

UCH-FC
B-Ambiental
S 479
C. 1



UNIVERSIDAD DE CHILE-FACULTAD DE CIENCIAS -ESCUELA DE PREGRADO

“Conservación de aves en paisajes urbanos: evaluación de la nidificación de aves en cementerios y campus universitarios de Santiago de Chile”

Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de Biólogo con mención en Medio Ambiente.

RITA ANDREA SEPÚLVEDA LÓPEZ

Director del Seminario de Título: Francisco de la Barrera Melgarejo.

Co-Director del Seminario de Título: Michel Sallaberry Ayerza.

Mayo 2016

Santiago-Chile



INFORME DE APROBACIÓN SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias, que el Seminario de Título, presentado por la candidata: Rita Andrea Sepúlveda López

“Oportunidades para la conservación de aves en paisajes urbanos: evaluación de la nidificación de aves en cementerios y campus universitarios de Santiago de Chile”

Ha sido aprobado por la Comisión de evaluadora y revisora, como requisito parcial para optar al título de Bióloga con mención en Medio Ambiente.

Dr. Francisco de la Barrera Melgarejo
Director Seminario de Título

Firma manuscrita en azul sobre una línea horizontal.

Dr. Michel Sallaberry Ayerza
Co-Director Seminario de Título

Firma manuscrita en azul sobre una línea horizontal.

Comisión de Evaluación

Rodrigo Vásquez S.
Presidente Comisión

Firma manuscrita en azul sobre una línea horizontal.

Darío Moreira
Evaluador

Firma manuscrita en azul sobre una línea horizontal.

Santiago, mayo de 2016

Dedico este trabajo a todas las aves de Santiago y del mundo. Al zorzal cantor, al chincol y su copete, al pecho ardiente de la loica y todas las aves que enriquecen nuestras vidas. Porque sin ella jamás hubiésemos imaginado volar.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por apoyarme moralmente durante las largas jornadas de toma de datos, disculpando mi ausencia y escasa participación de las labores del hogar. También por su comprensión y apoyo en las jornadas de análisis y redacción de este escrito. Quisiera dar especial agradecimiento a mi madre por hacer que sea la primera profesional de la familia, por *aperrar* como no muchos se atreven. Por jugársela por un sueño. Por sobre todo le agradezco haberme dado la vida y criado.

Agradezco también a mis amigos y profesores que colaboraron en el ingreso y análisis de datos, con sus recomendaciones, consejos y buenas vibras. A Isacc por ser seco, Pancho por sus consejos, Elsie, Génesis e Isidora por su compañía y ayuda. Quisiera agradecer además a mi tutor por darme el espacio para desarrollar mi idea, por darme la libertad de escoger el tema.

No quisiera dejar de afuera de los agradecimientos al personal, ya sea administrativo como trabajadores, de los distintos sitios los cuales me permitieron el acceso para llevar a cabo este estudio, tratándome con amabilidad y respeto durante mis vistas. Haciendo de este trabajo una realidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por apoyarme moralmente durante las largas jornadas de toma de datos, disculpando mi ausencia y escasa participación de las labores del hogar. También por su comprensión y apoyo en las jornadas de análisis y redacción de este escrito. Quisiera dar especial agradecimiento a mi madre por hacer que sea la primera profesional de la familia, por *aperrar* como no muchos se atreven. Por jugársela por un sueño. Por sobre todo le agradezco haberme dado la vida y criado.

Agradezco también a mis amigos y profesores que colaboraron en el ingreso y análisis de datos, con sus recomendaciones, consejos y buenas vibras. A Isacc por ser seco, Pancho por sus consejos, Elsie, Génesis e Isidora por su compañía y ayuda. Quisiera agradecer además a mi tutor por darme el espacio para desarrollar mi idea, por darme la libertad de escoger el tema.

No quisiera dejar de afuera de los agradecimientos al personal, ya sea administrativo como trabajadores, de los distintos sitios los cuales me permitieron el acceso para llevar a cabo este estudio, tratándome con amabilidad y respeto durante mis vistas. Haciendo de este trabajo una realidad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Las aves como modelo de estudio en paisajes urbanos.....	4
1.2 Efecto de la urbanización sobre las aves.....	4
1.3 Reproducción de aves en paisajes urbanos.....	8
1.4 Áreas verdes no tradicionales que podrían permitir la nidificación: cementerios y campus universitarios.....	9
1.5 Objetivos.....	11
1.5.1 Objetivo general.....	11
1.5.2 Objetivos específicos.....	11
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
2.1 Área de estudio.....	12
2.2 Selección de sitios de estudio.....	12
2.3 Caracterización de los sitios de estudio.....	15
2.4 Caracterización de la avifauna nidificante en los sitios de estudio.....	16
2.5 Tratamiento de datos.....	22
3. RESULTADOS.....	24
3.1 Características de los sitios de estudio.....	24
3.2 Caracterización de la avifauna nidificante.....	27
3.2.1 Riqueza y abundancia de aves nidificantes.....	27

3.2.2 Comunidades de aves nidificantes.....	31
3.2.3 Diversidad de las comunidades de aves nidificantes	34
3.3 Condiciones de nidificación	36
3.3.1 Altura de los nidos	36
3.3.2 Estructuras utilizadas para el establecimiento de nidos	39
3.4 Variables estructurales que explican la riqueza, abundancia, diversidad de especies nidificantes y nidos	42
4. DISCUSIÓN.....	44
4.1 Cuáles aves nidifican en cementerios y campus universitarios.....	44
4.1.1 Riqueza y abundancia de aves nidificantes	44
4.2.2 Diversidad.....	49
4.2 Condiciones de nidificación en cementerio y campus universitarios	51
4.3 Variables estructurales de los sitios y tipo de sitios que repercuten sobre la riqueza, abundancia, densidad y diversidad de aves nidificantes.....	55
4.4 Reflexión final.....	59
5. CONCLUSIONES	60
6. BIBLIOGRAFÍA.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cementerios y campus universitarios seleccionados (sitios).....	13
Tabla 2. Resumen de las variables evaluadas, su definición y forma de obtención. ...	20
Tabla 3. Especies vegetales dominantes (nativas y exóticas) dentro de los distintos sitios de estudio.....	25
Tabla 4. Caracterización de la vegetación, el nivel de ruido y la cobertura edificada de los sitios.....	26
Tabla 5. Resultados del Test-t para evaluar diferencias en las características de los cementerios y los campus universitarios.....	26
Tabla 6. Riqueza y densidad de nidos, tanto de especies nativas como el valor total de cada tipo de sitio y sitio evaluado..	28
Tabla 7. Resultados del Test-t para evaluar diferencias en las características de las variables de avifauna en los cementerios y los campus universitarios.	29
Tabla 8. Especies nidificantes y número de nidos registrados en cementerios (n=6) y campus universitarios (n=3).....	30
Tabla 9. Especies vegetales con mayor riqueza de aves registrada y especies asociadas.	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación espacial de los cementerios y campus universitarios seleccionados para el estudio.....	14
Figura 2. Ejemplo de mapa de ruido.	16
Figura 3. Esquema ilustrativo de la medición de altura.	19
Figura 4. Comunidades de aves nidificantes en los distintos tipos de sitios y sitios. ..	32
Figura 5. Caracterización trófica de las comunidades de aves nidificantes en los distintos tipos de sitios y sitios.	34
Figura 6. Índices comunitarios de los distintos sitios y tipos de sitios.	35
Figura 7. Altura de nidificación en cementerios y campus universitarios..	37
Figura 8. Altura promedio de los nidos usada por especie..	38
Figura 9. Especie de vegetales con mayor abundancia de nidos en cementerios y campus universitario.....	39
Figura 10. Correlación entre variables dependientes (A) e independientes (V).	43
Figura 11. S. loyca en pastizal del Cementerio Metropolitano.	48
Figura 12 . Nichos y nidos encontrados en ellos.	54
Figura 13. Casos fallidos de nidificación.	58

RESUMEN

Desde hace unos pocos años más del 50% de la población humana vive en ciudades. Porcentaje que sigue aumentando a medida que población crece. Como consecuencia se han generado impactos a escala local, regional y global, siendo la biota uno de los elementos más afectados. Dentro de las repercusiones se encuentran la erradicación de especies nativas, la modificación y homogenización de las comunidades biológicas y pérdida de beneficios asociados al contacto humano-biodiversidad. Es así como se hace necesario estudiar las condiciones que permiten la conservación de la biota dentro de medios urbanos. Frente a lo anterior las aves son un buen modelo de estudio, tanto por sus respuestas ecológicas ante la urbanización como por la facilidad de su monitoreo. Por lo tanto, este trabajo evalúa la ecología reproductiva de las aves urbanas, indagando sobre las condiciones utilizadas para la nidificación en dos tipos de áreas verdes no tradicionales: cementerios y campus universitarios.

Para lo anterior se escogieron 6 cementerios y 3 campus universitarios ubicados dentro del perímetro urbano con características distintas de cobertura vegetal, tipo de vegetación (nativa o exótica), diversidad estructural de la vegetación, cobertura edificada y nivel de ruido. Estos parámetros fueron contrastados con la riqueza, abundancia, diversidad y densidad de aves nidificantes. Además, se evaluó tanto el uso de alturas como de estructuras en las cuales se daba la nidificación.

