Haag et al. 2020).

En Latinoamérica, la dinámica estacional de comunidades de aves en cementerios y parques urbanos ha sido poco estudiada (Villaseñor and Escobar 2019; Leveau et al. 2022). El objetivo de este estudio es analizar las diferencias de diversidad de aves en parques y cementerios en la ciudad de Buenos Aires (Argentina) durante un ciclo anual. Se espera que la diversidad de aves aumente durante la época reproductiva de las aves, debido en parte a la llegada de especies migratorias. Por otro lado, se espera que los cementerios posean un similar número de especies que los parques.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires ($34^{\circ}36' S - 58^{\circ}26' E$; 3.075.646 habitantes). Es una ciudad costera, localizada en la ecorregión pampeana al este de Argentina. La temperatura media anual es de $17.9^{\circ}C$, siendo la época reproductiva de las aves la estación más calurosa (media octubre-marzo= $22.0^{\circ}C$) y la no reproductiva la más fría (media abril-septiembre= $13.8^{\circ}C$)

(Servicio Meteorológico Nacional [SMA] s.f.). La precipitación media anual es de $1326.3 mm$, siendo la época reproductiva la más lluviosa (media= $125.9 mm$) y la no reproductiva la más seca (media= $77.8 mm$) (SMN s.f.).

Se estudiaron tres parques y tres cementerios (Figura 1), explorando en total 12 puntos para parques y 16 puntos para cementerios. La cantidad de puntos estuvo limitada por la superficie disponible en los sitios, y por ello es menor a la recomendada en la literatura (Ralph et al. 1995; Bibby et al. 2000). Cabe destacar que las dos épocas mencionadas (reproductiva y no reproductiva) son generalizaciones de lo que sucede para la mayoría de las especies de aves que habitan la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Por ejemplo, existen registros de que *Zenaida auriculata* y *Patagioenas picazuro* nidifican durante todo el año en ciertas ciudades de Argentina (de la Peña 2013) y no descartamos que esto mismo puede estar sucediendo en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Aves en cementerios y parques urbanos

La abundancia y riqueza de especies de aves se midieron y recopilaron en los siguientes cementerios y parques de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Cementerio de la Chacarita (95 ha), Cementerio de Flores (27 ha), Cementerio de la Recoleta (5.5 ha), Parque Avellaneda (30 ha), Parque Las Heras (12 ha) y Facultad de Agronomía y Veterinaria (74 ha). Los sitios fueron seleccionados según los siguientes criterios: (1) para cada uno de los tres cementerios se eligió un parque cercano de similar tamaño con el cual compararlo, siendo la distancia entre ellos de al menos

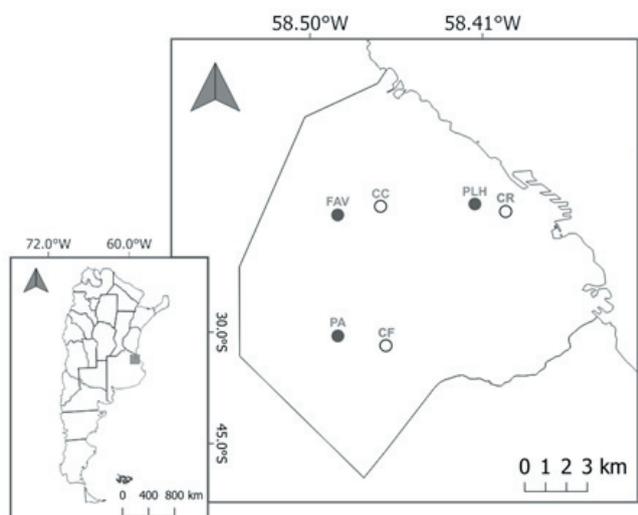


Figura 1. Área de estudio. Ubicación de los seis sitios de muestreo en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Los círculos negros representan los parques y los círculos vacíos los cementerios. CC: Cementerio de la Chacarita, CF: Cementerio de Flores, CR: Cementerio de La Recoleta, PA: Parque Avellaneda, PLH: Parque Las Heras, FAV: facultades de Agronomía y Veterinaria (Universidad de Buenos Aires).

Figure 1. Study area. Location of our six study sites in the Autonomous City of Buenos Aires, Argentina. The black circles represent the parks and the empty circles the cemeteries. CC: La Chacarita Cemetery, CF: Flores Cemetery, CR: La Recoleta Cemetery, PA: Avellaneda Park; PLH: Las Heras Park, FAV: faculties of Agronomy and Veterinary (University of Buenos Aires).

