

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/370840993>

Biogeografía urbana en tres sitios de Montevideo: una propuesta metodológica en contexto de pandemia

Article · May 2023

DOI: 10.36861/RECB.7.1.1

CITATIONS

0

READS

76

6 authors, including:



Micaela Zorzi

Universidad de Salamanca

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

SEE PROFILE



Lucía Eluén

Universidad de la República de Uruguay

4 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE



David Romero

University of Malaga

81 PUBLICATIONS 417 CITATIONS

SEE PROFILE



José Carlos Guerrero

Universidad de la República de Uruguay

87 PUBLICATIONS 642 CITATIONS

SEE PROFILE

Biogeografía urbana en tres sitios de Montevideo: una propuesta metodológica en contexto de pandemia.

Urban biogeography in three sites in Montevideo (Uruguay): a methodological proposal in a pandemic context.

CECILIA CASCO¹

ORCID: 0000-0003-4902-4559

LOURDES SILVEIRA¹

ORCID: 0000-0001-8639-8459

MICAELA ZORZI¹

ORCID: 0000-0001-9865-0754

LUCÍA ELUÉN²

ORCID: 0000-0002-6082-5819

DAVID ROMERO^{2,3} ORCID:

0000-0003-4540-6349

JOSÉ CARLOS GUERRERO²

ORCID: 0000-0003-1442-9302

Resumen

La conservación de la biodiversidad en ambientes urbanos ha ganado importancia en los últimos años. La fauna y flora en estos ambientes es fundamental para contribuir en la calidad ambiental de los mismos. Particularmente, las aves son buenos bioindicadores de la calidad del ambiente urbano. Este estudio se realizó en el marco del curso de Biogeografía de la Facultad de Ciencias para evaluar el efecto del grado de urbanización sobre la diversidad de aves en tres ambientes urbanos de Montevideo. Se

realizó una regionalización para identificar afinidades bióticas entre los tres sitios. La diversidad de aves fue estimada mediante el relevamiento in situ de riqueza y abundancia. Como estimadores del grado de urbanización se consideró la estratificación vertical de las edificaciones, grado de cobertura vegetal y riqueza de flora vascular leñosa. Entre los resultados más relevantes, Santiago Vázquez presentó una alta riqueza de aves, influenciada por la cobertura vegetal, baja estratificación vertical y por localizarse

¹Estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Udelar

²Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio (LDSGAT)
Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales (IECA)
Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Iguá 4225,
11400 Montevideo, Uruguay.

³ Departamento de Biología Animal, Grupo de Biogeografía, Diversidad y Conservación
Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Bulevar Louis Pasteur 31,
29010 Málaga, España.

lindante a un área natural protegida. En Malvín, la alta riqueza de flora arbórea y presencia de jardines, permitió albergar una avifauna diversa. En Tres Cruces se registró una baja riqueza y abundancia de aves debido a la baja diversidad arbórea y baja cobertura vegetal. Estos resultados indican que estos ambientes urbanos aún mantienen un gran potencial para albergar biodiversidad, variando según el grado de urbanización. Serían necesarias más investigaciones sobre diversidad de aves en ambientes urbanos, abarcando una escala temporal y espacial mayor, para contribuir mediante análisis biogeográficos al estudio y planificación de ciudades ambientalmente sustentables. Palabras clave: Aves. Biodiversidad urbana. Educación formal terciaria. Muestreo urbano.

Abstract

The conservation of biodiversity in urban environments has acquired importance in recent years. The fauna and flora in these environments are essential to contribute to their environmental quality. In particular, birds are good bioindicators of the quality of the urban environment. This study was carried out within the framework of the Biogeography course in Facultad de Ciencias to evaluate the effect of the degree of urbanization on the diversity of birds in three urban environments of Montevideo. A regionalization was carried out to identify biotic affinities between the three sites. The diversity of birds was estimated by in situ survey of richness and abundance. As estimators of the degree of urbanization, it was considered the vertical stratification of the buildings, the degree of vegetation cover and the richness of woody vascular flora. Among the most relevant results, Santiago Vázquez presented a high richness of birds, influenced by vegetation cover, low vertical stratification and by its location adjacent to a protected natural area. In Malvín, the high richness of arboreal flora and the presence of gardens, allowed it to host a diverse bird fauna. In Tres Cruces, a low richness and abundance of birds was registered due to the low tree diversity and low vegetation cover. These results indicate that these urban environments still have great potential to host biodiversity, varying according to the degree of urbanization. More investigations on the diversity of birds in urban environments, covering a larger temporal and spatial scale, would be necessary to contribute through

biogeographic analysis to the study and planning of environmentally sustainable cities.

Key words

Birds. Urban biodiversity. Formal tertiary education. Urban sample.

Introducción

La Biogeografía es la disciplina científica cuyo objeto de estudio es la distribución de los seres vivos en el espacio y el tiempo. Esta disciplina busca describir e interpretar los patrones existentes en la distribución geográfica de los taxones (Morrone, 2000). En las últimas décadas la aplicación de la biogeografía, a través del análisis de los patrones geográficos de la biodiversidad, se ha posicionado de gran relevancia para su aplicación en el manejo y conservación de la naturaleza (Escalante, 2009).

Dentro de las aplicaciones de la Biogeografía se incluyen: comprender los patrones de distribución de las especies (Coelho et al., 2018), predecir posibles territorios favorables para especies exóticas invasoras (Romero et al., 2020), prever modificaciones que podría originar el cambio climático en las áreas de distribución de las especies (Toranza et al., 2016), identificar especies vulnerables a la extinción mediante la detección de especies cuyas áreas de distribución sean restringidas y la selección de áreas prioritarias para la conservación (Arita y Rodríguez, 2001).