Los resultados mostraron la presencia de nidificación de un total de 18 especies de aves. Los cementerios fueron los que albergaron más riqueza. Las especies más abundantes en ambos tipos de sitios fueron *Zenaida auriculata* (tórtola), *Turdus falcklandii* (zorzal) y *Zonotrichia capensis* (chincol). La alimentación de las especies

fue mayoritariamente granívora y omnívora. Ambos tipos de sitios (cementeros y campus universitarios) poseen una diversidad de nidos bajas (respecto al máximo posible), aun cuando los cementeros son más diversos que los campus.

La altura promedio utilizada para construir los nidos fue de 2,88 metros, aunque este valor varió según la especie, donde *Milvago chimango* (tiuque) alcanzó los 8,00 metros y *Z. capensis* (chincol) los 1,81 metros. La mayor abundancia de nidos se encontró en especies vegetales exóticas, además, cinco especies se registraron nidificando en los nichos de los cementeros.

Por otra parte, el área, cobertura edificada y diversidad estructura de la vegetación fueron las variables que se encontraron más asociadas a la riqueza, abundancia y diversidad de nidos.

En base a los resultados, espacios con gran superficie, acompañados con diversidad de vegetación, especialmente arbustiva, de distintos tamaños y donde la superficie edificada sea baja son los lugares que permiten mayor cantidad y riqueza de aves nidificantes. Para aumentar el número de aves nidificantes se sugiere aumentar la cobertura de arbustos, y diversificar la altura de los árboles, junto con emular las condiciones naturales de nidificación de especies poco comunes. En conclusión, los cementeros y campus entregan oportunidades para la nidificación de aves silvestres.

ABSTRACT

Since a few years more than 50% of the human population has lived in cities. This percentage is rising as population grows. As a result, we have generated impacts at local, regional and global scale, biota being one of the elements most affected. Among the effects are eradication of native species, modification and homogenization of biological communities and loss of benefits associated with the contact human-biodiversity. Thus it is necessary to study the conditions that allow the conservation of the biota within urban environments. In relation to the above birds are a good model to study both its ecological responses to urbanization and the ease of monitoring. Therefore, this paper evaluates the reproductive ecology of urban birds, inquiring about the conditions used for nesting into two types of non-traditional green areas: cemeteries and university campuses.

For the previous six cemeteries and three university campuses located within the city limits with different characteristics of vegetation cover, vegetation type (native or exotic), structural diversity of vegetation, built coverage and noise level were chosen. These parameters were compared with the richness, abundance, diversity and density of nesting birds. Furthermore, it was evaluated both heights use as structures in which nesting is given.

The results showed the presence of nesting of a total of 18 species of birds. The cemeteries were those who harbored more wealth. The most abundant species in both types of sites were *Zenaida auriculata* (turtledove), *Turdus falcklandii* (thrush), *Zonothrichia capensis* (and rufous-collared sparrow). Feeding species was mainly

granivorous and omnivorous. Both types of sites (cemeteries and university campuses) have a diversity of nests low (relative to the maximum possible), even if the cemeteries are more diverse than the campus.

The average height used to build nests was 2.88 meters, although the amount varied depending on the species, where *Milvago chimango* reached 8.00 meters and *Z. capensis* the 1,81metros. The greater abundance of nests found in exotic plant species also recorded five species nesting in niches of the cemeteries.

Moreover, the area, built percentage and structural diversity of vegetation were the variables found more associated with wealth, abundance and diversity of nests.

Based on the results, areas with large surface, along with a variety of vegetation, especially shrubs, of different sizes and where the built area is low are the places that allow greater quantity and richness of nesting birds. To increase the number of nesting birds suggested increasing shrub cover, and diversify the height of the trees, along with emulate the natural conditions of breeding of rare species. In conclusion, cemeteries and deliver campus opportunities for nesting wild birds. Among the effects are eradication of native species, modification and homogenization of communities and loss of benefits associated to contact human- biodiversity. Thus it is necessary to study the conditions that allow the conservation of the biota within urban environments. In front of the afore mentioned, birds are an excellent model, both for its ecological responses to urbanization and the ease of monitoring. Thus, this paper evaluates the reproductive ecology of urban birds, inquiring about the conditions used for nesting in two types of green areas (cemeteries and university campus).

For the previous six cemeteries and three university campuses located within the city limits with different characteristics of vegetation cover, native vegetation, structural diversity of vegetation, built coverage and noise levels were chosen. Parameters were compared with the richness, abundance, diversity and density of nesting birds.

The results show the presence of nesting a total of 18 bird species, mostly native species. The cemeteries are home to more wealth, especially CG, CM and CPR. The most abundant species in both sites were *zenaida auriculata* (turtledove), *Turdus falcklandii* (thrush) and *Zonotrichia capensis* (rufous-collared sparrow). The feeding of the species were mainly granivorous and omnivorous. Both types of sites (cemeteries and university campuses) have a variety of low nests, even if the cemeteries are more diverse than the campuses. The average height used to build nests was 2.88 m although the amount varied depending on the species. The greater abundance of nests found in exotic plant species, plus 5 species were recorded nesting in recesses in cemeteries. The area, built percentage diversity and vegetation structure are the variables that were more associated with wealth, abundance and diversity of nests.

Based on the results, areas with large surface, along with a variety of vegetation, especially shrubs, with different sizes where the build area is low they are the places that allow greater quantity and richness of nesting birds. To increase the number of nesting birds suggested increasing shrub cover, and diversify the height of the trees, along with emulate the natural conditions of breeding of rare species. In conclusion, cemeteries and deliver campus opportunities for nesting wild birds.

1. INTRODUCCIÓN

La población mundial se encuentra en expansión y se localiza fundamentalmente en áreas urbanas. En 2014 el 54% de la población mundial era urbana en contraste al 2% que existía a principios del siglo XIX. Las proyecciones indican que este porcentaje seguirá aumentando, siendo las regiones de menor desarrollo económico las que absorban este crecimiento (Mele, 2014). En el caso de Sudamérica, más del 80% de la población ya es urbana y se espera que para el 2050 ese porcentaje roce el 90% (Naciones Unidas, 2014). La urbanización creciente implica cambios de usos y coberturas del suelo, deforestación, aumentando la impermeabilización de los suelos, desarrollo de infraestructuras para el asentamiento humano, remplazo de coberturas vegetales naturales por un paisajismo urbano compuesto mayormente por especies ornamentales de carácter exótico y generación de desechos y contaminantes (Marzluff & Ewing, 2001; Pauchard y col., 2006; Julian y col., 2015). Los cambios en el uso de suelo asociados a la urbanización tienen como consecuencia: pérdida y fragmentación de hábitats, cambios en la composición y homogenización de las comunidades bióticas, modificación de mesoclimas y microclimas y alteración de los sistemas hidrológicos y ciclos biogeoquímicos, entre otros (Blair, 2001; McKinney, 2006; Grimm y col., 2008; Pickett y col., 2011; Haddad y col., 2015; Wedge y col., 2015; Julian y col., 2015; Cui y col., 2015).

Lo anterior podría no considerarse de mayor relevancia ya que el área urbanizada no supera el 3% de la superficie terrestre (Schneider y col., 2010). Sin embargo, los impactos causados por la urbanización no se restringen al área donde se

emplaza una ciudad, sino que se extiende más allá de sus límites, escalando a nivel local, regional e incluso global (McKinney, 2006; Bierwagen, 2007; Grimm y col., 2008; Aronson y col., 2014). Esto se debe a que el crecimiento urbano y el aumento de su población exige un mayor suministro de recursos como agua y alimentos, los que son importados desde zonas ubicadas fuera del entorno urbano, mientras los desechos que se producen en las áreas urbanas también aumentan y deben exportarse hacia esa misma ruralidad (Swaney y col., 2012). Como consecuencia, los cambios de uso de suelo, deforestación, fragmentación e impactos generados sobre la diversidad biológica, no solo se restringen al área ocupada por la urbe. Incluso se ha llegado a señalar que la urbanización pone en peligro a más especies y está geográficamente más presente en el territorio que cualquier otra actividad humana (Czech y col., 2000).

En Sudamérica también se dan los efectos mencionados anteriormente y existen dos causas que han sido señaladas como principales para el deterioro de la biodiversidad debido a la urbanización. Una de ellas es la falta de planificación urbana como mecanismo de control al desarrollo urbano (Puppim de Olivera y col., 2011). La segunda, según Pauchard y colaboradores (2006), es la falta de conciencia ambiental o ecológica para la mantención de elementos naturales dentro del entorno urbano y para la reducción de los impactos sobre los ecosistemas periurbanos. Respecto a la planificación urbana o territorial, cabe mencionar que las altas tasas de crecimiento económico de países sudamericanos ejercen presión para expandir las ciudades, lo que ha incrementado notablemente el desarrollo de barrios suburbanos y periurbanos (Leao y col., 2004; Qadeer, 2004), localizados en áreas de alto valor ecológico por la biodiversidad que contienen. En este sentido es necesario indagar en las condiciones que permitirían la sobrevivencia y eventual reproducción de diferentes especies en

ambientes urbanos y suburbanos actualmente en expansión y constante cambio de tal manera de contrarrestar los impactos negativos sobre la diversidad biológica.