1 km para garantizar independencia en los datos; (2) un solo observador se encargó de hacer los conteos de aves en distintos puntos de los cementerios y parques. Estos puntos se separaron por al menos 200 m, cubriendo la mayor parte de las áreas de cementerios y parques según distintos estratos, asegurando el muestreo de diferentes tipos de ambientes dentro de los mismos. Se registraron todos los individuos de aves detectados por canto o vista durante 10 min en un radio de 100 m alrededor de cada punto. Este método de muestreo está diseñado para proporcionar información sobre la distribución y abundancia de aves diurnas (Bibby et al. 2000). No se incluyeron en el análisis especies de aves rapaces nocturnas, ya que el método no es apto para estimar su abundancia (Bibby et al. 2000).

Los sitios se visitaron dos veces en cada temporada reproductiva y no reproductiva de 2019, con un intervalo de 3 a 4 semanas. La primera visita durante la temporada no reproductiva fue desde la primera quincena de abril hasta fines de abril, mientras que la segunda visita fue durante la segunda quincena de mayo a principios de junio. La primera visita durante la temporada reproductiva fue desde la primera quincena de octubre a fines de octubre, la segunda visita fue desde la segunda quincena de noviembre a principios de diciembre. Los mismos sitios y puntos fueron visitados en ambas temporadas. La recolección de datos se realizó en días sin lluvia ni viento fuerte y durante las primeras cuatro horas de la mañana.

Análisis

Los datos obtenidos se analizaron a partir de curvas de rarefacción y extrapolación (Jost 2006) basadas en el tamaño de la muestra y la abundancia de especies. Como datos para las estimaciones de diversidad, se utilizaron la abundancia de especies de aves muestreadas en un hábitat y época en particular (Material Suplementario-Tabla S1).

La rarefacción (interpolación) y la predicción (extrapolación) de las curvas de muestreo del número de Hill para la riqueza de especies ($q=0$), la diversidad exponencial de Shannon ($q=1$) (Shannon 1948) y la diversidad de Simpson inversa ($q=2$) (Simpson 1949) se realizaron con iNEXT (Chao et al. 2014; Hsieh et al. 2016) en R (R Development Core Team 2017). Los números de Hill expresan la diversidad en unidades de números efectivos

de especies: el número de especies igualmente abundantes necesarias para dar el mismo valor de una medida de diversidad. En $q=0$, las especies raras y abundantes se ponderan por igual, en $q=1$ las especies se ponderan en proporción a su frecuencia en la comunidad muestreada y en $q=2$ las especies abundantes reciben más peso en relación con su frecuencia. El punto final de extrapolación se estableció en el doble del tamaño medio de la muestra. Los intervalos de confianza del 84% se obtuvieron mediante un método *bootstrap* basado en 999 repeticiones, según lo establecido por MacGregor-Fors y Payton (2013). Para presentar los resultados se utilizaron gráficos de cobertura muestral, que se define como “la proporción del número total de individuos en un ensamble que pertenecen a las especies representadas en la muestra” (Chao et al. 2014). La cobertura muestral tiene un valor mínimo de 0 y máximo de 1.

RESULTADOS

Se registraron un total de 50 especies y 2895 individuos (Material Suplementario-Tabla S1). *Furnarius rufus*, *Patagioenas picazuro* y *Turdus rufiventris* fueron las tres especies más comunes, ya que se observaron en todos los puntos en al menos una visita.

La abundancia de aves fue mayor en la época reproductiva, con un total de 1674 individuos muestreados, mientras que en la época no reproductiva se observaron 1221 individuos. De los 1674 individuos muestreados en la época reproductiva, 825 se encontraron en parques y 849 en cementerios. Por otro lado, de los 1221 individuos muestreados en la época no reproductiva, 476 se encontraron en parques y 745 en cementerios.

La composición de las especies de aves en parques y cementerios de una misma estación presenta similitudes, mientras que se observa una diferencia en la composición de las especies entre estaciones ocasionada en gran medida por la mayor abundancia de *Zenaida auriculata* durante la época reproductiva (Material Suplementario-Tabla S2). Los cementerios en la época reproductiva presentan una riqueza significativamente mayor al resto de las evaluaciones considerando ambos períodos (reproductivo y no reproductivo), con un valor estimado de 38 especies (Figura 2A). A continuación, se encuentran los parques con 34 especies en la época reproductiva y 32 especies en la época no reproductiva. Sin embargo, sus intervalos de confianza