Tradicionalmente, el interés en conservar la biodiversidad se ha traducido en la selección de territorios naturales a los que se les asigna cierto grado de protección (Molina Prieto, 2011). Sin embargo, distintos estudios han revelado que la red de áreas protegidas a nivel mundial no solo está lejos de ser suficiente para proteger la biodiversidad sino que también es ineficaz en términos de conservación (Brooks et al., 2004; Rodrigues et al., 2004). Si bien existe poca información acerca de la efectividad de las áreas protegidas en la conservación de especies neotropicales amenazadas (Rodríguez-Ferraro, 2010), en nuestro país se han realizado análisis que han demostrado la ineficacia del Sistema Nacional de Áreas Protegidas en la conservación de determinadas especies, bien por una escasa representación de especies amenazadas (Toranza et al., 2016), o porque las mismas no son suficientemente extensas como para albergar poblaciones viables de las especies que contienen (Bou et al., 2019). Considerando que la calidad de la matriz circundante es clave en la conservación de la biodiversidad, especialmente

en paisajes naturales fragmentados (Perfecto y Vandermeer, 2012), sería necesario un enfoque integrador en el cual la sociedad se considere parte de la biodiversidad, y sus actividades sean integradas al análisis de la sustentabilidad de los sistemas ambientales (Achkar et al., 2010). Es por esto que es importante proteger la biodiversidad no sólo en sitios destinados exclusivamente a la conservación, sino también en los ambientes donde el ser humano desarrolla sus actividades cotidianas, desde zonas rurales a las más urbanizadas (Molina Prieto, 2011).

Dentro de los ambientes presentes en la Tierra, el urbano es el más reciente considerando que los primeros registros de establecimientos humanos no nómades datan de unos 10.000 años de antigüedad (Real, 2009). A pesar de esto, la superficie terrestre ocupada por paisajes urbanos se ha incrementado notoriamente desde mediados del siglo XIX sustituyendo a los ecosistemas naturales a nivel mundial. Las ciudades son asentamientos poblacionales que se caracterizan por una alta densidad de habitantes (Werner, 2011 en Paz Fernández, 2019) y por el desarrollo de infraestructuras que reemplazan a los ambientes naturales. Suelen presentar problemas ambientales por contaminación e impactos ambientales negativos que provocan modificaciones en la configuración de los ecosistemas, como cambios en la cobertura y uso del suelo, con consecuencias en la mayoría de los casos irreversibles sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Convenio sobre Diversidad Biológica, 2012; Gonzales et al., 2016). La expansión urbana se ha dado con mayor velocidad sobre los puntos calientes de la diversidad biológica (hotspots) y más aún en zonas costeras poco elevadas, ricas en biodiversidad (Convenio sobre Diversidad Biológica, 2012). En América Latina más del 80% de la población vive en ciudades y se prevé que para 2050 alcance el 90%, convirtiéndose en la región más urbanizada del mundo (Convenio sobre Diversidad Biológica, 2012). En particular en Uruguay el 94.66% de la población vive en áreas urbanas y el 40.1% en la capital, Montevideo (INE, 2011).

El papel de las ciudades ha estado cargado de connotaciones negativas debido al efecto que, tanto su presencia como las actividades destinadas a su soporte, tienen sobre el ambiente; sin embargo, una ciudad con políticas ambientales activas tiene gran potencial en la gestión de la biodiversidad (Sukopp, 1998 en Herrera Calvo, 2008). Si bien muchas especies autóctonas se ven perjudicadas, algunos taxones han logrado beneficiarse de los nuevos ambientes generados por las ciudades (Real, 2009), dado que estas brindan hábitats

nuevos o modificados para una gran variedad de fauna, lo que les permite albergar su propia biodiversidad característica. En particular las áreas verdes de las ciudades generan microambientes aptos para la alimentación, reproducción y refugio de diversas especies (Córdova, 2013; Real, 2009).

Los organismos que se adaptan a vivir en las ciudades son de importancia para promover una mayor calidad ambiental de las ciudades. La ornitofauna en particular es una comunidad útil como bioindicador de la calidad del ambiente urbano (Córdova, 2013) debido a que es un grupo que abarca una gran diversidad tanto a nivel taxonómico como ecológico y que presenta distribución mundial y una marcada sensibilidad a los cambios ambientales (Perepelizin y Faggi, 2009). La relación entre las aves y la flora urbana es directa, ya que la abundancia y riqueza de especies de flora arbórea así como su cobertura fomentan la riqueza de especies de aves, al proporcionarles hábitat, alimentación y refugio (Córdova, 2013).

En Uruguay se han registrado 453 especies de aves, de las cuales 46 se encuentran en alguna categoría de amenaza (Vulnerable, En Peligro o En Peligro Crítico) y otras 28 se clasifican como Casi Amenazadas (Azpiroz et al., 2012). Dado que los estudios de biodiversidad llevados a cabo hasta ahora en el país son incipientes, (MVOTMA.FMAM.PNUD, 1999; Langguth, 2005, en Cracco et al., 2005; Brazeiro et al., 2015), no se tiene una línea base sobre la diversidad de aves en los centros urbanos. Rocha (2010) identificó la presencia de 140 especies de aves que se registran con frecuencia en el departamento de Montevideo, y otras 72 especies menos comunes pero que igualmente pueden ser avistadas en la capital. En un estudio realizado en ambientes urbanos por la ONG Averaves "Investigación y Conservación de Aves", se registraron 61 especies de aves solamente en la costa este de Montevideo (Sarroc et al., 2006).

El presente trabajo se enmarca en una propuesta curricular para la formación de grado de educación formal terciaria. El curso de Biogeografía es dictado por docentes del Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio del Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, y está dirigido a estudiantes de las Licenciaturas en Geografía y Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República. La finalidad del curso es desarrollar un proceso pedagógico que permita a los estudiantes el análisis ambiental del territorio desde el enfoque biogeográfico y contribuya a su formación en la evaluación, análisis y comprensión de los sistemas ambientales, y particu-

larmente de los procesos del medio físico-natural en su relación con la sociedad.

El curso de Biogeografía enfatiza en la clasificación biogeográfica y aporta herramientas esenciales para el manejo de la biodiversidad. En la experiencia diseñada, los contenidos del curso se trabajan de modo articulado. Se integran los fundamentos y contenidos conceptuales abordados en el módulo teórico, la aplicación de técnicas y herramientas metodológicas presentadas en el módulo práctico y la temática de interés seleccionada por los estudiantes a partir del planteo de una situación concreta. La estrategia de enseñanza-aprendizaje se centra en el valor de la salida de campo (Zusman, 2011) y la aplicación de técnicas disciplinares como estrategia didáctica y el estudio de caso como método de enseñanza (Wassermann, 1999) para el análisis ambiental (Eluén et al., 2020). Durante la experiencia los estudiantes participan en la elaboración de la propuesta práctica, definen los objetivos específicos a trabajar, evalúan y discuten la estrategia metodológica a aplicar, diseñan el relevamiento de campo y, elaboran un informe técnico donde presentan el alcance de los resultados y conclusiones del estudio de caso. Además del acompañamiento de la orientación docente, realizan consultas a especialistas quienes los asesoran en el diseño de investigación.