El que la urbanización impacte sobre las especies y la biodiversidad no es trivial ya que en los últimos cien años la tasa de extinción de especies pudo haber aumentado en tres órdenes de magnitud (MEA, 2003). En la actualidad, 4.520 especies a nivel mundial se encuentran en peligro crítico, 6.814 en peligro y 10.235 vulnerables según la lista roja de la IUCN (2015). Es necesario agregar a lo anterior que la pérdida de biodiversidad genera otros problemas como son la pérdida o reducción de servicios ecosistémicos de especial interés para el bienestar de las personas tales como, oportunidades de recreación (Bernath & Roschewitz, 2008) y de instancias para el mejoramiento de la salud física (Takano y col., 2002; Kahn y col., 2008; Bowler y col., 2010), el mejoramiento de la salud mental (Parson y col., 1998; Mayer & col., 2008; Kaplan, 2001; Bratman y col., 2012), el fortalecimiento del aprendizaje y desarrollo de capacidades (Bar-Cohen, 2012; Berman y col., 2008; Atchley y col., 2012), el desarrollo de la creatividad (Kellert y col., 2011) y la generación sentido de lugar y de pertenencia así como de identidad.

En síntesis, ya sea por los efectos negativo sobre la diversidad biológica como por la pérdida o reducción de beneficios asociados la biodiversidad que es necesario entender cómo la biota se relaciona con los medios urbanos y suburbanos para poder desarrollar medidas de conservación que permitan mitigar los impactos adversos de la urbanización y potenciar los beneficios asociados a su presencia. No obstante, encontrar los mecanismos para lograr dicho objetivo es un gran desafío. Este estudio busca evaluar el potencial de una tipología específica de sitios urbanos para la

conservación de especies nativas, además de identificar las condiciones que permiten la presencia de tales especies.

1.1 Las aves como modelo de estudio en paisajes urbanos

Uno de los componentes de la biota afectados por la urbanización son las aves, las cuales por su capacidad de volar y sus altos requerimientos energéticos tienen respuestas especiales a los impactos de la urbanización. Las aves poseen la ventaja de ser más fácilmente observables y monitoreables que otros vertebrados, lo que permite evaluar con mayor facilidad tanto los efectos de la urbanización sobre ellas como sus respuestas, además de ser un grupo altamente apreciado y conocido por personas no relacionadas al quehacer científico (Chace & Walsh, 2006). Esto último facilita que los conocimientos generados sobre este grupo tengan un mayor impacto en los ciudadanos, ya que, en caso que se aplique alguna política que permita conservar y aumentar la riqueza o abundancia (o ambas) de estos ejemplares, los beneficios podrían ser más fácilmente apreciados por los habitantes de la ciudad, e incluso permitir una reflexión más profunda en los ciudadanos—incluyendo a los tomadores de decisiones, que frecuentemente residen en áreas urbanas— de los impactos que la urbanización genera sobre la biota, más allá de la fronteras de la ciudad misma.

1.2 Efecto de la urbanización sobre las aves

El aislamiento, la fragmentación y la degradación de los hábitats que ocurre como consecuencia de la urbanización están directamente relacionados con la disminución de la población y la extinción local de muchas especies de aves en todo el mundo (Bierregaard & Lovejoy, 1988; Hughes y col., 1997; Manhaes & Loures-Ribeiro,

2005; Biamonte y col., 2011). Básicamente, la urbanización actúa como un filtro biológico, el cual favorece a algunas especies de aves por sobre otras (Crocchi y col., 2008; Cofre y col., 2007; Lizée y col., 2011). Así es como algunas especies son más resistentes a la alteración de los hábitats que otras, incluso dentro de un mismo grupo ecológico o taxonómico. Aquellas especies con requerimientos de hábitat especializados, con particulares rasgos de historia de vida o reducida plasticidad conductual son más sensibles, y las primeras en ser excluidas (O'Dea & Whittaker 2007; Biamonte y col., 2011).

Por otro lado, se ha observado que en un gradiente desde la periferia de la ciudad hacia el núcleo urbano la riqueza de aves disminuye, mientras que la abundancia de algunas especies aumenta considerablemente (Marzluff y col., 2001; Lizée y col., 2011). Este fenómeno se relaciona con la intensidad de la perturbación humana, donde hacia el centro o el interior de la ciudad las coberturas vegetales disminuyen, a la vez que las plantas introducidas se vuelven dominantes (Pauchard y col., 2006). Además, más cerca del centro de la ciudad los niveles de contaminación son mayores, se incrementan los niveles de ruido y la infraestructura urbana impide el libre desplazamiento de las aves (Mckinney, 2002; Chace, 2004; LaZerte y col., 2015).

Existen aves que son conocidas como explotadoras urbanas, por su alta capacidad de utilizar las estructuras hechas por el hombre. Estas predominan en zonas altamente urbanizadas como son los centros urbanos y son aves principalmente omnívoras no territoriales o bien granívoras e insectívoras-granívoras (González-Oreja y col., 2007; Charre y col., 2013). En contraste, las especies insectívoras propias de ecosistemas rurales y boscosos tienden a evitar las ciudades, siendo más comunes en

la periferia, en áreas suburbanas bien conservadas (Clergeau y col., 2001; McKinney, 2002).

Otra forma en que se ha observado la relación ave-ciudad es a través del uso de suelo, dado que el uso de suelo influenciaría directamente sobre la riqueza y abundancia de aves (Ortega-Álvarez & MacGregor-Fors, 2009). Se ha descrito que las comunidades son altamente dominadas por pocas especies generalistas, en áreas donde el uso de suelo es comercial, mientras que muestran valores más altos de equitatividad en áreas verdes. Así mismo se ha reconocido que los parques y otras áreas boscosas urbanas son sitios que ayudan a contrarrestar la homogeneización biótica representada por especies cosmopolitas, que proliferan en muchos paisajes urbanizados (Fernández-Juricic & Jokimäki, 2001; Renjifo, 2001; MacGregor-Fors y col., 2010).

Las cualidades relacionadas con la capacidad de sustentar aves por parte de las áreas verdes son: área, cobertura vegetal, estructura y complejidad de la vegetación (Urquiza y Mella, 2002; Díaz y Armesto, 2003; Mella y Loutit, 2007). Fernández-Juricic (2004) encontró que la persistencia de especies especialistas (poco favorecidas en medios urbanos) mejora con el tamaño del área verde, y que el área, la estructura y complejidad de la vegetación son las variables estructurales que mejor explican la riqueza de aves en parques urbanos (Strohbach, 2013; de Toledo y col, 2011). Parques grandes con gran diversidad de alturas de follaje son particularmente valiosos para sustentar una alta riqueza (Park & Lee 2000, Ortega-Álvarez & MacGregor-Fors, 2010; Carbó-Ramírez & Zuria 2011; González-Oreja & col., 2012)

Por otra parte, se ha reconocido que la ubicación del área verde ejerce influencia sobre el valor de la misma para la presencia de aves. Las áreas verdes,

cercanas a sitios con vegetación natural pueden fomentar la colonización de aves a los parques y otras áreas verdes que se encuentran más aislados (Savard y col., 2000; Hess & Fischer, 2001, Díaz y Armesto, 2003; Loss y col., 2009). Es así como las áreas verdes urbanas son lugares que permiten mitigar la pérdida de hábitats naturales y la exclusión de especies a causa del crecimiento urbano (Brawn y col., 2001; Chace & Walsh, 2006; Yeoman & Mac- Nally, 2005; Clergeau y col., 2006; McKinney, 2006). Este hecho se explica en parte por la cubierta vegetal que proporciona sitios de nidificación, aumenta la disponibilidad de alimentos y ofrece protección contra los depredadores para muchas especies de aves (Park & Lee, 2000; Sandström y col., 2006).

En la mayoría de los estudios antes mencionado la aproximación se hace desde el punto de vista del avistamiento de aves en medio urbano, sin embargo, si se desea pensar en la gestión y conservación de aves en medio urbano no basta solo con registrar presencia como indicador de la persistencia de las poblaciones de aves, ya que estas presentan una alta movilidad, entonces podría estarse registrando individuos que no se desenvuelvan plenamente en la ciudad sino que estén “de paso” o que solo ingresen en búsqueda de ciertos recursos específicos, mientras que su desarrollo está asociados a parches naturales de “mejor calidad” ubicados fuera de la ciudad, los cuales además son amenazados contantemente. Por lo tanto, este trabajo propone una aproximación a través de la evaluación de procesos asociados a la reproducción de las especies, de manera de no solo evaluar presencia, sino que también la función reproductiva. De este modo se evalúan las poblaciones de aves urbanas menos dependientes de la llegada de individuos proveniente desde parches naturales rurales que deban enfrentarse al filtro que ejerce la matriz urbana.

1.3 Reproducción de aves en paisajes urbanos

Los factores que determinan la nidificación en aves son: la presencia de recursos alimenticios, la oferta de sitios de nidificación, la competencia inter-específica que en ciudades es diferente que, en ecosistemas naturales, y la presencia de predadores tales como otras aves, gatos, ratas y perros (Forrest & Clair, 2006).