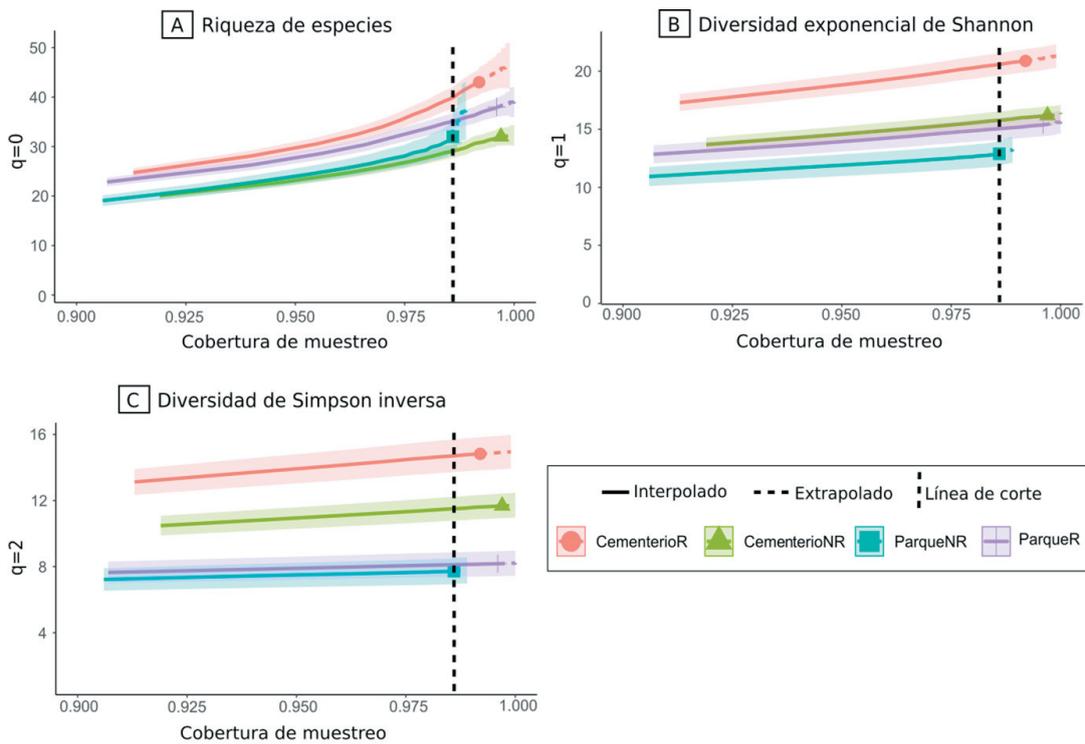


Figura 2. Curvas de rarefacción por cobertura de muestreo para ambos hábitats durante cada estación. A) Riqueza esperada ($q=0$). B) Diversidad exponencial de Shannon esperada ($q=1$). C) Diversidad de Simpson inversa ($q=2$). La lectura de las curvas de rarefacción se realizó a un mínimo valor de 0.985 del índice de cobertura de muestreo. Se tomó este valor por ser previo a los datos extrapolados de parque no reproductivo. Los números de Hill expresan la diversidad en unidades de números efectivos de especies: el número de especies igualmente abundantes necesarias para dar el mismo valor de una medida de diversidad. R: época reproductiva. NR: Época no reproductiva.

Figure 2. Rarefaction curves by sampling coverage for both habitats during each season. A) Expected richness ($q=0$). B) Expected Shannon exponential diversity ($q=1$). C) Inverse Simpson diversity ($q=2$). The rarefaction curves were read at a minimum value of 0.985 for the sampling coverage index. This value was taken as it was prior to the data extrapolated from the non-reproductive park. Hill numbers express diversity in units of effective numbers of species: the number of equally abundant species needed to give the same value of a measure of diversity. R: breeding season, NR: non-breeding season.

se solaparon para una misma cobertura de muestreo, indicando una similar riqueza total entre ellos. Finalmente se encuentran los cementerios con 29 especies en la época no reproductiva. Su intervalo de confianza se encuentra solapado con parques de la época no reproductiva, indicando una riqueza similar, pero que difiere significativamente de la riqueza en parques y cementerios durante la época reproductiva (Figura 2A).

A su vez, se observaron diferencias parciales entre estaciones de las especies más frecuentes (Material Suplementario-Tabla S2). Durante la época reproductiva las cinco especies más frecuentes de aves fueron *Turdus rufiventris*, *Patagioenas picazuro*, *Mimus saturninus*, *Furnarius rufus* y *Zenaida auriculata*. Mientras que durante la época no reproductiva las cinco especies más frecuentes fueron *Turdus rufiventris*, *Furnarius rufus*, *Patagioenas picazuro*, *Myopsitta monachus* y *Pitangus sulphuratus*.