El presente artículo presenta la propuesta desarrollada por uno de los grupos prácticos de la edición del año 2020 del curso de Biogeografía, con el cometido de inspirar la práctica docente en aula ante los desafíos que se presentan en un contexto de pandemia. La propuesta debió ser adaptada a modo de asegurar las condiciones sanitarias adecuadas. Para ello se diseñó una experiencia de enseñanza-aprendizaje que permitiera aproximar a los estudiantes al análisis biogeográfico y la conservación de la biodiversidad en los ambientes urbanos. Específicamente, se planteó a los estudiantes la conformación de pequeños grupos de trabajo para realizar un análisis biogeográfico a escala local para el taxón aves, en los ambientes urbanos de las localidades en que residen.

El objetivo general que se planteó fue evaluar la influencia del grado de urbanización sobre la diversidad de aves en tres sitios pertenecientes al departamento de Montevideo, Uruguay.

Para ello específicamente nos propusimos:

- Caracterizar el grado de urbanización de cada sitio de relevamiento.

- Analizar el grado de similitud entre los sitios considerados en base a la riqueza de especies de aves compartidas, mediante un análisis de regionalización de localidades.
- Evaluar la equitatividad de las comunidades de aves presentes en cada uno de los sitios, a partir de los valores de abundancia relativa.
- Discutir la existencia de una relación entre el grado de urbanización con la diversidad de aves.

Metodología

Área de estudio y sitios de muestreo

El trabajo se llevó a cabo en tres áreas urbanas del departamento de Montevideo localizadas en el pueblo de Santiago Vázquez (S. Vázquez) (Sitio 1), y en los barrios Tres Cruces (Sitio 2) y Malvín (Sitio 3) (Figura 1). Los sitios (Figura 1A y 1B) fueron seleccionados por presentar distintos grados de urbanización para evaluar variaciones en la riqueza y abundancia de aves. En cada sitio, la unidad de muestreo consistió en un área delimitada por conjuntos de cuatro manzanas (Figura 1C, 1D y 1E).

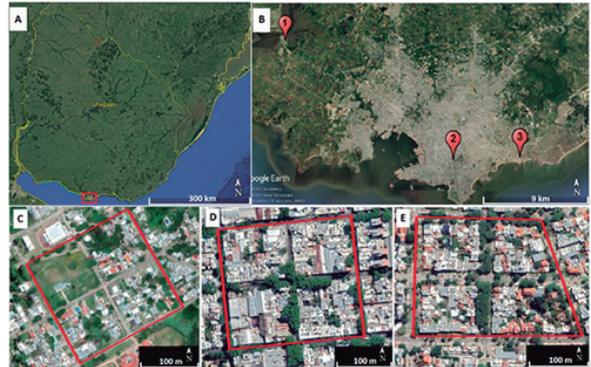


Figura 1- Ubicación geográfica de los sitios de estudio y área relevada. A- Se indica en rojo la localización de los sitios de estudio en el contexto de la escala general nacional. B- Detalle de los sitios de estudio a escala departamental: 1-Santiago Vázquez, 2- Tres Cruces, 3- Malvín. C- Área de relevamiento (polígonos rojos) localizada en pueblo S. Vázquez. D- Área de relevamiento localizada en barrio Tres Cruces. E- Área de relevamiento localizada en barrio Malvín. Fuente: Elaboración propia en base a Imagen Google Earth, (09/06/21).

Grado de urbanización

Para evaluar el grado de urbanización de los sitios se consideraron las siguientes variables: grado de cobertura vegetal, riqueza de flora arbórea y nivel de estratificación vertical de las edificaciones.

Para estimar el grado de cobertura vegetal se calculó el porcentaje de superficie cubierta por vegetación, según el área total muestreada por sitio. Se estimó el área total a muestrear y el área cubierta por vegetación en cada sitio, a través de la herramienta medir distancia de Google Maps y luego se calculó el porcentaje del área total muestreada cubierta por vegetación. Se definieron las siguientes categorías de cobertura vegetal: baja (entre 0 y 24%), media (entre 25 y 49%), alta (entre 50 - 74%) y muy alta (>75%).

A partir del registro de las especies de flora vascular leñosa presentes en cada sitio se midió la composición y riqueza (número de especies) de flora arbórea (Anexo 1). La diversidad de flora arbórea fue considerada una variable antrópica debido a que se asume que los árboles presentes en el área de estudio fueron plantados. Se tomaron muestras y fotografías de aquellas especies de flora que no pudieron ser identificadas in situ; para luego identificarlas mediante las aplicaciones iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/>), y consultar a un experto en la temática.

Se registró el nivel de estratificación vertical de las edificaciones según tres categorías: estratificación baja (mayoría de las edificaciones de una planta), estratificación media (mayoría de las edificaciones de dos o tres plantas) y estratificación alta (mayoría de las edificaciones de al menos dos plantas y presencia de edificaciones de más de tres niveles).

Relevamiento de aves

Se realizaron dos muestreos en cada sitio de estudio en horas de la mañana (8 - 11h) durante el mes de octubre del 2020. Los sitios de estudio comprendidos por 4 manzanas, se recorrieron a paso lento, destinando 5 minutos de registro de avifauna a cada cuadra, recorriendo en total 16 cuadras (duración aproximada de 1 hora y media por sitio) (Figura 2). Durante los relevamientos, se registraron las variables vinculadas a los atributos del taxón en fichas de relevamiento (Anexo 1).

Se registró riqueza y abundancia (número de individuos por especie) de todas las especies de aves detectadas de forma visual y auditiva. La taxonomía empleada sigue a Remsen et al. (2023). Se utilizaron guías de campo para el reconocimiento de aves poco comunes,

así como las aplicaciones iNaturalist o Merlin Bird ID. Para evitar registrar a un mismo individuo dos veces, no se consideraron las aves que se aproximaron desde la zona que ya había sido recorrida, con excepción de que fuera una especie que aún no hubiera sido registrada en dicho muestreo.

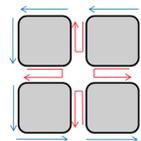


Figura 2- Esquema del recorrido realizado en los tres sitios de estudio. Cada uno de los cuadros grises representa las manzanas, mientras que las flechas de color rojo y azul reflejan al trayecto caminado a paso lento durante los muestreos.