En paisajes urbanos se debe agregar la perturbación asociada a la presencia humana. Esta se ha considerado un factor significativo para la abundancia, la riqueza y la diversidad de las comunidades de aves nidificantes (Lazo & col., 1990). En muchos paisajes urbanos la actividades recreativas o de esparcimiento como paseos o visitas que realizan las personas en áreas verdes se correlaciona con un éxito reproductivo inferior de las aves, ya sea a través de la deserción o abandono de nidos (Burger, 1981), la disminución del éxito de eclosión (Hunt, 1972; Schreiber, 1970; Miller y col., 1998), la disminución de la capacidad de alimentar a las crías (Leseberg y col., 2000), el aumento de la depredación (Kury & Gochfeld, 1975; Desgranges & Reed, 1981) y la disminución de la asistencia de los padres (Safina & Burger, 1983). En el trabajo de Strasser & Heath (2013) se encontró una asociación entre la perturbación humana a través del ruido generado por sus actividades con el fracaso y la deserción del nido para una especie nidificante de cavidad. También se ha registrado que el ruido modificaría el comportamiento anti-depredatorio de las aves nidificantes.

Para los parques urbanos la ocurrencia de la reproducción se ha considerado dependiente del tamaño del parque, la estructura vegetacional y la estructura del paisaje fuera del parque (Jokimäki, 1999).

Es de esperar que la nidificación se vea facilitada en lugares con un flujo de personas bajo o moderado, bajo nivel de ruido ambiente y con coberturas vegetales diversa. Generalmente los parques y las plazas urbanas han sido considerados como los principales lugares urbanos aptos para la alimentación, estadía y nidificación dentro de la ciudad (Charre y col, 2006; de Toledo y col, 2011; Díaz & Armesto, 2003), sin embargo la matriz urbana es diversa tanto en uso y presencia humana, como en cobertura vegetal por lo que se espera que existan comunidades de aves nidificantes en otros sitios que tengan características similares a parques y plazas, y que sean capaces de incluso permitir la presencia y nidificación de especies distintas, que en conjunto enriquezcan la ciudad.

1.4 Áreas verdes no tradicionales que podrían permitir la nidificación: cementerios y campus universitarios

Dentro de la ciudad se pueden encontrar distintos tipos de áreas verdes, menos evidentes que plazas y parques, que pueden entregar oportunidades a las aves y por lo tanto relevante evaluar. Este es el caso de los cementerios y los campus universitarios.

Algunos cementerios están inmersos en la ciudad y tienen la cualidad de ser espacios cerrados, de acceso restringido a un horario de funcionamiento diurno, en el cual las personas asisten a visitar a sus seres queridos fallecidos con una actitud de reflexión y silencio, distinta al que se observa en otros lugares de la ciudad. En ellos el flujo de personas es menor que en parques y esencialmente se concentra durante los fines de semana y fechas específicas donde se recuerda a los fallecidos. Aunque se pueden encontrar cementerios de distintos tipos, tanto por su diseño que varía en la cobertura de infraestructuras y vegetación en general estos espacios buscan generar

un ambiente tranquilo, con poco ruido y acompañado de vegetación que permita entregar ese ambiente. Si bien el rol de la vegetación urbana al aporte de la reproducción de aves ha sido evaluado, son muy escasos los trabajos que evalúen el aporte de las estructuras típicas de los cementerios tales como tumbas, nichos y mausoleos; aunque existen evidencias de su aporte para la nidificación de abejas silvestres (Nates-Parra y col., 2006). Las aves podrían encontrar en los cementerios la seguridad para la nidificación que no pueden encontrar en otro tipo de infraestructura urbana. Así, el aporte en vegetación, unido al bajo nivel de ruido, baja presencia humana e infraestructuras que pueden ser favorables, hacen de estos lugares necesarios de estudio.

Por otra parte, los campus universitarios son también espacios con infraestructuras y una gran cantidad de vegetación que podría refugiar a las aves que se encuentran en la matriz urbana (Hinojosa-Sáez y col., 2007; Strewé y col., 2009; Castro-Torreblanca & Blancas, 2014). Así mismo, al igual que los cementerios poseen horarios de uso determinados y días de mayor afluencia de público.

Este trabajo pretende evaluar, cuáles son las especies que nidifican en cementerios y campus universitarios y las condiciones estructurales más favorables para que logren llevar a cabo el proceso de nidificación. Los sitios a evaluar son lugares no convencionales y, por lo tanto, poco estudiados pero que tienen condiciones que pueden aportar al refugio, anidación, alimentación y descanso de aves (Ramírez-Albores, 2008; Uberlândia, 2004; Cárdenas, 2014).

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

- Identificar cuáles especies de aves nidifican, y bajo qué condiciones estructurales lo hacen, en cementerios y campus universitarios de Santiago.

1.5.2 Objetivos específicos

- Registrar la abundancia y riqueza de las aves nidificantes junto con caracterizar las comunidades de aves nidificantes en cementerios y campus universitarios.
- Determinar las alturas y flora utilizadas por las aves para nidificar en cementerios y campus universitarios.
- Relacionar variables comunitarias de aves nidificantes con variables estructurales de la vegetación urbana, la intervención antrópica, contexto urbano y nivel de ruido.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El Área Metropolitana de Santiago (33,5° S, 70,6° W) está localizada a los pies de la Cordillera de los Andes, entre los 700 y 1.000 m.s.n.m. Se ubica en una zona que ha sido calificada como prioritaria de conservar debido a la alta tasa de endemismo de la flora y fauna (Arroyo y col., 2008). Su clima es del tipo mediterráneo semiárido, con precipitaciones invernales y una estación seca prolongada (di Castri & Hajek, 1976; Amigo & Ramírez, 1998).

El área urbana poseía al año 2002 cerca de 5,8 millones de habitantes (INE, 2002; 44% de la población del país), un área construida de 616 km² y una densidad de 94,2 habitantes/ha. Actualmente se estima una población de aproximadamente 7,0 millones de habitantes (www.ine.cl). Es la capital administrativa y política de Chile además de concentrar la actividad económica del país (Banzhaf y col., 2013). Cuenta con 34 comunas, aunque no representan una unidad político-administrativa.

2.2 Selección de sitios de estudio

Los sitios de estudios que fueron seleccionados representan dos tipologías de áreas verdes urbanas: cementerios y campus universitarios. Entiéndase área verde como “espacios urbanos o de periferia a éstos, predominantemente ocupados con árboles, arbustos o plantas, que pueden tener diferentes usos, ya sea para cumplir funciones de esparcimiento, recreación, ecológicas, ornamentación, protección, recuperación y rehabilitación del entorno o similares (CONAMA, 2002).

Para la selección de los cementerios evaluados se usó como criterios: localización dentro de la matriz urbana, rango variado de superficies, rango variado de estructuras vegetales e infraestructuras. Para los campus universitarios los criterios de selección fueron: localización dentro de la matriz urbana y que presentaran una cobertura vegetal sobre un 20%.

Sobre la base de lo anterior se escogieron 6 cementerios y 3 campus universitarios distribuidos en 9 comunas de Santiago (Tabla 1 y Figura 1)

Tabla 1 . Cementerios y campus universitarios seleccionados (sitios).

Tipo de sitio	Sitios	Código	Área (ha)	Comuna	Año de creación
Cementerio	C. General	CG	80	Recoleta	1821
	C. Parque de Recuerdo	CPR	64	Huechuraba	1980
	C. Metropolitano	CM	49	Lo Espejo	1964
	C. Parroquial de Maipú	CPM	2,2	Maipú	Principios siglo XX
	C. Parroquial de san Bernardo	CSB	1,9	San Bernardo	
	C. Municipal de Pudahuel	CP	0,8	Pudahuel	1860
Campus universitario	Campus San Joaquín de la P. Universidad Católica de Chile	SJ	50	Macul	1963
	Campus de la Universidad de Santiago de Chile	USACH	33	Estación Central	1947
	Campus Juan Gómez Millas de la Universidad de Chile	JGM	15	Ñuñoa	1966