El patrón del índice de Shannon sobre diversidad (Figura 2B) es diferente al de riqueza, ya que este índice pone foco en las especies comunes. Con un número efectivo de 20 especies comunes, la diversidad en cementerios durante la época reproductiva fue significativamente mayor al resto de las evaluaciones, considerando ambos períodos (reproductivo y no reproductivo). Sigue la diversidad en cementerios en época no reproductiva y en parques en época reproductiva, con un mismo número efectivo de 15 especies comunes. Por último, se encuentra la diversidad en parques en época no reproductiva, que fue significativamente menor al resto con 12 especies comunes.

Para el índice de Simpson, que pone foco en las especies dominantes, la diversidad en cementerios durante la época reproductiva fue significativamente mayor al resto de las evaluaciones considerando los dos períodos

(Figura 2C). Pero, a diferencia del patrón presentado para el índice de Shannon, la diversidad en cementerios en época no reproductiva fue significativamente mayor a la de los parques en ambas épocas. Éstos últimos, con un similar número efectivo de especies dominantes, no presentan diferencias significativas entre ambas estaciones.

DISCUSIÓN

Nuestros resultados indican que hay una mayor diversidad de especies de aves en cementerios, ya sea considerando el total de especies, las especies comunes y las dominantes. Por otra parte, la variación estacional de la riqueza de aves fue mayor en los cementerios que en los parques urbanos, teniendo los primeros una dinámica estacional similar a las áreas rurales. Mantener dinámicas estacionales similares a las áreas rurales es particularmente importante en áreas urbanas donde se observa una estabilización estacional de las condiciones del medioambiente, ya que esta estabilización puede causar extinciones locales e ir de la mano de un proceso de homogeneización de las comunidades de aves en distintos aspectos de su diversidad (Devictor et al. 2007; McKinney 2008; Leveau et al. 2015; Morelli 2016; Ibáñez-Álamo et al. 2017).

A diferencia de lo observado en estudios previos (Morelli et al. 2018a; Leveau et al. 2022), la diversidad de aves fue mayor en cementerios que en parques. Las diferencias encontradas entre estudios pueden deberse al modo de analizar los datos colectados. Morelli et al. (2018a) llevaron a cabo modelos lineales generalizados, enfocándose en la diversidad de especies en cada punto de muestreo, mientras que Leveau et al. (2022) analizaron el número de especies a nivel de cada parque y cementerio. Los análisis a partir de curvas de rarefacción implementadas por nosotros, en cambio, absorben heterogeneidad en la composición de especies entre puntos de muestreo dentro de cementerios y parques. Por lo tanto, nuestras observaciones indican que los cementerios tienen una mayor heterogeneidad en la composición de especies de aves, aumentando la acumulación de especies en los cementerios y reflejando diferencias ambientales entre los mismos. Por ejemplo, la golondrina migradora *Progne chalybea* concentró la mayoría de sus registros en el cementerio de Chacarita que en los restantes cementerios muestreados, donde estructuras de cemento le proporcionan

sitios de nidificación. Por otra parte, amplias extensiones de césped sin arbolar en los cementerios de Chacarita y Flores proveen hábitat para *Vanellus chilensis*, una especie típica de pastizales que se alimenta y anida en el suelo (de la Peña 2013). En algunos cementerios se registraron sectores de vegetación poco manejada, con abundante vegetación herbácea de crecimiento espontáneo (Bocelli 2021). Este tipo de vegetación puede incrementar el número de especies debido a una mayor abundancia de recursos tróficos, como insectos (Unterweger et al. 2017). Nuestro trabajo, entonces, muestra que los cementerios de la Ciudad de Buenos Aires son espacios más heterogéneos en su estructura de hábitats, haciéndolos más propicios para las aves (Callaghan 2019b).

Además de las diferencias en heterogeneidad espacial, los disturbios humanos en parques y cementerios presentan una dinámica diferente ya que, por su naturaleza, la gente se comporta de manera muy disímil en ellos. Mientras que los parques son lugares de recreación donde las personas realizan actividades diversas, los cementerios son espacios dedicados al silencio y al recuerdo de ancestros y seres queridos. En relación a la densidad de peatones, estudios previos han demostrado que la misma afecta negativamente la presencia y actividad de alimentación de aves (Fernández-Juricic 2001). Se observó un menor número de personas en los cementerios, por ser lugares donde las visitas suelen ser breves y presentar horarios de visita acotados (Bocelli 2021). Por ello, el menor disturbio humano en los cementerios pudo haber favorecido una mayor presencia de especies de aves en comparación con los parques, ofreciendo a las aves espacios tranquilos de refugio durante gran parte del día.