Análisis de la biodiversidad de aves

Se aplicó el índice de similitud de Jaccard para evaluar el grado de similitud entre los tres sitios en base a la proporción de especies de aves compartidas. Este índice expresa el grado en que dos muestras (sitios) son semejantes según la composición de especies compartidas (Moreno, 2001), permitiendo realizar un análisis de clasificación de localidades (regionalización) al poner de manifiesto las afinidades bióticas entre áreas geográficas, en nuestro caso sitios (Real et al., 1992). El mismo se expresa:

$$IJ = c/(a+b-c),$$

donde "a" es el número de especies presentes en el sitio A, "b" el número de especies presentes en el sitio B y "c" corresponde al número de especies presentes en ambos sitios (Real et al., 1992). El intervalo de valores para este índice va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1, cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001). Se empleó el software PAST (Hammer et al., 2001) para realizar el análisis de clúster multivariado y obtener el grado de similitud y su representación gráfica como dendrograma.

Para las especies de aves registradas en cada sitio de estudio se realizaron curvas de distribución de abundancia (Moreno, 2001). Para ello, se ordenaron las especies por sitio según su abundancia relativa en forma descendente (siendo la especie de rango 1 la más abundante). Entonces, para cada sitio se graficó la abundancia de cada especie en escala logarítmica en base 10, en función del rango de abundancia obtenido. Las curvas obtenidas en cada uno de los sitios

fueron superpuestas en un mismo gráfico con el fin de evaluar y comparar la estructura de las comunidades de aves en términos de la abundancia proporcional de cada especie.

Resultados

Grado de urbanización

Los resultados del nivel de estratificación vertical de las edificaciones muestran que S. Vázquez presentó una estratificación baja dado que la mayoría de las construcciones presentes en la zona estudiada son viviendas de un solo nivel. Por otro lado, tanto Malvín como Tres Cruces presentaron un nivel de estratificación medio, ya que la mayoría de las construcciones en la zona relevada constan de dos o tres niveles, sin presencia de grandes edificios.

Respecto a la cobertura vegetal: en S. Vázquez se relevó un área total de 33840 m², de los cuales 8682 m² están cubiertos por vegetación, suponiendo un 25% de la superficie total. En Malvín se relevó un área total de 38200 m², con una cobertura vegetal de 2290 m², equivalente al 6%. Por último, en Tres Cruces se relevó un área total de 47792 m², con una cobertura vegetal de 914 m², equivalente al 2%.

El sitio con mayor riqueza de flora arbórea fue Malvín con 20 especies registradas, seguido por S. Vázquez con 15 y por último Tres Cruces con ocho especies (Figura 3). De las especies registradas, solo el Paraíso (*Melia azedarach*), una especie exótica, se encontró en los tres sitios. La mayoría de las especies vegetales presentes fueron exóticas, hallándose en promedio solo tres especies nativas por sitio. Las siete especies nativas registradas fueron Anacahuita (*Schinus molle*), palmeras Butiá (*Butia odorata*) y Pindó (*Syagrus romanzoffiana*), Jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*), Timbó (*Enterolobium contortisiliquum*), Tipa (*Tipuana tipu*) y Ombú (*Phytolacca dioica*).

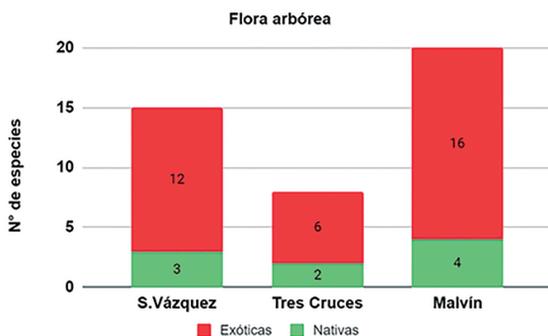


Figura 3 - Riqueza específica de flora arbórea por sitio. Se indica el número de especies exóticas y nativas.

Biodiversidad de aves por sitio

La riqueza de aves obtenida considerando los tres sitios en conjunto fue de 34 especies (Anexo 2). El sitio con mayor riqueza de especies fue S. Vázquez con 30 especies, seguido por Malvín con 18 especies, y Tres cruces con 11 especies (Figura 4) (Tabla 1). Nueve especies fueron comunes a los tres sitios: Chingolo (*Zonotrichia capensis*), Benteveo (*Pitangus sulphuratus*), Tordo (*Molothrus bonariensis*), Paloma doméstica (*Columba livia*), Gorrión (*Passer domesticus*), Cotorra (*Myiopsitta monachus*), Hornero (*Furnarius rufus*), Torcaza (*Zenaida auriculata*) y Paloma de monte (*Patagioenas picazuro*). A diferencia de la flora, la mayoría de las especies de aves detectadas son nativas, solo se registraron tres especies exóticas de las cuales dos estuvieron presentes en los tres sitios, Gorrión y Paloma doméstica, mientras que el Estornino pinto (*Sturnus vulgaris*), se halló solamente en S. Vázquez.

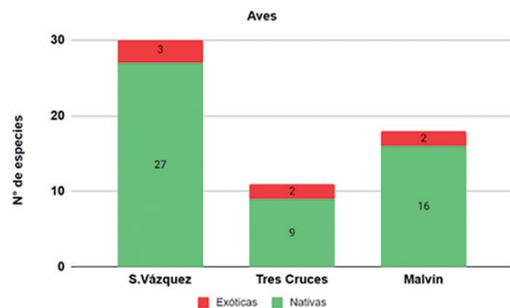


Figura 4- Riqueza específica de aves por sitio. Se indica el número de especies exóticas y nativas.

El análisis de regionalización de localidades representado en el dendrograma en base al Índice de similitud de Jaccard, indicó que la mayor similitud en cuanto a la proporción de especies de aves compartidas se dió entre Tres Cruces y Malvín, con un valor de similitud de 0.52 aproximadamente. En tanto que la similitud entre los tres sitios fue menor a 0.4 (Figura 5).

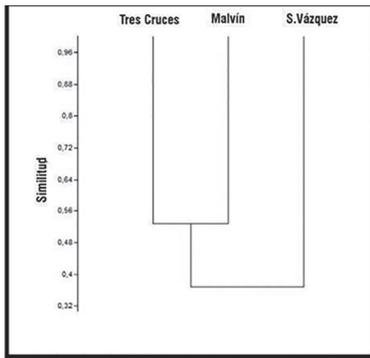


Figura 5- Representación de los resultados de regionalización de localidades mediante un dendrograma para el taxón aves. Los valores del eje "y", muestran la similitud entre sitios en base a la proporción de especies de aves compartidas.