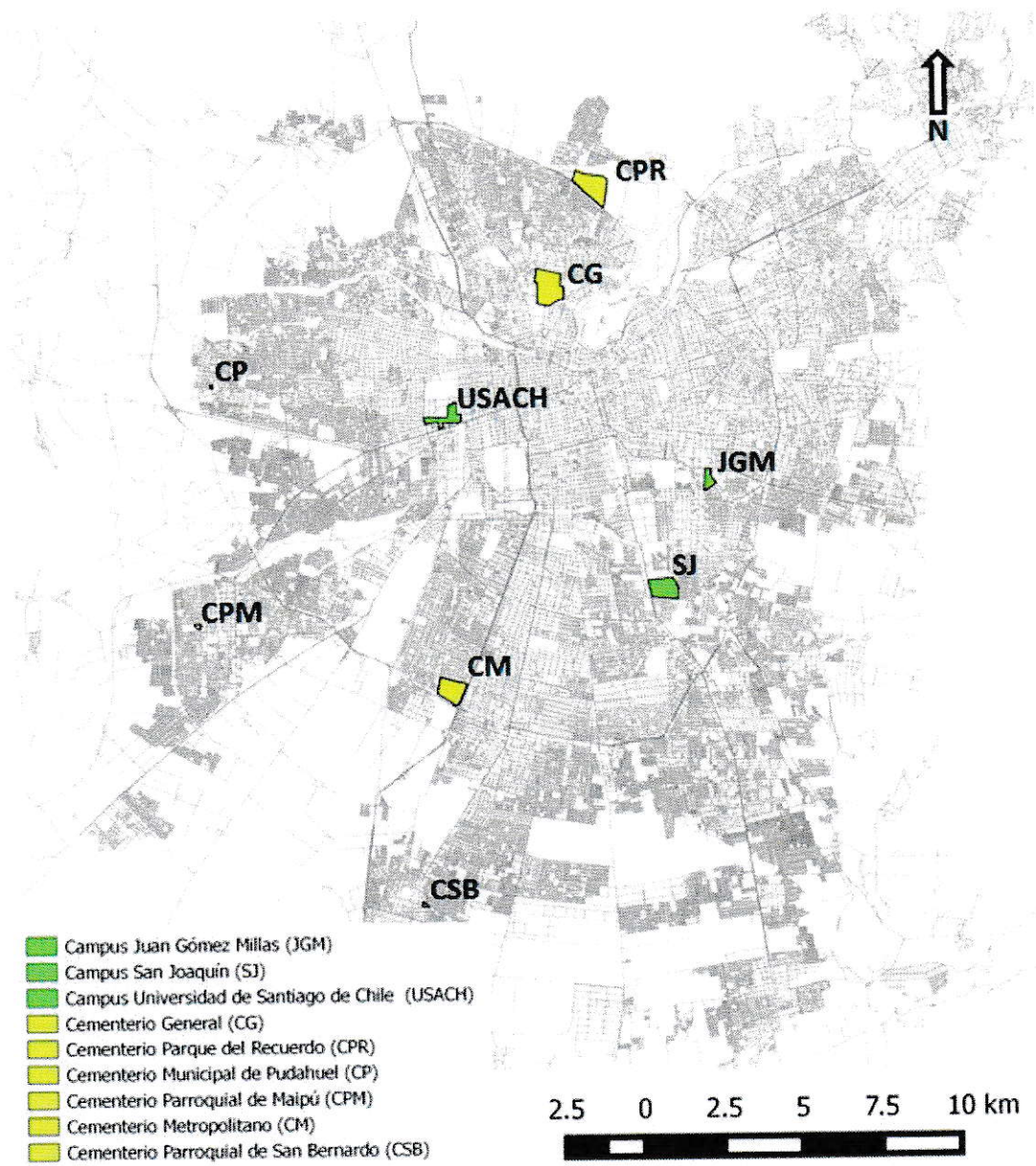


Figura 1. Ubicación espacial de los cementerios y campus universitarios seleccionados para el estudio.

2.3 Caracterización de los sitios de estudio

Las variables utilizadas para caracterizar los distintos sitios fueron: cobertura vegetal, cobertura vegetal de amortiguación o del entorno de cada sitio- medida que busca caracterizar el contexto urbano de los sitios evaluados -, cobertura vegetal de especies nativas, riqueza de vegetación nativa, especies arbórea o arbustiva dominantes (nativas y exóticas), diversidad estructural de la vegetación, nivel de ruido al interior del sitio y nivel de intervención antrópica dentro de los sitios (a través del cobertura edificada).

Para calcular la cobertura vegetal de los distintos sitios y la cobertura de amortiguación (del entorno urbano) se utilizó una imagen satelital Landsat del año 2015, con la que se calculó el porcentaje de la superficie cubierta por vegetación herbácea, arbustiva y arbórea. Para la cobertura de amortiguación se escogió una distancia de 200 m a la redonda desde el límite de cada sitio (considerando dos cuadras como referencia), esta distancia se tomó considerando el desplazamiento que podrían tener las aves dentro de la ciudad, considerando que en esta distancia sería suficiente para que las aves sientan el contraste entre el sitio evaluado y el entorno.

La caracterización de la vegetación se realizó a través de un muestreo por transectos en los lugares con superficies mayores a las 25 ha, cubriendo un 10% aproximadamente de la vegetación. La ubicación de los transectos fue dirigida, de tal manera de cubrir los sectores con más vegetación leñosa. En los sitios donde la superficie no superaba las 2,5 ha la caracterización de la vegetación se realizó en la totalidad del sitio. Los datos registrados fueron: nombre de la especie, origen biogeográfico (nativo o exótico), cobertura vegetal y hábito de crecimiento (arbóreo,

arbustivo y herbáceo). Con los datos obtenidos se calculó el porcentaje de cobertura vegetal y de la vegetación nativa, la riqueza de especies vegetales nativas y el índice de diversidad para la estructura de la vegetación.

El nivel de ruido ambiental se calculó utilizando un mapa de ruido existente (Instituto de Ingeniería Acústica de la Universidad Austral de Chile, 2012). A partir de este se calculó un promedio ponderado para cada sitio a partir de la superficie cubierta por cada categoría de nivel de ruido (Figura 2). El mapa considera el nivel de ruido diurno y corresponde fundamentalmente al ruido producido por el tráfico vehicular.

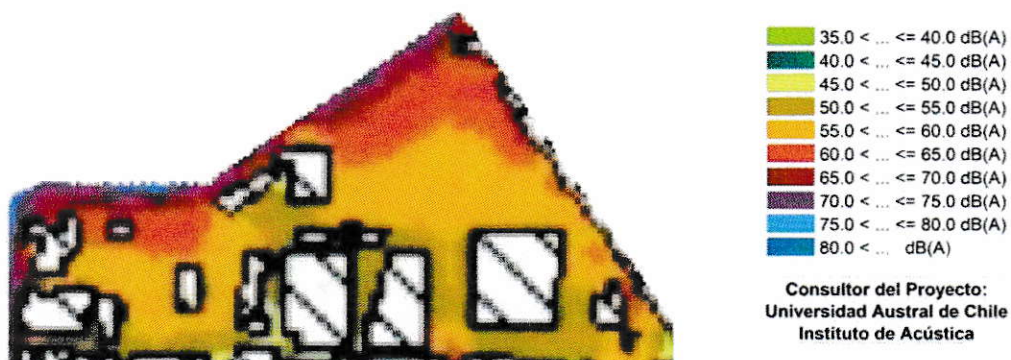


Figura 2. Ejemplo de mapa de ruido. Campus Juan Gómez Milla de la Universidad de Chile

Finalmente, el grado de intervención se calculó como el porcentaje de la superficie ocupada por edificios de más de un piso. Este valor se calculó a través de fotointerpretación de imágenes satelitales de muy alta resolución disponibles en Google Earth Pro.

2.4 Caracterización de la avifauna nidificante en los sitios de estudio

Se realizó trabajo de terreno para coleccionar datos de nidificación durante los meses de octubre de 2014 y enero de 2015, en horarios entre 8 AM y 18 PM. El

muestreo fue tipo censo de tal manera de registrar la mayor cantidad de nidos. Para registrar eventos de nidificación se buscó nidos en la vegetación e infraestructura (estructuras hechas por el hombre como alumbrado, edificaciones, entretechos, nichos, entre otros) También se consideró eventos de nidificación la presencia de volantones (individuos que han abandonado el nido pero que aún no saben volar). En cada visita la totalidad de la vegetación fue revisada en búsqueda activa de nidos, ya fuese de forma visual o a través del seguimiento de conducta propia de individuos nidificantes, tales como: comportamiento agresivo, carga de alimentos y carga de materiales para la construcción o reforzamiento de nidos. Además, se realizó búsqueda en las infraestructuras existentes siguiendo el mismo procedimiento.

Para la revisión de la vegetación (en búsqueda de los nidos), se registró cuidadosamente cada uno de los árboles desde abajo hacia arriba y mirando a contra luz para un mejor contraste. En el caso de los arbustos se replicó el procedimiento, pero para aquellos en que no fue posible mirar desde abajo, se revisaron cuidadosamente su interior, separando las ramas desde el costado o desde arriba. Para el caso de la infraestructura, no fue posible hacer una revisión total de éstas por su gran tamaño y dificultades de acceso, pero se prestó especial atención a los lugares con mayor potencial para albergar nidos y se puso especial atención a la presencia de materiales vegetales utilizados para la construcción de los mismos junto con los llamados de los pichones y conductas como visitas frecuentes a ciertos lugares.

Se registró la totalidad de nidos encontrados tanto activos como abandonados (nidos ya desocupados por los polluelos). Los únicos nidos que fueron excluidos del estudio fueron los nidos de palomas ya que, al ser consideradas como una especie

dañina, especialmente en medio urbano, queda excluida de los intereses de este estudio (SAG, Artículo N°6 de la Ley de Caza). Otra razón para su exclusión fue la complejidad de los avistamientos de sus nidos. La (*Myiopsitta monachus*) y gorrión (*Passer domesticus*) por su parte también son consideradas especie dañina por el mismo artículo (Artículo 6 de la Ley de Caza) sin embargo, se incluye en este estudio porque los daños asociados a estas especies tienen mayor sentido para el medio rural y no el urbano.