A su vez, y tal como se había predicho, las comunidades de aves en los cementerios cambian según la temporada y tienen una dinámica estacional similar a las áreas rurales: en los cementerios la riqueza de especies ($q=0$) aumentó significativamente durante la época reproductiva, a diferencia de los parques donde la riqueza no presentó cambios significativos entre las dos épocas. El aumento de la riqueza de especies durante la época reproductiva en cementerios puede estar relacionado a la llegada de especies migradoras (Cueto and Casenave 2000; Leveau and Leveau 2011; Palacio and Montalti 2013; La Sorte et al. 2014). Aunque el número de especies migradoras fue similar entre parques

y cementerios (Material Suplementario-Tabla S1), algunas especies como *Progne chalybea* y *Progne tapera* fueron mucho más abundantes en cementerios, seguramente incidiendo en las estimaciones del número de especies comunes ($q=1$). Además, las especies de aves residentes pueden encontrar sitios más adecuados para nidificar en los cementerios que en los parques (Hildén 1965). Por ejemplo, la Ratona (*Troglodytes aedon*) anida en huecos de edificios (de la Peña 2013), tomando ventaja de los edificios presentes en los cementerios. Por otra parte, durante la época no reproductiva el uso del hábitat es más flexible debido a que se ve influenciado por la abundancia y distribución del alimento (Hutto 1985; Sagario and Cueto 2014), presentándose una mayor movilidad de individuos entre hábitats (Murgui 2007). Probablemente por este motivo las diferencias de riqueza de especies entre cementerios y parques disminuyeron durante el período no reproductivo.

Por otro lado, la variación estacional en la diversidad de aves se encuentra directamente relacionada con la variación de recursos, en particular tróficos (Leveau 2018). En zonas urbanas, la variación anual de recursos se ve disminuida, y por ello estos espacios pueden carecer de los recursos necesarios para especies especialistas, teniendo un efecto negativo sobre la presencia de especies migradoras y favoreciendo la permanencia de especies de aves residentes (Leveau and Leveau 2016).

Nuestros datos sugieren que este fenómeno es más marcado en parques que en cementerios. En los parques urbanos, los humanos suelen proveer de alimento a las aves a lo largo del año (Zhou and Chu 2012), y se observa una menor variación estacional de los recursos debido a un mayor manejo de la vegetación en comparación a los cementerios (observación personal). La mayor estabilidad de recursos tróficos puede hacer a estos espacios menos favorables para especies migradoras que requieren recursos estacionales como la emergencia de insectos durante primavera-verano. Ejemplos de estas especies serían *Progne chalybea* y *Progne tapera*, dos especies migradoras insectívoras más frecuentemente observadas en cementerios que en parques.

Nuestros resultados demuestran la contribución que los cementerios hacen a la conservación de la biodiversidad en ciudades. Comparado con otros espacios verdes, tales como parques, los cementerios poseen una mayor heterogeneidad de hábitats y menor disturbio humano, lo que los convierte en lugares importantes para las aves. Además, los cementerios poseen dinámicas estacionales más acordes a lo esperado para comunidades de aves no urbanas. Por ello, establecer prioridades de conservación y planificación de estos espacios verdes podría resultar muy valioso para mantener y aumentar la biodiversidad de especies de aves en ecosistemas urbanos.

REFERENCIAS

- Alvey, A. A. 2006. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry and Urban Greening* 5(4): 195-201. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.09.003>.
- Aronson, M. F., F. A. La Sorte, C. H. Nilon, M. Katti, M. A. Goddard, C. A. Lepczyk, and M. Winter. 2014. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 281(1780):20133330. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3330>.
- Barrett, G. W., and T. L. Barrett. 2001. Cemeteries as repositories of natural and cultural diversity. *Conservation Biology* 15(6):1820-1824. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.00410.x>.
- Beninde, J., M. Veith, and A. Hochkirch. 2015. Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology Letters* 18(6):581-592. <https://doi.org/10.1111/ele.12427>.
- Bibby, C. J., N. D. Burgess, D. M. Hillis, D. A. Hill, and S. Mustoe. 2000. *Bird census techniques*. Elsevier.
- Bocelli, M. L. 2021. Comunidades de aves en parques urbanos y cementerios de Buenos Aires: dinámica estacional y distancia de iniciación de vuelo. Tesis de licenciatura inédita. Universidad de Buenos Aires.
- Bonier, F., P. R. Martin, and J. C. Wingfield. 2007. Urban birds have broader environmental tolerance. *Biology Letters* 3(6): 670-673. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2007.0349>.
- Callaghan, C. T., G. Bino, R. E. Major, J. M. Martin, M. B. Lyons, and R. T. Kingsford. 2019a. Heterogeneous urban green areas are bird diversity hotspots: insights using continental-scale citizen science data. *Landscape Ecology* 34(6): 1231-1246. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00851-6>.
- Callaghan, C. T., R. E. Major, J. H. Wilshire, J. M. Martin, R. T. Kingsford, and W. K. Cornwell. 2019b. 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>.
- Chace, J. F., and J. J. Walsh. 2006. Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and Urban Planning* 74(1): 46-69. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.08.007>.