Los registros de abundancia indicaron que el sitio con mayor abundancia de aves fue Malvín con un total de 221 individuos, seguido por S. Vázquez con 190 individuos, y por último Tres Cruces con 93 individuos (Tabla 1). Por otro lado, las curvas de distribución de abundancia (Figura 6) muestran que tanto en Tres Cruces como en Malvín existen pocas especies muy abundantes y algunas especies poco abundantes. Mientras que en S. Vázquez la pendiente de la curva es menos pronunciada indicando que este sitio presenta más especies pero menos abundantes.

En los tres sitios las especies más abundantes de aves fueron exóticas; 60 Gorriones de un total de 221 individuos repartidos en 18 especies en Malvín (27%), 45 Gorriones de un total 93 individuos repartidos en 11 especies en Tres Cruces (48%), y 22 Palomas domésticas de un total de 190 individuos repartidos en 30 especies en S. Vázquez (11%). Si consideramos el porcentaje que representan ambas especies (Gorrión y Paloma doméstica) del total de individuos registrados en cada sitio, se observa un gradiente entre sitios. El mayor porcentaje se registró en Tres Cruces donde el 59,1% del total de individuos detectados corresponde a estas dos especies exóticas, seguido por Malvín donde dichas especies representaron el 35,3% del total de individuos registrados y por último S. Vázquez con el 21,6% del total de individuos registrados perteneciente a estas dos especies.

Tabla 1- Valores de riqueza y abundancia de aves obtenidos para cada sitio de estudio.

Sitio de estudio	Riqueza específica	Abundancia total
Santiago Vázquez	30	190
Malvín	18	221
Tres Cruces	11	93

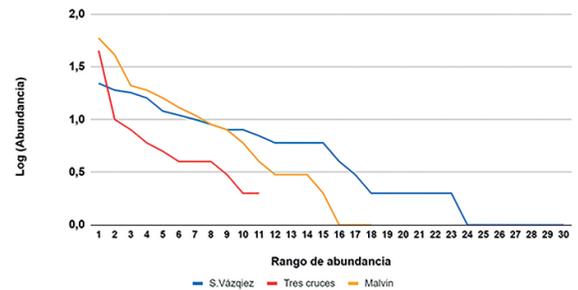


Figura 6- Curvas de distribución de abundancia para las especies de aves registradas en S. Vázquez, Tres Cruces y Malvín.

Discusión

En base a los resultados obtenidos se observó una relación negativa entre la riqueza específica de aves y el grado de urbanización. Esto se constata en que el valor más bajo de riqueza se registró en Tres Cruces, el sitio más urbanizado, mientras que el valor más alto se obtuvo en S. Vázquez, el sitio con el menor grado de urbanización (Tabla 1). Esto concuerda con lo obtenido por Leveau y Leveau (2004) quienes estudiaron las comunidades de aves en un gradiente urbano en la ciudad de Mar del Plata, Argentina, registrando una disminución de la riqueza hacia las zonas más urbanizadas.

Si bien Tres Cruces es el sitio más urbanizado, el nivel de estratificación vertical de las edificaciones y grado de cobertura vegetal en la zona relevada no presentaron marcadas diferencias si se las compara con Malvín. La diferencia en cuanto al grado de urbanización entre ambos sitios resultó más influenciada por la diversidad de flora arbórea, ya que la presencia de jardines en la mayoría de las edificaciones en Malvín supuso un aumento de la riqueza de flora vascular leñosa. S. Vázquez, por su parte, fue el sitio con menor grado de urbanización debido a que presentó tanto un nivel de estratificación vertical bajo como un mayor porcentaje de cobertura vegetal.

Que la mayoría de las especies de flora presentes en los tres sitios sean exóticas se debe a que éstas fueron plantadas, y la elección de dichas especies posiblemente se realizó en base a criterios que buscaban brindar ciertos beneficios a la población, como la necesidad de generar sombra, mientras que otros se vinculan con aspectos sanitarios, económicos y de seguridad (Galliazzi, 2019). Esto explicaría que en Tres Cruces se registró el valor más bajo de riqueza de flora arbórea, ya que los únicos árboles allí presentes son los que se encuentran en la vereda y fueron plantados con tales fines, para lo cual se suele seleccionar una o pocas especies. En cambio, en Malvín se registró la mayor riqueza de flora arbórea, siendo que la mayoría de las casas presentan jardines con plantas de gran porte las cuales se sumaron a las especies presentes en las veredas suponiendo un notorio aumento de la riqueza. Esta mayor disponibilidad de hábitat y alimento le permitió a Malvín albergar una avifauna diversa, lo cual concuerda con Perepelizin y Faggi (2009) quienes afirman que la riqueza de aves urbanas está estrechamente asociada a los jardines y al arbolado. Por último, la alta riqueza de aves presentes en S. Vázquez no estaría estrechamente influenciada por la diversidad de árboles, sino por la cobertura vegetal y la heterogeneidad espacial (Sarroca et al., 2006), ya que en dicho sitio se desarrollan diferentes estratos de vegetación, incluyendo flora herbácea y arbustiva, grupos que no están muy representados en Malvín y prácticamente ausentes en Tres Cruces. Por otro lado, es probable que los resultados obtenidos en S. Vázquez también estuvieran condicionados por su ubicación, dada su cercanía al Área Protegida con Recursos Manejados «Humedales de Santa Lucía» (Decreto N° 55/015 MVOTMA), la cual alberga una gran cantidad de especies de aves y es considerada un Área Importante para la Conservación de las Aves (IBA) (Aldabe et al., 2009).

El análisis de regionalización de localidades indicó que las comunidades presentes en los dos sitios más urbanizados (Tres Cruces y Malvín) son más similares entre sí, que con el sitio menos urbanizado (Figura 5). S. Vázquez por sus características y su proximidad a los Humedales del Santa Lucía, alberga una diversidad de especies distinta a las encontradas en los otros dos sitios, los cuales, en cambio, se encuentran rodeados de urbanización. A pesar de esto, el bajo valor obtenido para el Índice de Jaccard indicó que las comunidades presentes en los tres sitios son heterogéneas, hallándose una cantidad importante de especies exclusivas por sitio.

