

Punto de vista

PROMOVIENDO CIUDADES AMIGABLES CON LAS AVES: APRENDIZAJES TRAS CINCO AÑOS DE ESTUDIOS EMPÍRICOS EN SANTIAGO DE CHILE

NÉLIDA R. VILLASEÑOR^{1,2*} Y MARTÍN A. H. ESCOBAR¹

¹Grupo de Ecología, Naturaleza y Sociedad, Departamento de Gestión Forestal y su Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, Santiago, 8820808, Chile

²Departamento de Ciencias Químicas y Biológicas, Universidad Bernardo O'Higgins, Av. Viel 1497, Santiago, Chile

* villasenor@uchile.cl

Resumen.- La urbanización genera un fuerte impacto ambiental con la consecuente degradación, pérdida y fragmentación del hábitat de múltiples especies. Debido a que en Latinoamérica la urbanización comúnmente ocurre en sitios de alto valor para la biodiversidad, es necesario desarrollar estrategias para conservar comunidades biológicas en paisajes urbanos. En el presente trabajo, sintetizamos los principales aprendizajes alcanzados en cinco años de estudios empíricos en la ciudad de Santiago, capital de Chile, señalando las principales enseñanzas para promover una ciudad más amigable con la avifauna nativa. Nuestras investigaciones muestran que: (1) la cobertura vegetal promueve una mayor riqueza y abundancia de aves nativas y sus beneficios se evidencian tanto a escala local como a escala de paisaje; (2) el arbolado urbano es un componente clave para mantener aves nativas en la ciudad al presentar efectos positivos sobre aves de diferentes gremios tróficos y limitar la abundancia de las aves exóticas *Passer domesticus* y *Columba livia*; (3) los parques urbanos soportan más aves nativas que las áreas edificadas y sus beneficios se extenderían hacia áreas vecinas; (4) el espacio verde informal (terrenos baldíos, eriazos o abandonos) mantiene una gran variedad de aves nativas incluyendo especies que no son comunes en la urbe; y (5) es importante preservar la vegetación natural alrededor de Santiago, ya que alberga especies de aves endémicas de Chile sensibles al cambio de uso del suelo. Esperamos que esta síntesis facilite la implementación de nuestras recomendaciones y, en un futuro cercano, las ciudades en Latinoamérica sean más amigables con la naturaleza.

PALABRAS CLAVE: árboles, arbustos, aves Neotropicales, conservación biológica, ecología urbana, endemismo, espacio verde, vegetación natural

Abstract.- ACHIEVING BIRD-FRIENDLY CITIES: LESSONS FROM FIVE YEARS OF EMPIRICAL STUDIES IN SANTIAGO DE CHILE. Urbanization causes a strong environmental impact involving habitat degradation, loss and fragmentation for multiple species. Because in Latin America urbanization commonly occurs in sites of high value for biodiversity, it is necessary to develop strategies to conserve biological communities in urban landscapes. In this paper, we summarize the main lessons learned in five years of empirical studies in the city of Santiago, capital of Chile, highlighting the main lessons to promote a city more sensitive with native birds. Our research shows that: (1) vegetation cover promotes greater species richness and abundance of native birds, and its benefits are evident at both local and landscape scales; (2) the urban forest is a key component to maintain native birds in the city which has positive effects on birds from different trophic guilds and limit the abundance of exotic birds *Passer domesticus* and *Columba livia*; (3) urban parks support more native birds than built-up areas and their benefits would spill over into neighboring areas; (4) the informal green space (vacant lots, uncultivated or abandoned land) maintains a great variety of native birds, including species that are not common in the city; and (5) it is important to preserve the natural vegetation around Santiago, since it is home to bird species endemic to Chile that are sensitive to land use change. We hope this synthesis will facilitate the implementation of our recommendations and, in the near future, we achieve more nature-friendly cities in Latin America.

KEYWORDS: biological conservation, endemic species, green space, natural vegetation, Neotropical birds, shrubs, trees, urban ecology

Recibido: 17 de junio de 2022; Aceptado: 20 de diciembre de 2022

El cambio de uso del suelo es el principal generador de cambio en la naturaleza y ha causado la mayor pérdida de biodiversidad terrestre en la era industrial (IPBES 2019). Cuando un terreno se urbaniza se remueve la vegetación y el suelo se cubre con superficies impermeables, generando un ambiente

dominado por áreas residenciales, comerciales e industriales conectadas por una red de caminos pavimentados. Este cambio en la cobertura del suelo genera un fuerte impacto ambiental con la consecuente degradación, pérdida y fragmentación del hábitat de múltiples especies de animales nativos, además de

promover el establecimiento de especies exóticas (McKinney 2006).

A pesar de su fuerte impacto ambiental, los ecosistemas urbanos ofrecen oportunidades para promover acciones de conservación y representan lugares donde un gran número de personas pueden recibir los beneficios de la naturaleza en la ciudad. Las ciudades pueden albergar una gran variedad de plantas y animales, incluyendo especies nativas (Aronson et al. 2014, Ikin et al. 2015). La biodiversidad en ambientes urbanos provee múltiples bienes y servicios a las personas, denominados servicios ecosistémicos urbanos (TEEB 2011). Entre ellos, encontramos la provisión de alimentos, polinización, dispersión de semillas, regulación de la calidad del aire, fertilidad del suelo, control de plagas, recreación, identidad cultural, bienestar espiritual, entre otros (TEEB 2011, Muñoz-Pacheco y Villaseñor 2022a). Debido a que cada día más personas viven en ciudades y se proyecta que al año 2050 el 68% de la población humana vivirá en áreas urbanas, ciudades más amigables con la naturaleza permitirán que la mayor parte de la población pueda recibir los beneficios que brinda la biodiversidad en su vida cotidiana (Sanderson y Huron 2011, Soga y Gaston 2022).