A cada nido observado se registró la estructura de nidificación (especie vegetal o infraestructura) en la que se encontraba (en el caso que fuese vegetación se agregó su carácter de especie nativa o exótica), la especie de ave nidificante para los casos en que se pudo determinar (ya fuese por avistamiento directo, avistamiento de polluelo o identificación de huevo).

Además, se midió la altura de los nidos. Para este fin se usó una vara graduada de tres metros de longitud, permitiendo medir hasta los cinco metros aproximadamente (al agregar la altura a la cual se podía levantar). Las mediciones que superaron los cinco metros fueron estimadas a partir de proporciones respecto a la vara. La medición de altura se realizaba preferentemente cuando el ave no se encontraba y a cierta distancia del nido con el fin de disminuir el impacto (Figura 3).

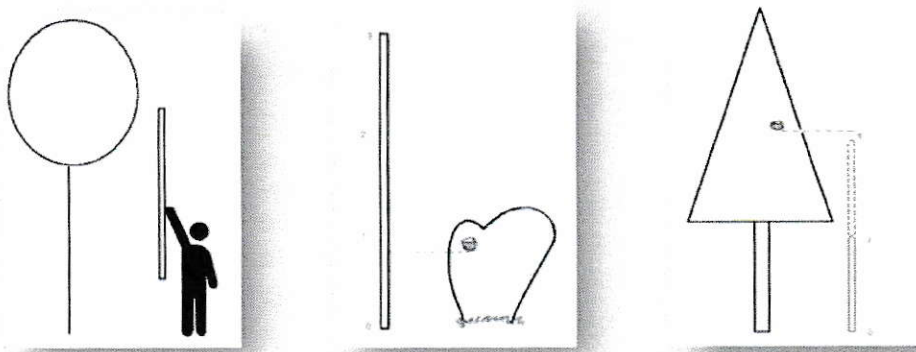


Figura 3. Esquema ilustrativo de la medición de altura.

Cada sitio fue visitado 5 veces, con 2 semanas de diferencia entre cada visita, en las cuales se repitió el procedimiento anterior.

Con los datos obtenidos se calculó riqueza, abundancia, diversidad y densidad de nidos totales y nativos de cada sitio y tipo de sitio.

Todas las variables medidas y calculadas quedan resumidas en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de las variables evaluadas, su definición y forma de obtención.

Nivel de la variable	Tipo de variable	Variable	Definición	Material y método
A nivel de nido	Independiente	Estructura de nidificación	Infraestructura o especie vegetal donde se localizó un nido.	Se identificó la infraestructura de forma visual y la vegetación a través de guías de reconocimiento (Alvarado y col., 2012)
		Altura	Distancia desde el suelo hasta la base de un nido.	Uso de vara graduada
		Especie nidificante	Especie de ave, huevo, cría o volantón asociado a un nido.	La identificación de especies se llevó a cabo con el uso de guías de reconocimiento de aves: Egli & Aguirre (2000), Altamirano y col. (2012), Jaramillo (2005) y www.avesdechile.cl .
A nivel de sitio	Dependiente	Abundancia de nidos	Cantidad total de nidos registrados	Se calculó a partir de los datos colectados
		Densidad de nidos	Número nidos por unidad de área muestreada	Se calculó en base al número de nidos presentes en el área a la cual se tuvo acceso. El cálculo del área se midió haciendo fotointerpretación en ArcGis
		Riqueza aves nidificantes	Número total de especies nidificantes	Se calculó a partir de los datos colectados
		Diversidad de aves nidificantes	Medida de la diversidad de especies nidificantes	Se calcularon 4 índices relacionados <ul style="list-style-type: none"> - Índice Shannon-Weaver $H = -\sum((ni/n) \ln(ni/n))$ - Índice equitatividad $J = H/\log(a)$ - Índice de dominancia $D = 1 - \sum((ni/n)^2)$. ni = abundancia especie i. n = total individuos. a = número de taxa Los cálculos se hicieron en el programa PAST <ul style="list-style-type: none"> - Índice de Whittaker $S/\alpha - 1$. S = Número de especies en las muestras. α = Especies promedio en las muestras Y la transformación del índice de Shannon propuesta por Jost (2006)

* Los valores de abundancia, densidad, riqueza y diversidad de aves nativas se obtuvieron de la misma manera, pero con los datos asociados a especies nativas

Nivel de la variable	Tipo de variable	Variable	Definición	Material y método
A nivel de sitio	Independiente	Tipo de sitio	Lugares con la cualidad de cementerio o campus universitario según las actividades realizadas en ellos	Se seleccionaron 6 cementerios y 3 campus universitarios. Ambos con la cualidad de estar inmersos en la ciudad y con cualidades distintas de cobertura vegetal, tamaño y ubicación
		Área	Área total ocupada por cada sitio	Fotointerpretación en ArcGIS
		Área muestreada	Área a la cual se tuvo acceso y se logró medir	Fotointerpretación en ArcGIS
		Nivel de ruido	Nivel sonoro promedio medido en dB	Estimación a partir del "Mapa de Ruido del Gran Santiago. Elaboración Mediante Software de Modelación. Informe Final Instituto de Acústica de la Universidad Austral de Chile" En el cual se calculó el promedio de cada color presente y ponderó según su aporte dentro de la superficie evaluada.
		Cobertura vegetal	Porcentaje del sitio cubierto con algún tipo de vegetación	Imagen satelital procesada en ArcGis
		Cobertura vegetal nativas	Porcentaje de la cobertura vegetal correspondiente a especies nativas	A través del método por transectos
		Cobertura de amortiguación	Porcentaje de cobertura vegetal presente en 200 metros a la redonda desde el límite de cada sitio	Imagen satelital procesada en ArcGis
		Cobertura edificada	Porcentaje del sitio cubierto por edificios de más de un piso	Fotointerpretación a partir de imágenes obtenidas desde Google Earth Pro
		Diversidad estructural de la vegetación	Diversidad de estructuras arbóreas, arbustivas y herbáceas de cada sitio	Con la cobertura por estrato Se calculó en índice de Simpson $D = 1 / \sum p_i^2$ en el programa PAST Donde p_i es cobertura total relativa del estrato i con relación al estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo, siguiendo a Urquiza y Mella (2002)

2.5 Tratamiento de datos

Para el tratamiento de datos se utilizó el programa SPSS Statistics v22 salvo en los casos que se indica. A continuación, se describe cada uno de los análisis estadísticos desarrollados:

1. Se evaluó la existencia de diferencias entre las variables independientes entre los tipos de sitio (área, nivel de ruido, cobertura vegetal, cobertura vegetal nativa, edificación y diversidad estructural de la vegetación) a través de la prueba t para las variables que cumplieran con los supuestos de normalidad y homocedasticidad de la varianza (pruebas Kruskal-Wallis y Leven) y para los que no cumplieran los supuestos se usó la prueba no paramétrica Mann-Whitney y Wilcoxon. Este mismo procedimiento se realizó para evaluar diferencias entre cementerios y campus universitarios de las variables de nidificación (abundancia de nidos, riqueza de aves nidificantes y diversidad de aves nidificantes). La diversidad estructural de la vegetación se calculó a través del índice de Simpson (Tabla 2).
2. La evaluación de la diversidad de aves nidificantes (diversidad α) se calculó para cada sitio y cada tipo de sitio en base al índice de Shannon (Shannon y Weaver, 1949). Además, se calcularon los índices de dominancia y equitatividad utilizando el programa PAST 3. Para comparar las medidas de estos índices se usaron intervalos de confianza al 95%, obtenidos por remuestreo (*bootstrap*) en el mismo programa. Complementariamente se aplicó una transformación al índice de Shannon en base a la ecuación ${}^1D = \exp(H')$ (siguiendo a Jost, 2006) con el fin de obtener valores comparables de

biodiversidad que fuesen interpretables en sentido biológico. La diversidad β se calculó a través del índice de Whittaker.

3. Para determinar la existencia de diferencias en los promedios de alturas entre los dos tipos de sitios se aplicó el test U de Mann-Whitney para datos no paramétricos. Adicionalmente, para determinar si existían un uso de altura distinto entre las especies de aves se aplicó la prueba de ANOVA y la prueba de Tukey para determinar entre cuales estaban las diferencias.
4. Para evaluar si el uso de las especies vegetales para nidificación difiere en cementerios y campus se aplicó el test chi-cuadrado de Pearson. El mismo análisis fue aplicado para determinar el uso de flora nativa en los distintos tipos de sitio.
5. Con el fin de determinar la existencia de uso diferencial entre estructuras de nidificación (nichos, árboles, arbustos y suelo) por parte de las diferentes especies nidificantes se aplicó un test chi-cuadrado de Pearson.
6. Finalmente, para determinar la influencia de los parámetros estructurales (cobertura, nivel de ruido, cobertura edificada, entre otros) sobre la abundancia, riqueza y diversidad de aves, se realizaron test de correlaciones múltiples en base Spearman.