Los valores de abundancia relativa obtenidos reflejan una relación negativa entre la equitatividad de las comunidades de aves y el grado de urbanización, ya que la comunidad más equitativa se registró en el sitio menos urbanizado, S. Vázquez (Figura 6). Esto significa que, a pesar de presentar una menor abundancia total de individuos en comparación a Malvín, el número de individuos se repartió de forma más igualitaria entre las distintas especies presentes en S. Vázquez. Según Real (2009) las ciudades son propensas a generar procesos más fuertes de competencia por los recursos. Esto podría estar relacionado con lo observado en Tres Cruces y en menor grado en Malvín donde las comunidades son dominadas por determinadas especies. Sin embargo, S. Vázquez al ser menos urbanizado y presentar un mayor porcentaje de cobertura vegetal, incluyendo vegetación herbácea y arbustiva, es un ambiente más heterogéneo, lo que podría estar vinculado con una menor competencia dado la mayor disponibilidad de recursos lo cual explicaría que la comunidad sea más equitativa.

Considerando las dos especies exóticas que estuvieron presentes en los tres sitios (Gorrión y Paloma doméstica), se observó una correlación entre el grado de urbanización y el porcentaje que representan ambas especies del total de individuos registrados en cada sitio. El mayor porcentaje de dichas especies se registró en Tres Cruces, el sitio más urbanizado, mientras que el menor porcentaje se obtuvo en el sitio menos urbanizado, S. Vázquez. La alta abundancia de estas dos especies exóticas se debe a que las mismas están altamente adaptadas a los ambientes urbanos y aprovechan los recursos que les brindan las ciudades (Leveau y Leveau, 2004). Según Chace y Walsh (2006) el mayor número de especies exóticas en centros urbanos está muy relacionado con la oferta de espacios abiertos y nuevos sitios de nidificación (postes de iluminación, antenas, cavidades en paredes, etc) los cuales les confieren grandes ventajas reproductivas frente a otros sitios naturales.

Por otro lado, varias especies nativas también resultaron ser frecuentes en los ambientes urbanos relevados, como mencionan Perepelizin y Faggi (2009), éstas se podrían considerar también especies “urbanas” y con una gran capacidad de adaptación.

Conclusiones

Biogeografía urbana de aves a través de una propuesta educativa

La integración de los resultados de las curvas de abundancia y del relevamiento de determinadas características de los ambientes urbanos indicaron que, en los sitios relevados, la estructura de las comunidades de aves es más equitativa a medida que disminuye el grado de urbanización, es decir, a medida aumenta la superficie de cobertura vegetal y la riqueza de especies arbóreas y, disminuye el nivel de estratificación vertical de las edificaciones urbanas. Esto explica que la estructura de la comunidad de aves de S. Vázquez presentó una distribución equitativa (alta riqueza y abundancia media), debido a la mayor heterogeneidad y calidad del hábitat, inferido por el menor grado de urbanización, es decir, mayor grado de cobertura vegetal, menor nivel de estratificación vertical de las edificaciones y por localizarse lindante a un sistema de humedal heterogéneo en formaciones vegetales. En el otro extremo se ubica Tres Cruces con una distribución jerárquica en la estructura de la comunidad de aves (menor riqueza y abundancia) debido a la menor heterogeneidad y calidad de hábitats, inferido por el mayor grado de urbanización, es decir, nivel intermedio de estratificación vertical de edificaciones, baja diversidad arbórea (riqueza) y menor superficie de cobertura vegetal. Si bien la riqueza de especies arbóreas no pareciera ser un factor determinante en el aumento de la riqueza de aves, en situaciones donde el grado de urbanización es intermedio (porcentaje de cobertura vegetal y estratificación intermedios) pareciera ser un factor que contribuye a la diversidad de aves. Tal es el caso de Malvín donde la estructura de la comunidad de aves presentó una diversidad intermedia a las situaciones anteriores (riqueza media y mayor abundancia de individuos).

Si bien en el presente trabajo se obtuvo un amplio set de datos para analizar, consideramos de gran interés realizar a futuro investigaciones sobre la diversidad de aves urbanas abarcando escalas mayores, tanto a nivel temporal como espacial. Las mismas serían un valioso insumo para mejorar el conocimiento sobre la ornitofauna de las ciudades de Uruguay, saber cómo se distribuyen las especies y los individuos y cómo interactúan con el ambiente urbano. Los déficit de información sobre la distribución espacio-temporal de las especies, su abundancia y las interacciones bióticas de las cuales forman parte son una de las principales limitantes para la conservación de la biodiversidad (Lees et al., 2020). Aun teniendo en cuenta que las

aves probablemente sean el grupo taxonómico mejor conocido por ser animales conspicuos y relativamente fáciles de observar, la escasez de información sigue siendo notoria dentro de la ornitología, y particularmente dentro de la ornitología neotropical (Lees et al., 2020). Según Ortega-Álvarez et al., (2011) a pesar de que hubo un aumento de las publicaciones en estos últimos años, aún hay una gran escasez de información y conocimiento sobre la biodiversidad en América Latina enfocado en la ornitología y ecología urbana, la cual es esencial para desarrollar estrategias de gestión y conservación de la naturaleza en ambientes urbanos.

Innovación curricular en un escenario de pandemia

La adaptación del trabajo práctico al contexto de emergencia sanitaria fue exitosa a nivel académico permitiendo llevar a cabo el módulo práctico, aplicar el conocimiento teórico dictado en el curso a un estudio de caso concreto y a su vez cumplir con las medidas sanitarias comunicadas hasta el momento. Habitualmente en años anteriores, la salida de campo del curso de Biogeografía constaba de una estadía en Santa Lucía, departamento de Canelones, lugar donde se realizaba el trabajo práctico (Hernández et al., 2019). En este caso, la adaptación de la propuesta consistió en realizar un análisis biogeográfico a escala local en ambientes urbanos, con el fin de evitar así grandes traslados por parte de los estudiantes y permitiendo tener una mayor autonomía a la hora de organizar la salida y planificar el sitio de estudio. Estas modificaciones le brindaron simplicidad y accesibilidad a la actividad planteada, lo cual a su vez permite que sea replicada y adaptada a otros niveles educativos, como es la educación media. Trasladar el trabajo práctico a la ciudad brindó también un nuevo contexto de aplicación de los conocimientos, herramientas y metodologías biogeográficas que anteriormente no había sido tenido en cuenta en el curso, y en el cual es necesario continuar ahondando para poder contribuir a la conservación de la biodiversidad urbana y al ordenamiento territorial sustentable.