Promover ciudades sensibles con la biodiversidad es particularmente importante en Latinoamérica. En esta región converge una población principalmente urbana (el 80% de la población vive en áreas urbanas) y una gran diversidad biológica (Escobar-Ibáñez y MacGregor-Fors 2017). Sin embargo, es una de las regiones con menor número de estudios sobre fauna en ambientes urbanos (Magle et al. 2012, Aronson et al. 2014), lo que limita nuestro entendimiento sobre los impactos y las estrategias que contribuirían a conservar la biodiversidad local ante la urbanización. Si bien los estudios en fauna en ecosistemas urbanos de Latinoamérica han aumentado notablemente en la última década, sólo cuatro países contribuyen con el 90% de las investigaciones sobre aves: Brasil, México, Argentina y Colombia (Escobar-Ibáñez y MacGregor-Fors 2017).

En el presente trabajo, sintetizamos nuestros aprendizajes tras cinco años de estudios empíricos en la ciudad de Santiago, capital de Chile, donde destacamos los principales resultados para promover una ciudad más amigable con la avifauna nativa. Estos estudios han involucrado un gran esfuerzo de muestreo, incorporando puntos de muestreo en toda la ciudad (e.g. 445 puntos en Benito et al. (2019), 449 puntos en Villaseñor et al. (2021a), 120 puntos en Villaseñor

y Escobar (2022)). Nuestras investigaciones han comprendido el ambiente construido, las áreas verdes formales como parques y plazas, y también espacios verdes escasamente estudiados en la literatura, como cementerios parques (Villaseñor y Escobar 2019) y sitios baldíos (Villaseñor et al. 2020, 2021b). Finalmente, nuestras evaluaciones en áreas naturales alrededor de la ciudad nos han permitido identificar especies de aves más sensibles a la urbanización (Mejías 2021). Esperamos que esta síntesis contribuya a la difusión de resultados relevantes para la toma de decisiones, y que permitan construir ciudades biodiversas y más amigables con las aves nativas.

Aprendizaje 1: La cobertura vegetal promueve una mayor riqueza y abundancia de aves nativas, y sus beneficios se evidencian tanto a escala local como a escala de paisaje

En Santiago, los beneficios de la vegetación presente en la ciudad se evidencian a diferentes escalas espaciales. A escala local la cobertura de plantas herbáceas (Villaseñor et al. 2021b) y la cobertura de árboles y arbustos (Villaseñor et al. 2021a) promueven una mayor riqueza y abundancia de aves nativas. A escala de paisaje, la cobertura vegetal en el entorno también presenta un efecto positivo sobre las aves. Por ejemplo, una mayor riqueza de especies y abundancia de aves nativas se asocia a áreas urbanas rodeadas por mayor densidad de la vegetación (Villaseñor et al. 2021a).

Los beneficios de la cobertura vegetal a escala de paisaje no sólo se evidencian en las comunidades de aves presentes en el área construida, sino también sobre aquellas que habitan en grandes espacios verdes. Por ejemplo, en cementerios parques (i.e. cementerios manejados para simular parques tradicionales dominados por césped y un número variable de árboles y arbustos) la riqueza de especies de aves nativas aumenta con la cobertura vegetal en el entorno (Villaseñor y Escobar 2019).

Los efectos positivos de la vegetación a diferentes escalas espaciales sugieren que acciones y políticas que aumenten las plantas en la ciudad (por ejemplo, a nivel de hogar, edificio, barrio, municipio y ciudad), contribuirán a la conservación de aves. Debido a que las plantas mejoran la calidad del hábitat para las aves en ambientes urbanos e incrementan la conectividad del paisaje, aumentar la cobertura vegetal es frecuentemente sugerido para la conservación de aves en ciudades de Latinoamérica (revisado por Piratelli et al. 2017, Amaya-Espinel y Hostetler 2019, MacGregor-Fors et al.

2020, Muñoz-Pacheco y Villaseñor 2022b). De hecho, múltiples estudios muestran el importante rol de la cobertura vegetal para que las ciudades alberguen una mayor riqueza y diversidad de especies de aves (e.g. MacGregor-Fors y Schondube 2011, Leveau 2013, Amaya-Espinel et al. 2019, Garizabal-Carmona y Mancera-Rodríguez 2021).

Aprendizaje 2: El arbolado urbano es un componente clave para mantener aves nativas en la ciudad, que presenta efectos positivos sobre aves de diferentes gremios tróficos y limita la abundancia de aves exóticas como *Passer domesticus* y *Columba livia*

Múltiples variables del hábitat pueden influir sobre las aves, entre ellas la cobertura de plantas herbáceas, arbustos, árboles, superficies impermeables y edificaciones (Estades 1995, Amaya-Espinel et al. 2019, Muñoz-Pacheco y Villaseñor 2022b). Sin embargo, los árboles y arbustos en la ciudad pueden ser elementos clave para mejorar la calidad del hábitat para las aves porque proveen recursos muy variados. Por ejemplo, proveen alimento (e.g. frutos, néctar, semillas, hojas), atraen a otros organismos que pueden ser presas (e.g. insectos, arácnidos, aves), brindan protección y sitios de descanso, refugio y nidificación para diferentes especies de aves.