- Chao, A., N. J. Gotelli, T. C. Hsieh, E. L. Sander, K. H. Ma, R. K. Colwell, and A. M. Ellison. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs* 84(1):45-67. <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>.
- Ciach, M., A. and Fröhlich. 2017. Habitat type, food resources, noise and light pollution explain the species composition, abundance and stability of a winter bird assemblage in an urban environment. *Urban Ecosystems* 20(3):547-559. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0613-6>.
- Concepción, E. D., M. Moretti, F. Altermatt, M. P. Nobis, and M. K. Obrist. 2015. Impacts of urbanisation on biodiversity: the role of species mobility, degree of specialisation and spatial scale. *Oikos*, 124(12), 1571-1582. <https://doi.org/10.1111/oik.02166>
- Cueto, V. R., and Lopez de Casenave, J. 2000. Seasonal changes in bird assemblages of coastal woodlands in east-central Argentina. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 35(3):173-177. <https://doi.org/10.1076/snf.35.3.173.8859>.
- Curzel, F. E., and L. M. Leveau. 2021. Bird Taxonomic and Functional Diversity in Three Habitats in Buenos Aires City, Argentina. *Birds* 2(2):217-229. <https://doi.org/10.3390/birds2020016>.
- Davies, R. G., O. Barbosa, R. A. Fuller, J. Tratalos, N. Burke, D. Lewis, and K. J. Gaston. 2008. City-wide relationships between green spaces, urban land use and topography. *Urban Ecosystems* 11(3):269-287. <https://doi.org/10.1007/s11252-008-0062-y>.
- De la Peña, M. R. 2013. Nidos y reproducción de las aves argentinas. Serie Naturaleza, Conservación y Sociedad 8.
- Dearborn, D. C., and S. Kark. 2010. Motivations for conserving urban biodiversity. *Conservation Biology* 24(2):432-440. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01328.x>.
- Devictor, V., R. Julliard, D. Couvet, A. Lee, and F. Jiguet. 2007. Functional homogenization effect of urbanization on bird communities. *Conservation Biology* 21(3):741-751. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00671.x>.
- Fernández-Juricic, E. 2001. Avian spatial segregation at edges and interiors of urban parks in Madrid, Spain. *Biodiversity and Conservation* 10(8):1303-1316. <https://doi.org/10.1023/A:1016614625675>.
- Eraud, C., J. M. Boutin, D. Roux, and B. Faivre. 2007. Spatial dynamics of an invasive bird species assessed using robust design occupancy analysis: the case of the Eurasian collared dove (*Streptopelia decaocto*) in France. *Journal of Biogeography* 34(6):1077-1086. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01673.x>.
- Fuller, R. A., P. H. Warren, P. R. Armsworth, O. Barbosa, and K. J. Gaston. 2008. Garden bird feeding predicts the structure of urban avian assemblages. *Diversity and Distributions* 14(1):131-137. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00439.x>.
- Gil, D., and H. Brumm (eds.). 2014. Avian urban ecology. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199661572.001.0001>.
- Haag, L. M., A. Jáuregui, E. González, M. A. Colombo, and L. N. Segura. 2020. Efecto de la alteración del hábitat en la comunidad de aves de la localidad balnearia de Cariló, Argentina. *El Hornero* 35(1):36-46. <https://doi.org/10.56178/eh.v35i1.456>.
- Hildén, O. 1965. Habitat selection in birds: a review. *Annales Zoologici Fennici* 2(1):53-75.
- Hsieh, T. C., K. H. Ma, and A. Chao. 2016. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution* 7(12):1451-1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>.
- Hutto, R. L. 1985. Habitat selection by nonbreeding, migratory land. Pp. 455-476 *en* M. L. Cody (ed.). *Habitat Selection in Birds*. Academic Press.
- Ibáñez-Álamo, J. D., E. Rubio, Y. Benedetti, and F. Morelli. 2017. Global loss of avian evolutionary uniqueness in urban areas. *Global Change Biology* 23(8):2990-2998. <https://doi.org/10.1111/gcb.13567>.
- Ives, C. D., P. E. Lentini, C. G. Threlfall, K. Ikin, D. F. Shanahan, G. E. Garrard, and R. Rowe. 2016. Cities are hotspots for threatened species. *Global Ecology and Biogeography* 25(1):117-126. <https://doi.org/10.1111/geb.12404>.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113(2):363-375. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>.
- Kowarik, I. 2011. Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental pollution*, 159(8-9):1974-1983. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.02.022>.
- La Sorte, F. A., M. W. Tingley, and A. H. Hurlbert. 2014. The role of urban and agricultural areas during avian migration: an assessment of within-year temporal turnover. *Global Ecology and Biogeography* 23(11):1225-1234. <https://doi.org/10.1111/geb.12199>.
- La Sorte, F. A., M. F. Aronson, C. A. Lepczyk, and K. G. Horton. 2020. Area is the primary correlate of annual and seasonal patterns of avian species richness in urban green spaces. *Landscape and Urban Planning* 203:103892. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103892>.
- Lepczyk, C. A., F. A. La Sorte, M. F. Aronson, M. A. Goddard, I. MacGregor-Fors, C. H. Nilon, and P. S. Warren. 2017. Global patterns and drivers of urban bird diversity. Pp. 13-33 *en* Ecology and conservation of birds in urban environments. Springer, Cham.
- Leveau, L. M. 2013. Relaciones aves-hábitat en el sector suburbano de Mar del Plata, Argentina. *Ornitología Neotropical* 24:201-212.
- Leveau, L. M. 2018. Urbanization, environmental stabilization and temporal persistence of bird species: a view from Latin America. *PeerJ* 6:e6056. <https://doi.org/10.7717/peerj.6056>.
- Leveau, L. M., and C. M. Leveau. 2011. Uso de bordes de cultivo por aves durante invierno y primavera en la pampa austral. *El Hornero* 26(2):149-157. <https://doi.org/10.56178/eh.v26i2.685>.