Este trabajo de carácter exploratorio, sugiere que el grado de urbanización influye en la diversidad de aves presentes en los ambientes urbanos. Lo que pone en evidencia que la conservación de la biodiversidad demanda del diseño de estrategias que además de aportar conocimiento sobre la distribución de los taxones, desde un enfoque integrador y sistémico, sea capaz de integrar dimensiones socioculturales, políticas, institucionales, económicas, que busquen promover la sustentabilidad de los sistemas ambientales. Para ello la biogeografía ha mostrado ser una herramienta de

gran utilidad para poner de manifiesto el estado actual de conservación de los ambientes urbanos, debido a su capacidad de integrar distintas dimensiones a su análisis. Finalmente, la presentación del artículo, así como la estrategia de enseñanza-aprendizaje propuesta a través del análisis biogeográfico y relevamiento de fauna urbana, son una evidencia de la capacidad de adaptación de la práctica de aula, a través de la metodología ensayada, en un escenario de pandemia.

Agradecimientos

A Atilio Piovesan, guardaparque de los Humedales de Santa Lucía, por ayudarnos con su conocimiento para identificar especies de flora arbórea.

Referencias

- Achkar, M., Cantón, V., Díaz, I., Domínguez, A., Faccio, C., Fernández, G., Pesce, F. y Sosa, B. (2010). Áreas protegidas: Un desafío en el ordenamiento ambiental del territorio. Departamento de Publicaciones, Unidad de Comunicación de la Universidad de la República (UCUR).
- Aldabe, J., Rocca, P. y Claramunt, S. (2009). Uruguay. En C. Devenish, D. F. Díaz Fernández, R. P. Clay, I. Davidson y I. Yépez Zabala (Ed.), *Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation* (BirdLife Conservation Series No. 16, pp. 383-392). BirdLife International.
- Arita, H. T. y Rodríguez, P. (2001). Ecología Geográfica y Macroecología. En J. Llorente Bousquets y J. J. Morrone (Ed.), *Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, Conceptos, Métodos y Aplicaciones* (pp. 63-80). Facultad de Ciencias, UNAM.
- Azpiroz, A. B., Alfaro, M. y Jiménez, S. (2012). Lista Roja de las Aves del Uruguay. Una evaluación del estado de conservación de la avifauna nacional con base en los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Dirección Nacional de Medio Ambiente. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/lista-roja-aves-del-uruguay>
- Bou, N., Cuyckens, G. A. E., González, E. M. y Meneghel, M. (2019). Conservation planning in Uruguay based on small felids (*Leopardus* spp.) as umbrella species. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. <https://doi.org/10.1080/01650521.2019.1669421>
- Brazeiro, A., Achkar, M., Bartesaghi, L., Ceroni, M., Aldabe, J., Carreira, S., Duarte, A., González, E., Haretche, F., Loureiro, M., Martínez-Lanfranco, J. A., Maneyro, R., Serra, S. y Zarucki, M. (2015). Mapeo de la biodiversidad de Uruguay. En A. Brazeiro (Ed.), *Eco-Regiones de Uruguay: Biodiversidad, Presiones y Conservación. Aportes a la Estrategia Nacional de Biodiversidad* (pp. 22-31). Facultad de Ciencias, CIEDUR, VS-Uruguay, SZU.
- Brooks, T. M., Bakarr, M. I., Boucher, T., da Fonseca, G. A. B., Hilton-Taylor, C., Hoekstra, J. M., Moritz, T., Olivieri, S., Parrish, J., Pressey, R. L., Rodrigues, A. S. L., Sechrest, W., Stattersfield, A., Strahm, W. y Stuart, S. N. (2004). Coverage Provided by the Global Protected-Area System: Is It Enough? *BioScience*, 54(12), 1081-1091. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[1081:CPBTGP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[1081:CPBTGP]2.0.CO;2)
- Coelho, L., Romero, D., Queirolo, D. y Guerrero, J. C. (2018). Understanding factors affecting the distribution of the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) in South America: Spatial dynamics and environmental drivers. *Mammalian Biology*, 92, 54-61. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2018.04.006>
- Convenio sobre Diversidad Biológica (2012). *Perspectiva de las ciudades y la diversidad biológica. Resumen Ejecutivo*. <https://www.cbd.int/authorities/doc/cbo-1/cbd-cbo1-summary-sp-f-web.pdf>
- Córdova, K. L. (2013). Caracterización de la biodiversidad urbana en la cuenca central de Cochabamba, Bolivia. *Acta Nova*, 6, 94-121.
- Chace, J. F. y Walsh, J. J. (2006). Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and Urban Planning*, 74, 46-69. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.08.007>
- Cracco, M., García, L., González, E., Rodríguez, L. y Quintillán, A. (2005). Importancia global de la biodiversidad de Uruguay. Proyecto Fortalecimiento de las Capacidades para la Implementación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (URU/05/001). DINAMA/MVOTMA, PNUD/GEF. <https://uruguayambiental.com/snap/Importancia%20global%20de%20la%20BD%20de%20Uruguay.pdf>
- Eluén, L., Sosa, B., Hernández, F., López de Haro, J., Morales, S., Sum, T., Valiente, D., Romero, D., Guerrero, J. C. y Achkar, M. (2020). «El Rincón de Santa Lucía», Canelones – Uruguay. Un lugar