Al evaluar la influencia de múltiples variables del hábitat sobre la abundancia de las especies de aves en Santiago, la cobertura de la vegetación leñosa (árboles y arbustos) surge como la cobertura más relevante ya que mejora la calidad del hábitat para las aves nativas y controla la abundancia de diferen-

tes aves exóticas (Benito et al. 2019). La abundancia de aves nativas como la tortola (*Zenaida auriculata*), el fio-fio (*Elaenia albiceps*), chercán (*Troglodytes aedon*), chincol (*Zonotrichia capensis*) y zorzal (*Turdus falcklandii*) aumenta con la cobertura de vegetación leñosa (árboles y arbustos; Fig. 1A). Si bien la cobertura arbustiva es muy escasa en la ciudad (<5% de cobertura promedio en los sitios evaluados) esta exhibe un efecto positivo sobre especies nativas como el zorzal (*T. falcklandii*), chincol (*Z. capensis*), fio-fio (*E. albiceps*) y picaflor chico (*Sephanoides sephanioides*) (Benito et al. 2019, Villaseñor y Escobar 2022). Al contrario de las aves nativas, la abundancia de especies de aves exóticas como la paloma (*C. livia*) y el gorrión (*P. domesticus*) disminuye con el aumento de la vegetación leñosa (Fig. 1B). Por lo tanto, los árboles y arbustos en la ciudad contribuirían a controlar la abundancia de especies exóticas ampliamente distribuidas, disminuyendo su dominancia en el ambiente construido (Foncea 2020, Benito et al. 2019).

En las áreas urbanas, el efecto positivo de la vegetación leñosa sobre las poblaciones de aves nativas también se evidencia a nivel comunitario. La diversidad de especies, riqueza y abundancia de aves nativas aumenta con la cobertura de la vegetación leñosa (Villaseñor et al. 2021a,c). Este efecto positivo de la vegetación leñosa sobre las aves nativas se presenta en diferentes gremios tróficos, incluyendo aves insectívoras, granívoras y omnívoras (Villaseñor et al. 2021c). Además, mientras que sitios carentes de vegetación leñosa son dominados por dos especies exóticas, el gorrión (*P. domesticus*) y la paloma (*C. livia*), sitios con alta cobertura de vegetación leñosa presentan especies de aves que difieren en menor

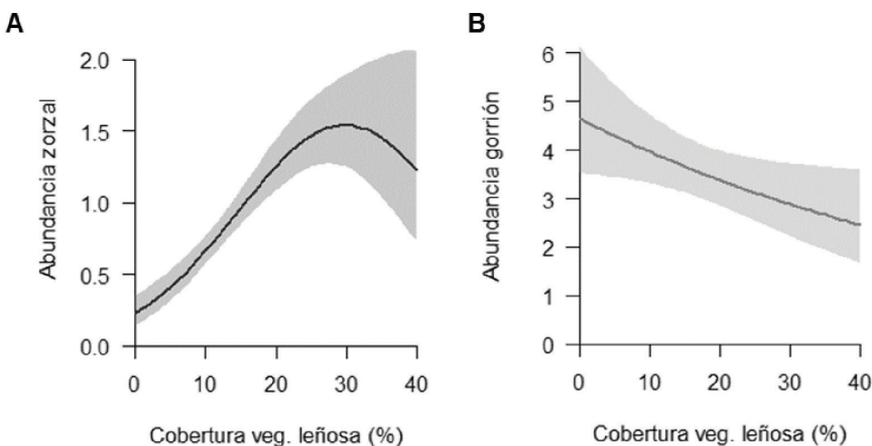


Figura 1. Los árboles y arbustos promueven una mayor abundancia de aves nativas y limitan la abundancia de aves exóticas ampliamente distribuidas en Santiago. (A) Efecto de la cobertura de la vegetación leñosa sobre el zorzal (*Turdus falcklandii*), ave nativa. (B) Efecto de la cobertura de la vegetación leñosa sobre el gorrión (*Passer domesticus*), ave exótica. Gráficos derivados de modelos publicados en Benito et al. (2019).

medida en sus abundancias (Foncea 2020). Esto se debe a que el efecto de la vegetación leñosa sobre la abundancia de especies de aves no sería lineal, evitando que una especie alcance una muy alta abundancia y domine la comunidad (Fig. 1A).

Cabe destacar que los árboles y arbustos en la ciudad pueden beneficiar a especies de aves migratorias, incluyendo especies que tienen un rol fundamental en los ecosistemas (Amaya-Espinel y Hostetler 2019). Por ejemplo, la cobertura de árboles y arbustos contribuye a una mayor ocurrencia del picaflor chico (*S. sephaniodes*) en la ciudad de

Santiago durante el invierno (Villaseñor y Escobar 2022). Esta ave nectarívora es considerada una especie clave por su rol como principal polinizador de plantas leñosas ornitófilas en la zona austral (Aizen et al. 2002).