- Leveau, L. M., F. I. Isla, and M. I. Bellocq. 2015. Urbanization and the temporal homogenization of bird communities: a case study in central Argentina. *Urban Ecosystems* 18(4):1461-1476. <https://doi.org/10.1007/s11252-015-0469-1>.
- Leveau, L. M., and C. M. Leveau. 2016. Does urbanization affect the seasonal dynamics of bird communities in urban parks? *Urban Ecosystems* 19(2):631-647. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0525-5>.
- Leveau, L. M., and C. M. Leveau. 2019. Street design in suburban areas and its impact on bird communities: Considering different diversity facets over the year. *Urban Forestry and Urban Greening* 48:126578. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126578>.
- Leveau, L. M. 2021. Big cities with small green areas hold a lower species richness and proportion of migrant birds: A global analysis. *Urban Forestry and Urban Greening* 57:126953. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126953>.
- Leveau, L. M., J. Jokimäki, and M. L. Kaisanlahti-Jokimäki. 2021. Urbanization buffers seasonal change in composition of bird communities: A multi-continental meta-analysis. *Journal of Biogeography* 48(10):2391-2401. <https://doi.org/10.1111/jbi.14236>.
- Leveau, L. M., M. L. Bocelli, S. G. Quesada-Acuña, C. González-Lagos, P. G. Tapia, G. E. Dri, et al. 2022. Bird diversity-environment relationships in urban parks and cemeteries of the Neotropics during breeding and non-breeding seasons. *PeerJ* 10:e14496.
- Löki, V., B. Deák, A. B. Lukács, and A. Molnár. 2019. Biodiversity potential of burial places—a review on the flora and fauna of cemeteries and churchyards. *Global Ecology and Conservation* 18:e00614. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00614>.
- Lussenhop, J. 1977. Urban cemeteries as bird refuges. *The Condor* 79(4):456-461. <https://doi.org/10.2307/1367725>.
- MacGregor-Fors, I., and M. E. Payton. 2013. Contrasting diversity values: statistical inferences based on overlapping confidence intervals. *PLoS ONE* 8(2):e56794. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056794>.
- Martine, G. 2007. State of the world population: unleashing the potential of urban growth. United Nations Population Fund.
- McKinney, M. L. 2008. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban Ecosystems* 11(2): 161-176. <https://doi.org/10.1007/s11252-007-0045-4>.
- Morelli, F., Y. Benedetti, J. D. Ibáñez-Álamo, J. Jokimäki, R. Mänd, P. Tryjanowski, and A. P. Møller. 2016. Evidence of evolutionary homogenization of bird communities in urban environments across Europe. *Global Ecology and Biogeography* 25(11):1284-1293. <https://doi.org/10.1111/geb.12486>.
- Morelli, F., P. Mikula, Y. Benedetti, R. Bussière, and P. Tryjanowski. 2018a. Cemeteries support avian diversity likewise urban parks in European cities: Assessing taxonomic, evolutionary and functional diversity. *Urban Forestry and Urban Greening* 36:90-99. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.10.011>.
- Morelli, F., P. Mikula, Y. Benedetti, R. Bussière, L. Jerzak, and P. Tryjanowski. 2018b. Escape behaviour of birds in urban parks and cemeteries across Europe: Evidence of behavioural adaptation to human activity. *Science of the Total Environment* 631:803-810. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.118>.
- Murgui, E. 2007. Effects of seasonality on the species-area relationship: a case study with birds in urban parks. *Global Ecology and Biogeography* 16(3):319-329. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2006.00304.x>.