- donde aprender y enseñar. X Congreso de la Red Latinoamericana de Ciencias Ambientales (X RELACIAM). Punta del Este, Uruguay, 4-6 de marzo.
- Escalante, T. (2009). Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80(2), 551- 560.
- Galliazzi, S. (11 de marzo de 2019). Montevideo, qué verde te veo: ¿qué árboles reinan en las veredas de la ciudad? *El Observador* <https://www.elobservador.com.uy/nota/montevideo-que-verde-te-veo-que-arboles-reinan-en-las-veredas-de-la-ciudad--20193105024>
- Gonzales, N., Luján, M., Navarro, G. y Flores, R. (2016). Aplicabilidad de líquenes bioindicadores como herramienta de monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de Cochabamba. *Acta Nova*, 7(4), 455-482.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 9pp. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf
- Hernández, F., López de Haro, J., Morales, S., Sum, T., Valiente, D., Eluén, L., Sosa, B., Romero, D., Achkar, M. y Guerrero, J. C. (2019). Síntesis de los trabajos prácticos de los cursos de Biogeografía y Evaluación de Recursos Naturales e Impacto Ambiental de la Facultad de Ciencias, 2018. El Rincón de Santa Lucía Canelones. Un lugar donde aprender y enseñar. <http://www.bib.fcien.edu.uy/files/etd/Libros/Rincon2019.pdf>
- Herrera Calvo, P. M. (2008). Infraestructuras de soporte de la biodiversidad: planificando el ecosistema urbano. *Ciudades: Revista del Instituto Universitario de Urbanística de la Universidad de Valladolid*, (11), 167-187. <https://doi.org/10.24197/ciudades.11.2008.167-188>
- INE – Instituto Nacional de Estadística (2011). Censo poblacional. <https://www.gub.uy/instituto-nacional-estadistica/datos-y-estadisticas/estadisticas/censo-2011>
- Lees, A. C., Rosenberg, K. V., Ruiz-Gutierrez, V., Marsden, S., Schulenberg, T. S. y Rodewald, A. D. (2020). A roadmap to identifying and filling shortfalls in Neotropical ornithology. *American Ornithology*, 137, 1-17. <https://doi.org/10.1093/auk/ukaa048>
- Leveau, L. M. y Leveau, C. M. (2004). Comunidades de aves en un gradiente urbano de la ciudad de Mar del Plata, Argentina. *Hornero*, 19(1), 013-021.
- Molina Prieto, L. F. (2011). *Metrópolis y aves. Conservación de especies y sustentabilidad urbana*. Alarife, (22), 46-61.
- Moreno, C. E. (2000). *Métodos para medir la biodiversidad*. (Volumen 1). Manuales y tesis SEA.
- Morrone, J. J. (2000). *Sistemática, Biogeografía, Evolución. Los patrones de la biodiversidad en tiempo espacio*. (1ª edición). Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera”, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Ortega-Álvarez, R. y MacGregor-Fors, I. (2011). Dusting off the file: a review of knowledge on urban ornithology in Latin America. *Landscape and Urban Planning*, 101, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.12.020>
- Paz Fernández, A. (2019). *Contribución de los espacios verdes urbanos informales a la biodiversidad de las ciudades: un estudio en las ciudades de A Coruña y Ferrol*. Tesis de grado. Universidad de Coruña. https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/24790/PazFernandez_Alba_TFG_2019.pdf
- Perepelizin, P. V. y Faggi, A. M. (2009). Diversidad de aves en tres barrios de la ciudad de Buenos Aires, Argentina. *Muldequina*, 18(2), 71-85.
- Perfecto, I. y Vandermeer, J. (2012). Separación o integración para la conservación de biodiversidad: la ideología detrás del debate "land-sharing" frente a "land-sparing". *Ecosistemas*, 21(1-2), 180-191. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/36>
- Real, R., Vargas, J. M. y Guerrero, J. C. (1992). Análisis biogeográfico de clasificación de áreas y de especies. *Monogr. Herpetol*, 2, 73-84.
- Real, R. (2009). *La ciudad y la biodiversidad urbana*. OMAU (Observatorio del Medioambiente Urbano).
- Remsen, J. V. Jr., Areta, J. I., Bonaccorso, E., Claramunt, S., Del-Rio, G., Jaramillo, A., Lane, D. F., Robbins, M. B., Stiles, F. G. y Zimmer, K. J. (2023). Version [30/01/2023]. A classification of the bird species of South America. *American Ornithological Society*. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>
- Rocha, G. (2010). *Guía de aves de Montevideo*. Editorial Banda Oriental.
- Rodríguez-Ferraro, A. (2010). Efectividad de las áreas protegidas en la conservación de especies amenazadas del género *Amazona*. En R. De Oliveira-Miranda, J. Lessmann, A. Rodríguez-Ferraro y F. Rojas-Suárez (Ed.), *Ciencia y conservación de*

Especie	Nombre común	S. Vázquez	Tres Cruces	Malvín	Total
*Passer domesticus	*Gorrión	19	45	59	123
Myiopsitta monachus	Cotorra	16	4	41	61
*Columba livia	*Paloma doméstica	22	10	19	51
Zenaida auriculata	Torcaza	7	4	21	32
Patagioenas picazuro	Paloma de monte	12	6	13	31
Pitangus sulphuratus	Benteveo	9	8	11	28
Furnarius rufus	Hornero	8	2	16	26
Vanellus chilensis	Tero	18	0	2	20
Molothrus bonariensis	Tordo	6	4	8	18
Zonotrichia capensis	Chingolo	8	5	3	16
Troglodytes aedon	Ratonera	2	0	9	11
Sturnus vulgaris	*Estornino pinto	11	0	0	11
Sicalis flaveola	Dorado	10	0	0	10
Turdus rufiventris	Zorzal	6	0	3	9
Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina azul chica	4	0	4	8
Spinus magellanicus	Cabecitanegra	6	0	0	6
Turdus amaurochalinus	Sabiá	6	0	0	6
Progne chalybea	Golondrina azul grande	0	3	3	6
Parabuteo unicinctus	Gavilán mixto	0	0	6	6
Mimus saturninus	Calandria común	2	0	1	3
Rauenia bonariensis	Naranjero	3	0	0	3
Chlorostilbon lucidus	Picaflor verde	1	0	1	2

Especie	Nombre común	S. Vázquez	Tres Cruces	Malvín	Total
<i>Patagioenas maculosa</i>	Paloma ala manchada	2	0	0	2
<i>Milvago chimango</i>	Chimango	2	0	0	2
<i>Piranga flava</i>	Fueguero	2	0	0	2
<i>Guira guira</i>	Pirincho	2	0	0	2
<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	Golondrina cejas blancas	0	2	0	2
<i>Columbina picui</i>	Torcacita	1	0	0	1
<i>Hylocharis chrysurus</i>	Picaflor bronceado	1	0	0	1
<i>Colaptes campestris</i>	Carpintero de campo	1	0	0	1
<i>Aramides ypecaha</i>	Gallineta grande	1	0	0	1
<i>Colaptes melanochlorus</i>	Carpintero nuca roja	1	0	0	1
<i>Paroaria coronata</i>	Cardenal copete rojo	0	0	1	1
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	Arañero cara negra	1	0	0	1