La importancia del arbolado urbano en la ciudad para las aves nativas destaca la necesidad de evitar la pérdida de los árboles y arbustos existentes, y erradicar las podas innecesarias que pueden causar grandes pérdidas de cobertura (Fig. 2A). Lamentablemente, la tala de árboles y arbustos, junto a podas agresivas y masivas que eliminan gran parte del follaje son una práctica común en diferentes comu-

A



B



Figura 2. (A) El arbolado urbano es un componente clave para mantener aves nativas en la ciudad. (B) Malas prácticas incluyen la remoción innecesaria de árboles y arbustos y las podas innecesarias y mal realizadas. Desmoches o descopes son frecuentes en los árboles bajo el tendido eléctrico. Una mala aplicación de podas afectará al árbol, decayendo su estado e incluso favorecerá la pudrición, por lo que aumentará la probabilidad de que el árbol sea finalmente removido (Fotografías de Catalina Muñoz-Pacheco, Iván Vargas y Nélida Villaseñor).

nas de la ciudad (Fig. 2B), excepto donde viven las personas de mayores ingresos. Además, es necesario plantar árboles y arbustos en sitios carentes de cobertura. Estos sitios generalmente se encuentran en barrios donde viven las personas con menores ingresos económicos (Hernández y Villaseñor 2018, Villaseñor y Escobar 2022).

Aprendizaje 3: Los parques urbanos soportan más aves nativas que las áreas edificadas y sus beneficios se extenderían hacia áreas vecinas

En Santiago, los parques urbanos son manejados de forma intensiva con el objetivo de proveer una alta cobertura vegetal en una región semi-árida. Esta cobertura vegetal manejada permite mantener una mayor diversidad de aves nativas que el ambiente construido. Por ejemplo, al comparar la riqueza y la abundancia de aves en áreas residenciales y en parques y plazas encontramos que estos espacios verdes presentaron el doble de la riqueza de especies de aves nativas y cuatro veces mayor abundancia de estas especies que las áreas residenciales (Villaseñor et al. 2021b). Además, en las áreas residenciales la comunidad de aves es fuertemente dominada por el gorrión (*P. domesticus*), especie omnívora de origen exótico (Benito et al. 2019, Villaseñor et al. 2021b).

Los beneficios de los parques urbanos se pueden extender más allá de sus límites y se proyectan sobre los barrios en el entorno. Por ejemplo, la abundancia de aves nativas en áreas urbanas incrementa con la cercanía a un parque urbano (Villaseñor et al. 2021a). Por lo tanto, una red de parques bien distribuidos a

través de la ciudad contribuirá a mantener un mayor número de aves nativas, además de permitir que los ciudadanos accedan a los beneficios que proporcionan los parques en la ciudad. Esto presenta un gran desafío para las ciudades de Latinoamérica, donde se reportan grandes inequidades sociales y espaciales en el acceso a parques (Reyes y Figueroa Aldunce 2010, Wright Wendel et al. 2012).

Aprendizaje 4: Los espacios verdes informales (terrenos baldíos, eriazos o abandonos) mantienen una gran variedad de aves nativas, incluyendo especies que no son comunes en la ciudad

Gran parte de los estudios sobre avifauna en ciudades de Latinoamérica se han centrado en espacios verdes públicos manejados, como parques y plazas (Piratelli et al. 2017, Muñoz-Pacheco y Villaseñor 2022b). Sin embargo, en las ciudades existe una gran variedad de terrenos cubiertos por vegetación, donde el espacio verde informal ha sido ampliamente ignorado en estudios ecológicos. Los espacios verdes informales comprenden áreas con vegetación no plantada o ruderal donde los humanos han realizado severas perturbaciones sobre el terreno (Rupprecht et al. 2015). Entre ellos, los sitios baldíos (terrenos vacantes en la ciudad) comúnmente se asocian a diferentes externalidades negativas, como delincuencia, formación de basurales y sitios de vivienda informal, sin embargo, estos terrenos pueden contribuir a la conservación de la biodiversidad y proveer servicios ecosistémicos.

En Santiago, los sitios baldíos están cubiertos principalmente por especies de plantas herbáceas no nati-