- Nielsen, A. B., M. Van Den Bosch, S. Maruthaveeran, and C. K. van den Bosch. 2014. Species richness in urban parks and its drivers: a review of empirical evidence. *Urban Ecosystems* 17(1):305-327. <https://doi.org/10.1007/s11252-013-0316-1>.
- Palacio, F. X., and D. Montalti. 2013. Seasonal variation and effect of non-native invasive vegetation on two bird communities in northeast of Buenos Aires province, Argentina. *Ornitología Neotropical* 24:157-168.
- Pearman, M., and J. I. Areta. 2020. *Field Guide to the birds of Argentina and the Southwest Atlantic*. Bloomsbury Publishing.
- R Development Core Team 2017. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*.
- Ralph, C. J., S. Droege, and J. R. Sauer, J. R. 1995. Managing and monitoring birds using point counts: standards and applications. Pp. 161-168, 149 *en* C. J. Ralph, J. R. Sauer and S. Droege (eds.). *Monitoring bird populations by point counts*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-149. Albany, CA: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. <https://doi.org/10.2737/PSW-GTR-149>.
- Sagario, M. C., and V. R. Cueto. 2014. Seasonal space use and territory size of resident sparrows in the central Monte Desert, Argentina. *Ardeola* 61(1):153-159. <https://doi.org/10.13157/arla.61.1.2014.153>.
- Servicio Meteorológico Nacional. s.f. Estadísticas de largo plazo. URL: smn.gob.ar/estadisticas.
- Shannon, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal* 27(3):379-423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>.
- Shwartz, A., A. Muratet, L. Simon, and R. Julliard. 2013. Local and management variables outweigh landscape effects in enhancing the diversity of different taxa in a big metropolis. *Biological Conservation* 157:285-292. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.09.009>.
- Shochat, E., P. S. Warren, S. H. Faeth, N. E. McIntyre, and D. Hope. 2006. From patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology. *Trends in Ecology and Evolution* 21(4):186-191. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.11.019>.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163(4148):688-688. <https://doi.org/10.1038/163688a0>.
- Schütz, C., and C. H. Schulze. 2015. Functional diversity of urban bird communities: effects of landscape composition, green space area and vegetation cover. *Ecology and Evolution* 5(22):5230-5239. <https://doi.org/10.1002/ece3.1778>.
- Tryjanowski, P., F. Morelli, P. Mikula, A. Krištín, P. Indykiewicz, G. Grzywaczewski, and L. Jerzak. 2017. Bird diversity

- in urban green space: A large-scale analysis of differences between parks and cemeteries in Central Europe. *Urban Forestry and Urban Greening* 27:264-271. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.08.014>.
- United Nations. 2019. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. Department of Economic and Social Affairs. Population Division, New York. <https://doi.org/10.18356/b9e995fe-en>.
- Unterweger, P. A., C. Rieger, and O. Betz. 2017. The influence of urban lawn mowing regimes on diversity of heteroptera (Hemiptera). *Heteropteron* 48:7-21. <https://doi.org/10.15496/publikation-16026>.
- Villaseñor, N. R., and M. A. Escobar. 2019. Cemeteries and biodiversity conservation in cities: how do landscape and patch-level attributes influence bird diversity in urban park cemeteries? *Urban Ecosystems* 22(6):1037-1046. <https://doi.org/10.1007/s11252-019-00877-3>.
- Zhou, D., and L. M. Chu. 2012. How would size, age, human disturbance, and vegetation structure affect bird communities of urban parks in different seasons? *Journal of Ornithology* 153(4):1101-1112. <https://doi.org/10.1007/s10336-012-0839-x>.