3. RESULTADOS

3.1 Características de los sitios de estudio

La cobertura vegetal de los sitios fluctuó entre un 7,1 y un 90,5 %. Así mismo la cobertura vegetal en el entorno (cobertura de amortiguación) presentó valores entre 3,4% y 56,8%. Ésta se correlacionó positivamente con la cobertura de los sitios con un r de 0,97 ($p < 0,01$). La cobertura arbórea fue dominante en todos los sitios a excepción del Cementerio Parque del Recuerdo (CPR) y el Campus San Joaquín (SJ) donde la cobertura herbácea (césped) fue dominante.

Respecto a la cobertura de vegetación nativa se obtuvo que dentro de los cementerios fluctuó entre 10,7% y 25,2% con un promedio de 16,5%, mientras que dentro de los campus universitarios varió entre 9,7% y 28,6% con un promedio de 19,15%, sin haber diferencias estadísticamente significativas entre cementerios y campus ($t = -0,641$ $p > 0,54$).

En términos de riqueza, el sitio que registró el valor más alto de flora nativa fue el campus Juan Gómez Millas (JGM) con 22 especies, seguido por el Campus San Joaquín (SJ; 4) y el Campus de la Universidad de Santiago de Chile (USACH; 4). Dentro de los cementerios, aquellos con mayor riqueza de flora nativa fueron el Cementerio General (CG) y Parque del Recuerdo (CPR) con 4 especies cada uno.

De las especies vegetales nativas, la más recurrente entre los sitios fue el pimiento (*Schinus molle*), con presencia en 8 de los 9 sitios y además fue la especie nativa dominante en 7 de los 9 sitios. Respecto a la vegetación exótica, no existió ninguna especie recurrente o típicamente dominante, ya que cada lugar contó con especies particulares (Tabla 3).

Tabla 3. Especies vegetales dominantes (nativas y exóticas) dentro de los distintos sitios de estudio. Para las abreviaturas de los sitios, véase Tabla 1.

Sitio	Especies nativas dominantes Nombre común (nombre científico)	Especies exóticas dominantes Nombre común (nombre científico)
CG	Pimiento (<i>Schinus molle</i>) Maitén (<i>Maytenus boaria</i>) Espino (<i>Acacia caven</i>)	<i>Acer negundo</i> Ciruelo rojo (<i>Prunus cerasifera</i>) Ciprés común (<i>Cupressus sempervirens</i>)
CM	Pimiento (<i>Schinus molle</i>)	Jacarandá (<i>Jacaranda mimosifolia</i>) Ligustro (<i>Ligustrum lucidum</i>) Ciprés común (<i>Cupressus sempervirens</i>)
CPR	Quillay (<i>Quillaja saponaria</i>) Peumo (<i>Cryptocarya alba</i>) Maitén (<i>Maytenus boaria</i>)	Liquidámbar (<i>Liquidambar styraciflua</i>) Cedro del Himalaya (<i>Cedrus deodara</i>) Roble común (<i>Quercus robur</i>)
CPM	Pimiento (<i>Schinus molle</i>) Maitén (<i>Maytenus boaria</i>) Quillay (<i>Quillaja saponaria</i>)	Casuarina (<i>Casuarina equisetifolia</i>) Álamo (<i>Populus deltoides</i>) Laurel de flor (<i>Nerium oleander</i>)
CSB	Pimiento (<i>Schinus molle</i>)	Ligustro (<i>Ligustrum lucidum</i>) Suculentas varias Aromo (<i>Acacia dealbata</i>)
CP	Pimiento (<i>Schinus molle</i>)	Acacia (<i>Robinia pseudoacacia</i>)
SJ	Pimiento (<i>Schinus molle</i>) Quillay (<i>Quillaja saponaria</i>)	Plátano oriental (<i>Platanus orientalis</i>) Liquidámbar (<i>Liquidambar styraciflua</i>)
USACH	Pimiento (<i>Schinus molle</i>) Peumo (<i>Cryptocarya alba</i>) Maitén (<i>Maytenus boaria</i>)	Fresno (<i>Fraxinus excelsior</i>) Jacarandá (<i>Jacaranda mimosifolia</i>) Ciruelo rojo (<i>Prunus cerasifera</i>)
JGM	Quillay (<i>Quillaja saponaria</i>) Espino (<i>Acacia caven</i>) Pimiento (<i>Schinus molle</i>)	Morera (<i>Morus nigra</i>) Ligustro (<i>Ligustrum lucidum</i>) Ligustrina (<i>Ligustrum sinense</i>)

Por otra parte, la diversidad estructural de los distintos sitios varió entre 1,21 y 2,30 según el índice de Simpson. En tanto, el nivel de ruido vario entre 43,90 y 63,66 dB (Tabla 4).

Tabla 4. Caracterización de la vegetación, el nivel de ruido y la cobertura edificada de los sitios. s.d. = sin datos (el mapa no tubo suficiente resolución para poder calcularlo). La abreviatura de los sitios se puede ver en la Tabla 1.

Sitio	Cobertura vegetal del sitio (%)	Cobertura vegetal en el buffer (%)	Cobertura vegetal nativa del sitio (%)	Riqueza vegetación nativa del sitio	Diversidad estructural de la vegetación del sitio	Nivel de ruido dentro del sitio (dB)	Cobertura de las edificaciones del sitio (%)
CG	21,15	13,52	13,02	4	1,44	55,20	15,32
CPR	90,5	56,77	10,71	1	1,21	63,66	1,00
CM	11,61	6,46	25,21	4	1,71	60,75	3,50
CPM	14,81	3,37	21,11	3	1,76	62,86	16,19
CSB	9,04	5,05	11,77	1	1,47	s.d.	89,56
CP	7,14	3,49	17,40	1	2,00	55,11	43,16
SJ	33,62	19,55	10,56	5	2,30	59,12	20,10
USACH	28,35	11,23	9,68	6	1,61	43,90	26,22
JGM	26,16	23,90	28,60	22	1,45	58,97	25,89

Ninguna de las variables características de los sitios mostraron diferencias significativas según el tipo de sitio (ver Tabla 5).

Tabla 5. Resultados del Test-t para evaluar diferencias en las características de los cementerios y los campus universitarios.

Prueba de igualdad de medias de grupos

Variabes	t	U	Sig.
Diversidad estructural vegetación	-0,774	-	0,464
Cobertura vegetal nativa (%)	-0,641	-	0,542
Nivel de ruido (dB)	1,292	-	0,237
Cobertura edificada (%)	0,201	-	0,846
Cobertura vegetal (%)	-0,175	-	0,866
Área Total (ha)	-	8,000	0,796

* En el caso que no se cumplió los supuestos de normalidad u homocedasticidad de la varianza se evaluó en base a la prueba U de Mann-Whitney

3.2 Caracterización de la avifauna nidificante

Durante los tres meses de estudio se registraron 3018 datos asociados a procesos de nidificación de los cuales 2963 correspondieron a nidos encontrados, mientras que el resto correspondió a algunas conductas nidificantes (carga de alimento o material de construcción, presencia de volantones, conducta agresiva dentro de un territorio, entre otros), pero en los que no fue posible dar con el nido. De aquellos en los que se encontró el nido en 686 se logró identificar a la especie nidificante gracias a visualización directa del ave o identificación de huevo o cría. El resto de los nidos o no se logró determinar la especie o estaba vacío.

3.2.1 Riqueza y abundancia de aves nidificantes

Se registró un total de 18 especies de aves nidificantes (Tabla 3) correspondientes a 6 órdenes (66,7% de Passeriformes) y 15 familias. De ellas, cuatro aves (*P. domesticus*, *M. monachus*, *C. californica* y *M. bonariensis*) fueron especies introducidas y las 14 restantes a especies nativas; de las cuales *M. thenca* fue la única endémica (Iriarte y col., 2005; Egli & Aguirre, 2000; Jaramillo, 2005).

De los dos tipos de sitios, los cementerios tuvieron una mayor riqueza de especies nidificantes, con representantes de casi todas las especies registradas (todas menos *A. parulus*; 76,5% nativas), mientras que en los campus universitarios se registraron diez especies (80% nativas), siendo estas un subconjunto de las encontradas en los cementerios, con excepción de un nido de *A. parulus*.

Los cementerios con mayor riqueza de aves nidificantes nativas fueron los Cementerios General (CG), Metropolitano (CM) y Parque del Recuerdo (CPR) con 8 especies cada uno, mientras que el Cementerio Parroquial de Maipú (CPM) registró cuatro especies, el Cementerio de San Bernardo (CSB) y el Cementerio Municipal de

Pudahuel (CP) contaron con tres y dos especies de aves nidificantes, respectivamente. Entre los campus, USACH fue el sitio con mayor riqueza registrando siete especies de aves nidificantes (Tabla 6).

Respecto a la densidad de nidos, se encontraron valores que fluctuaron entre los 5,15 nidos/ha en CPR y 38,0 nidos/ha en el Cementerio Municipal de Pudahuel (CP). No obstante, si se consideran exclusivamente los nidos asociados a especies nativas las densidades variaron entre 0,80 nidos/ha en el Cementerio Parque del Recuerdo (CPR) y 7,21 nidos/ha en Cementerio Parroquial de Maipú (CPM; Tabla 6).