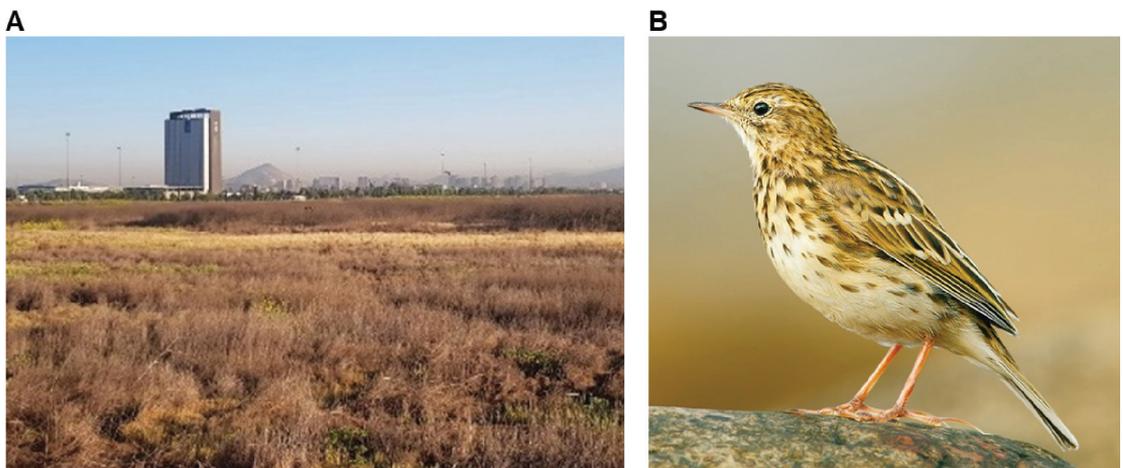


Figura 3. Los sitios baldíos son parte del espacio verde y soportan una variedad de especies de aves nativas en la ciudad de Santiago, incluyendo especies de ambientes abiertos que no son comunes en la ciudad. (A) Sitio baldío en Parque Bicentenario de Cerrillos que está siendo urbanizado (Fotografía de Luna Chiang). (B) Bailarín chico (*Anthus correndera*), especie abundante en sitios baldíos pero que no es reportada en otras áreas de la ciudad (Fotografía de Alberto Rocco Montero).

vas (Figuroa et al. 2020). A pesar de la dominancia de especies herbáceas exóticas y la carencia de especies leñosas, los sitios baldíos ofrecen oportunidades para conservar aves nativas en la ciudad (Fig. 3A). Al comparar la comunidad de aves presente en terrenos baldíos, parques urbanos y áreas residenciales encontramos que los sitios baldíos presentan una comunidad de aves diversa, con baja dominancia, alta riqueza de especies y alta abundancia de aves nativas (Villaseñor et al. 2021b). Los sitios baldíos soportan principalmente aves nativas y presentan significativamente menos especies exóticas que parques urbanos y áreas residenciales (Villaseñor et al. 2020).

Además, la comunidad de aves en sitios baldíos está compuesta principalmente por aves nativas con dieta especialista. Aves granívoras de origen nativo como el chirihue (*Sicalis luteola*), la tortola (*Z. auriculata*) y el chincol (*Z. capensis*) son abundantes en sitios baldíos. En estos sitios, la cubierta de herbáceas anuales ofrecería una gran cantidad de semillas y el suelo desnudo aumentaría el éxito de forrajeo al facilitar el encontrar las semillas sobre el terreno. Aves nativas insectívoras también son abundantes, como la golondrina chilena (*Tachycineta meyeni*) y el bailarín chico (*Anthus correndera*; Fig. 3B), donde los pastizales proveerían un hábitat abierto que es apropiado para el forrajeo de estas especies (Villaseñor et al. 2021b).

En cambio, en parques urbanos y áreas residenciales la comunidad fue dominada por aves con dieta generalista (omnívoras). Si bien los parques exhibieron

una alta riqueza de especies, el zorzal (*T. falcklandii*) dominó la comunidad. Al comparar con sitios baldíos y parques, las áreas residenciales exhibieron una baja diversidad de aves donde la comunidad fue fuertemente dominada por un ave exótica, el gorrión (*P. domesticus*) (Villaseñor et al. 2021b).

Un estudio en Pachuca, México, también destaca que estas áreas pueden ser importantes reservas de aves, contribuyendo a la diversidad de aves en ciudades (Zuñiga-Palacios et al. 2020). Sin duda es necesario el desarrollo de líneas de investigación sobre el espacio verde informal que mejoren nuestra comprensión sobre estas áreas, nos permitan identificar y valorar sus contribuciones a la conservación y desarrollar estrategias para su integración a la red de espacios verdes en ciudades. Esto es particularmente urgente dado que estas áreas enfrentan fuertes presiones de urbanización.

Aprendizaje 5: Es importante preservar la vegetación natural alrededor de Santiago ya que alberga especies de aves endémicas de Chile que no habitan en la ciudad

Santiago se ubica en Chile central, zona que ha sido destacada como un área de interés global para la conservación. Esto se debe a que concentra un alto número de especies endémicas y la mayor parte de la vegetación natural ha sido eliminada (hotspot de biodiversidad, Myers et al. 2000). Aunque la vegetación natural ha sido fuertemente reducida y degradada, áreas

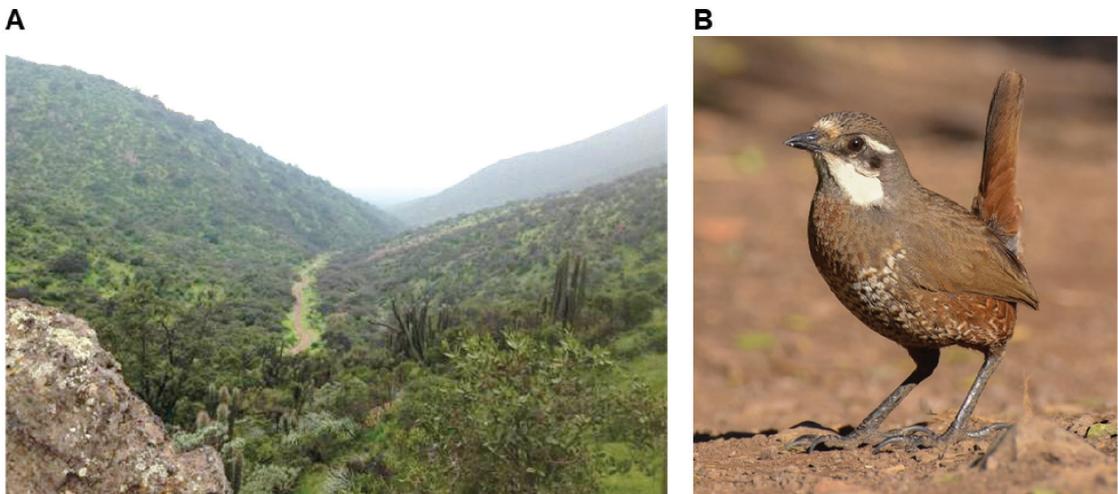


Figura 4. Las áreas con vegetación natural alrededor de la ciudad de Santiago albergan aves endémicas de Chile que son sensibles al cambio de uso del suelo. (A) Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata, área que busca conservar el ecosistema asociado al bosque y matorral esclerófilo y espinoso (Fotografía de <https://www.monumentos.gob.cl>). (B) Turca (*Pteroptochos megapodius*), especie endémica de Chile que habita en ambientes naturales alrededor de la ciudad y no es registrada en el ambiente urbano (Fotografía de Pablo Gutiérrez Maier).

periurbanas de Santiago aún mantienen matorral y bosque esclerófilo (Fig. 4A), donde habitan especies de aves endémicas de Chile que serían sensibles a la urbanización (Díaz y Armesto 2003, Villaseñor et al. 2021a).

Al comparar la comunidad de aves en áreas naturales alrededor de la ciudad con la comunidad de aves presente en espacios verdes al interior de la ciudad, encontramos que las aves nativas fueron más abundantes en el espacio verde (Mejías 2021). Espacios verdes como los parques urbanos y los cementerios parques soportan una mayor abundancia de aves nativas que las áreas naturales. Esto estaría asociado al amplio subsidio que reciben estas áreas, donde la mayor parte de la vegetación es plantada y se invierten abundantes recursos en su mantención a través del año (e.g. riego). Además, una megasequía que se ha extendido por una década ha afectado profundamente la vegetación natural de Chile central (Garreaud et al. 2020), donde los espacios verdes urbanos parecen brindar hábitat de calidad al mantener un gran número de aves nativas (Villaseñor y Escobar 2019, Villaseñor et al. 2020, Mejías 2021).

Sin embargo, las aves endémicas estuvieron prácticamente ausentes en espacios verdes urbanos, presentando una mayor riqueza y abundancia en áreas naturales. Aves endémicas de Chile que incluyeron la perdiz (*Nothoprocta perdicaria*), el churrín del norte (*Scytalopus fuscus*), el canastero (*Pseudasthenes humicola*), el tapaculo (*Scelorchilus albicollis*) y la turca (*Pterotochus megapodius*), sólo se registraron en áreas naturales (Fig. 4B). La tenca (*Mimus thenca*), especie cuasi-endémica de Chile con poblaciones en Argentina, se registró en los tres ambientes (Mejías 2021). Similares resultados han sido reportados en otras ciudades de Chile, como Coquimbo, donde las aves endémicas no habitarían en la ciudad (Chávez-Villavicencio 2017). Además, los sitios naturales ofrecen sitios de reproducción no tan solo para las aves endémicas, sino también para las diferentes aves nativas (Mella y Loutit 2007).

Estos resultados subrayan la necesidad de acciones de conservación que aseguren la protección de la vegetación natural en la región para mantener las especies endémicas que caracterizan el hotspot de biodiversidad de Chile Central. La protección de los espacios naturales es comúnmente solicitada por investigadores de Chile (e.g. Pauchard et al. 2006, Silva et al. 2015), como también de otras ciudades de Latinoamérica. Por ejemplo, la protección de los hábitats de las especies es fundamental para preservar e incluso enriquecer la

diversidad de aves en áreas urbanas en México (MacGregor-Fors et al. 2020).

Desafíos futuros

Los estudios ecológicos locales permiten mejorar nuestra comprensión de los ecosistemas, incluyendo sus componentes, diversas interacciones y los efectos de las actividades antrópicas. Esta información es fundamental para la conservación de la naturaleza y apoya la toma de decisiones para el manejo del hábitat, la planificación territorial y las políticas públicas. Sin embargo, un gran desafío en conservación es lograr que las recomendaciones derivadas de la evidencia científica sean efectivamente incorporadas en las políticas públicas e implementadas sobre los territorios. Sintetizar las enseñanzas identificadas en estudios de aves y poner a disposición esta síntesis en el idioma local sería un punto de partida para contribuir a implementar las recomendaciones derivadas de la evidencia científica y lograr que nuestras ciudades sean biodiversas y amigables con las aves (Piratelli et al. 2017, MacGregor-Fors et al. 2020, Muñoz-Pacheco y Villaseñor 2022b).

CONCLUSIÓN

Sintetizamos los principales aprendizajes alcanzados tras cinco años de estudios empíricos sobre las aves en la ciudad de Santiago de Chile. Estos aprendizajes muestran los efectos positivos de la vegetación sobre las aves nativas y destacan la importancia de conservar la vegetación natural existente en el área periurbana donde habitan aves endémicas de Chile ausentes en la ciudad. Si bien estos estudios se han enfocado en la ciudad de Santiago, nuestros resultados concuerdan con lo encontrado en otras ciudades de Latinoamérica, por lo que estas recomendaciones para el manejo del hábitat y la planificación urbana pueden contribuir a alcanzar ciudades amigables con la biodiversidad en otros países de la región. Esperamos que esta síntesis sea un punto de partida para comenzar a implementar las recomendaciones basadas en la evidencia científica y lograr ciudades biodiversas y más amigables con la naturaleza.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos los voluntarios y asistentes que han contribuido en las diferentes investigaciones sintetizadas en este artículo. En particular agra-

decemos a las y los tesistas: Luna Chiang, Catalina Muñoz-Pacheco, Jecar Rodríguez, Javiera Benito, Joaquín Foncea, Pilar Fernández, Daniela Mejías y Macarena Silva. NRV agradece al Gobierno de Chile que mediante los proyectos CONICYT- FONDECYT postdoctorado 3170179 (2017-2020) y ANID-FONDECYT iniciación 11201045 (2020-2023) ha financiado el desarrollo de las investigaciones resumidas en este artículo, permitiéndonos contribuir al desarrollo de la Ecología Urbana en el país.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AIZEN MA, VÁZQUEZ DP Y SMITH-RAMÍREZ C (2002) Historia natural y conservación de los mutualismos planta-animal del bosque templado de Sudamérica austral. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 79–97
- AMAYA-ESPINEL JD Y HOSTETLER ME (2019) The value of small forest fragments and urban tree canopy for Neotropical migrant birds during winter and migration seasons in Latin American countries: A systematic review. *Landscape and Urban Planning* 190: 103592
- AMAYA-ESPINEL JD, HOSTETLER M, HENRÍQUEZ 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
- ARONSON MFJ, LA SORTE FA, NILON CH, KATTI M, GODDARD MA, LEPCZYK CA, WARREN PS, WILLIAMS NSG, CILLIERS S, CLARKSON B, DOBBS C, DOLAN R, HEDBLOM M, KLOTZ S, LOUWE KOOLJMAN J, KÜHN I, MACGREGOR-FORS I, McDONNELL M, MÖRTBERG U, PÝSEK P, SIEBERT S, SUSHINSKY J, WERNER P Y WINTER M (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: 20133330
- BENITO JF, ESCOBAR MAH Y VILLASEÑOR NR (2019) Conservation in the city: How does habitat structure influence the abundance of individual bird species in a Latin American metropolis? *Gayana* 83: 114–25
- CHÁVEZ-VILLAVICENCIO CL (2017) Diversidad alfa y beta de las aves terrestres en ecosistemas no urbanizado y urbanizado de la Herradura (Coquimbo - Chile). *The Biologist* 15: 329–336
- DÍAZ IA Y ARMESTO JJ (2003) La conservación de las aves silvestres en ambientes urbanos de Santiago. *Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA* 19: 31–38
- ESCOBAR-IBÁÑEZ J Y MACGREGOR-FORS I (2017) What's new? An up-dated review of avian ecology in urban Latin America. Pp 11-31 en: ESCOBAR-IBÁÑEZ JF, MACGREGOR-FORS I (Eds). Avian ecology in Latin American cityscapes. Switzerland: Springer
- ESTADES CF (1995) Aves y vegetación urbana: el caso de las plazas. *Boletín Chileno de Ornitología* 2: 7–13
- FIGUEROA JA, SALDÍAS G, TEILLIER S, CARRERA E Y CASTRO SA (2020) Seed banks in urban vacant lots of a Latin American megacity are easily germinable and strongly dominated by exotic flora. *Urban Ecosystems* 23: 945–955
- FONCEA ARANEDA JF (2020) Relación entre la comunidad de aves y variables del hábitat local y del paisaje en Santiago, Región Metropolitana. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Universidad de Chile.
- GARIZABAL-CARMONA JA Y MANCERA-RODRIGUEZ NJ (2021) Bird species richness across a Northern Andean city: Effects of size, shape, land cover, and vegetation of urban green spaces. *Urban Forestry and Urban Greening* 64:127243
- GARREAUD RD, BOISIER JP, RONDANELLI R, MONTECINOS A, SEPÚLVEDA HH Y VELOSO-AGUILA D (2020) The Central Chile Mega Drought (2010–2018): A climate dynamics perspective. *International Journal of Climatology* 40: 421–439
- HERNÁNDEZ HJ Y VILLASEÑOR NR (2018) Twelve-year change in tree diversity and spatial segregation in the Mediterranean city of Santiago, Chile. *Urban Forestry and Urban Greening* 29: 10–18
- IKIN K, LE ROUX DS, RAYNER L, VILLASEÑOR NR, EYLES K, GIBBONS P, MANNING AD Y LINDENMAYER DB (2015) Key lessons for achieving biodiversity-sensitive cities and towns. *Ecological Management and Restoration* 16: 206–214
- IPBES (2019) Global assessment report on biodiversity and ecosystem services. DÍAZ S, SETTELE J, BRONZIO ES, NGO HT, GUÉZE M, AGARD J, ARNETH A, BALVANERA P, BRAUMAN KA, BUTCHART SHM, CHAN KMA, GARIBALDI LA, ICHII K, LIU J, SUBRAMANIAN SM, MIDGLEY GF, MILOSLAVICH P, MOLNÁR Z, OBUA D, PFAFF A, POLASKY S, PURVIS A, RAZZAQUE J, REYERS B, ROY CHOWDHURY R, SHIN YJ, VISSEREN-HAMAKERS IJ, WILLIS KJ Y ZAYAS CN (eds.). Bonn, Germany
- LEVEAU LM (2013) Relaciones aves-habitat en el sector suburbano de Mar del Plata, Argentina. *Ornitología Neotropical* 24: 201–212
- MACGREGOR-FORS I, GOMEZ-MARTINEZ MA, GARCIA-ARROYO M Y CHAVEZ-ZICHINELLI CA (2020) A dead letter? Urban conservation, management, and planning strategies from the Mexican urban bird literature. *Urban Ecosystems* 23: 1107–1115
- MACGREGOR-FORS I Y SCHONDUBE JE (2011) Gray vs. green urbanization: Relative importance of urban featu-

- res for urban bird communities. *Basic and Applied Ecology* 12: 372–381
- MAGLE SB, HUNT VM, VERNON M Y CROOKS KR (2012) Urban wildlife research: Past, present, and future. *Biological Conservation* 155: 23–32
- McKINNEY ML (2006) Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 127: 247–260
- MEJÍAS D (2021) Composición, riqueza y abundancia de aves en espacios verdes urbanos y áreas naturales de la ciudad de Santiago de Chile. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniera en Recursos Naturales Renovables. Universidad de Chile
- MELLA JE Y LOUITT A (2007) Ecología comunitaria y reproductiva de aves en cerros islas y parques de Santiago. *Boletín Chileno de Ornitología* 13: 13–27
- MUÑOZ-PACHECO CB Y VILLASEÑOR NR (2022a) Urban ecosystem services in South America: A systematic review. *Sustainability* 14: 10751
- MUÑOZ-PACHECO CB Y VILLASEÑOR NR (2022b) Avian species richness in cities: A review of the Spanish-language literature from the Southern Cone of South America. *Urban Ecosystems* 25: 601–616
- MYERS N, MITTERMEIER RA, MITTERMEIER CG, DA FONSECA GAB Y KENT J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858
- PAUCHARD A, AGUAYO M, PEÑA E Y URRUTIA R (2006) Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a fast-growing metropolitan area (Concepción, Chile). *Biological Conservation* 127: 272–281
- PIRATELLI AJ, FRANCHIN AG Y MARÍN-GÓMEZ OH (2017) Urban Conservation: Toward Bird-Friendly Cities in Latin America. Pp: 143-158 en: MACGREGOR-FORS I, ESCOBAR-IBÁÑEZ J (Eds). *Avian Ecology in Latin American Cityscapes*. Springer
- REYES Pácke S Y FIGUEROA ALDUNCE IM (2010) Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. *Revista de Estudios Urbano Regionales (EURE)* 36: 89–110
- RUPPRECHT CDD, BYRNE JA, GARDEN JG Y HERO J-M (2015) Informal urban green space: A trilingual systematic review of its role for biodiversity and trends in the literature. *Urban Forestry and Urban Greening* 14: 883–908
- SANDERSON EW Y HURON A (2011) Conservation in the City. *Conservation Biology* 25: 421–423
- SILVA CP, GARCÍA CE, ESTAY SA Y BARBOSA O (2015) Bird richness and abundance in response to urban form in a Latin American city: Valdivia, Chile as a case study. *PLoS ONE* 10: e0138120
- SOGA M Y GASTON KJ (2022) Towards a unified understanding of human–nature interactions. *Nature Sustainability* 5: 374–383
- TEEB (2011) TEEB manual for cities: Ecosystem services in urban management. The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB): Geneva
- VILLASEÑOR NR, CHIANG LA, HERNÁNDEZ HJ Y ESCOBAR MAH (2020) Vacant lands as refuges for native birds: An opportunity for biodiversity conservation in cities. *Urban Forestry and Urban Greening* 49: 126632
- VILLASEÑOR NR, CHIANG LA, HERNÁNDEZ HJ Y ESCOBAR MAH (2021b) Contribución del espacio verde informal a la conservación de aves en ciudades: Un estudio comparativo sobre la diversidad de la comunidad de aves en sitios baldíos, parques urbanos y áreas residenciales. *Ornitología Neotropical* 32: 179–187
- VILLASEÑOR NR Y ESCOBAR MAH (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 Y ESCOBAR MAH (2022) Linking socioeconomics to biodiversity in the city: The case of a migrant keystone bird species. *Frontiers in Ecology and Evolution* 10: 850065
- VILLASEÑOR NR, ESCOBAR MAH Y HERNÁNDEZ HJ (2021c) Can aggregated patterns of urban woody vegetation cover promote greater species diversity, richness and abundance of native birds? *Urban Forestry and Urban Greening* 61: 127102
- 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 and Urban Greening* 66: 127394
- WRIGHT WENDEL HE, ZARGER RK Y MIHELIC JR (2012) Accessibility and usability: Green space preferences, perceptions, and barriers in a rapidly urbanizing city in Latin America. *Landscape and Urban Planning* 107: 272–282
- 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 and Urban Greening* 47: 126551