Tabla 6. Riqueza y densidad de nidos, tanto de especies nativas como el valor total de cada tipo de sitio y sitio evaluado. * El valor es promedio.

Sitios	Riqueza de aves nidificantes	Riqueza de aves nidificantes nativas	Densidad de nidos totales (nidos/ha)	Densidad de nidos de aves nativas (nidos/ha)
Cementerios	17	13	20,20 *	-
Campus	10	7	17,93 *	-
CG	11	8	10,19	2,53
CPR	10	8	5,15	0,80
CM	12	8	18,15	4,69
CPM	5	4	23,42	7,21
CSB	4	3	26,23	7,10
CP	3	2	38,03	4,22
SJ	5	3	12,42	2,03
USACH	7	7	14,64	3,10
JGM	7	5	26,73	3,13

Cementerios y campus universitarios no se diferenciaron de forma significativa en ninguno de los valores antes mencionados (ver Tabla 7).

Tabla 7. Resultados del Test-T para evaluar diferencias en las características de las variables de avifauna en los cementerios y los campus universitarios.

Prueba de igualdad de medias de grupos

Variabes	T	U	Sig.
Abundancia de nidos	-0,480	-	0,646
Abundancia nidos nativas	-	7,000*	0,606
Densidad de nidos	0,296	-	0,776
Densidad de nidos nativos	1,096	-	0,309
Riqueza de nidos	-	8,500*	0,896
Riqueza de nidos nativos	0,488	-	0,870
Diversidad de nidos especies nativas	-0,113	-	0,914
Diversidad de nidos	-0,057	-	0,956

* En el caso que no se cumplió los supuestos de normalidad u homocedasticidad de la varianza se evaluó en base a la prueba U de Mann-Whitney

Respecto a la abundancia de nidos que presentó cada especie, *Z. auriculata* fue la especie que presentó mayor abundancia, seguida por el *T. falcklandii* y el *Z. capensis*. Estas tres especies presentaron las mayores abundancias de nidos tanto en cementerios como en campus universitarios (Tabla 8).

Por otro lado, las especies con menores abundancias fueron *S. loyca*, *C. curaeus*, *A. parulus* y *C. picui*, todas con un solo registro y en su mayoría encontrados en cementerios.

Otras especies que solo se registraron nidificando en cementerios fueron el *S. barbata*, *C. californica*, *E. albiceps*, *M. chimango* y *M. thenca* (Tabla 8).

Tabla 8. Especies nidificantes y número de nidos registrados en cementerios (n=6) y campus universitarios (n=3). Los nidos de *M. bonariensis* correspondieron a nidos de *Zonotrichia capensis* donde se encontró crías de *M. bonariensis*.

Especie	Nombre científico	Nidos en cementerios	Nidos en campus universitarios	Nidos totales
Tórtola	<i>Zenaida auriculata</i>	170	85	255
Zorzal	<i>Turdus falcklandii</i>	131	80	211
Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i>	63	26	89
Gorrión	<i>Passer domesticus*</i>	35	1	36
Chercán	<i>Troglodytes aedon</i>	34	4	38
Jilguero	<i>Sporagra barbata</i>	11	0	11
Mirlo	<i>Molothrus bonariensis*</i>	10	1	11
Queltehue	<i>Vanellus chilensis</i>	10	1	11
Tenca	<i>Mimus thenca</i>	5	0	5
Codorniz	<i>Callipepla californica*</i>	3	0	3
Fio-fio	<i>Elaenia albiceps</i>	3	0	3
Rara	<i>Phytotoma rara</i>	3	5	8
Cotorra argentina	<i>Myiopsitta monachus*</i>	2	8	10
Tiuque	<i>Milvago chimango</i>	2	0	2
Loica	<i>Sturnella loyca</i>	1	0	1
Tordo	<i>Curaeus curaeus</i>	1	0	1
Tortolita Cuyana	<i>Columbina picui</i>	1	0	1
Cachudito	<i>Anairetes parulus</i>	0	1	1
Total especies nidificantes		17	10	18

3.2.2 Comunidades de aves nidificantes

Respecto a las comunidades de aves nidificantes en los cementerios y campus universitarios, existieron diferencias tanto en la presencia de ciertas especies como en la representatividad de cada cual dependiendo del sitio. Estas diferencias incidieron en la estructuración final de los nidos que fueron posible de encontrar dentro de los cementerios y dentro de los campus.

Se puede ver que si bien *P. domesticus*, no es una especie que caracteriza a la comunidad de aves nidificantes de los cementerios (Figura 4), si lo es para lugares como CSB y CP donde tiene más del 50% de los nidos presentes (Figura 4).

Del mismo modo, la presencia de nidos de *V. chilensis* no es un factor común a todos los cementerios ni a gran parte de ellos, pero se hace presente dentro de la comunidad de los cementerios gracias al aporte de CPR y CM, con gran relevancia del primero (14% y 2,5 % respectivamente). Lo mismo ocurre con *S. barbata* en el CM.

Asimismo, se puede observar el caso de *P. rara*, que se encuentra mejor representada en los campus (JGM 6,1% y USACH 3,5%), y *T. aedon* que se ve mejor representado por los cementerios (7,9% versus 2% de los campus; Figura 4).

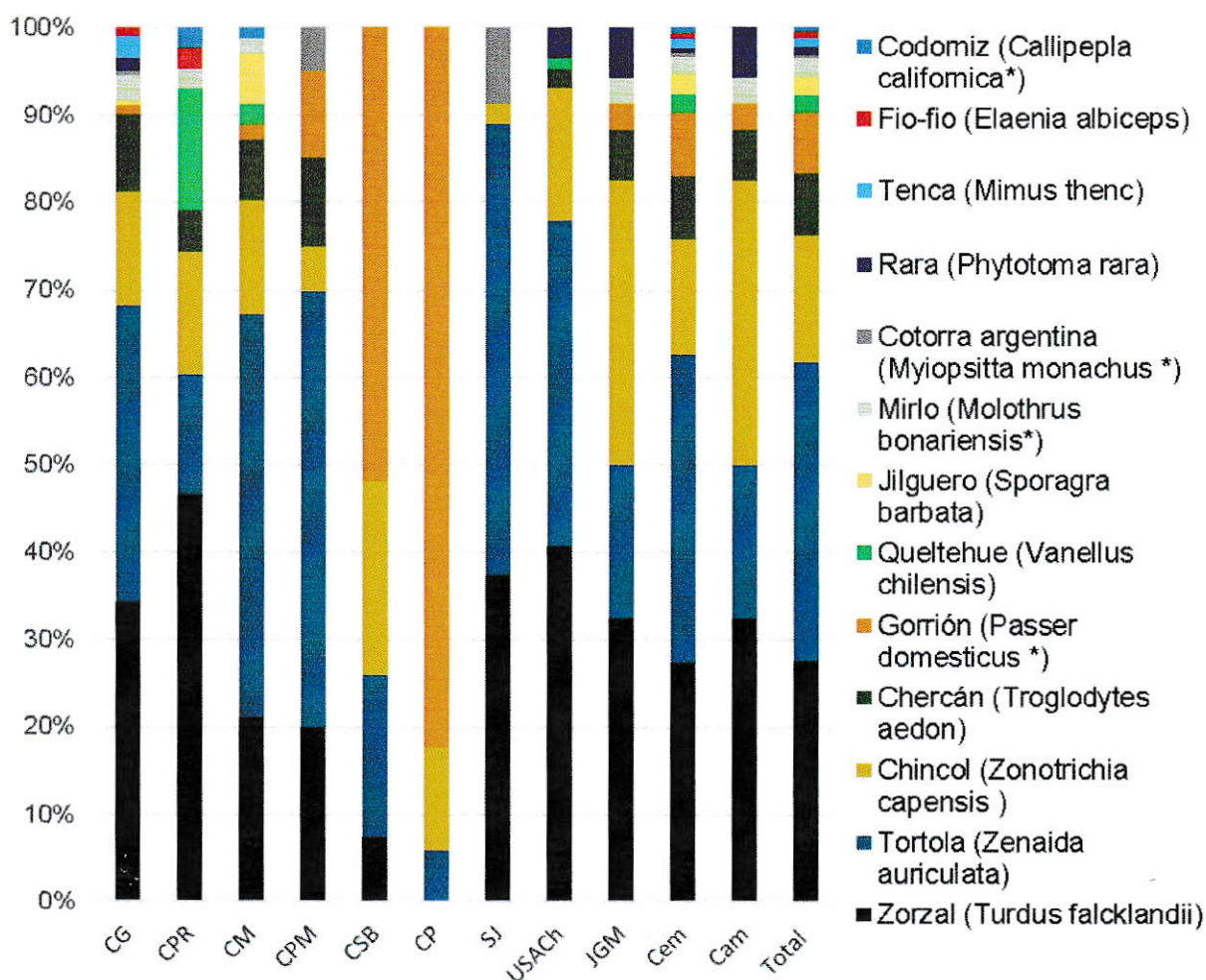


Figura 4. Comunidades de aves nidificantes en los distintos tipos de sitios y sitios. El orden de aparición de las especies se correlaciona con la aparición de los achurados. *Cam = sumatoria de los datos de todos los campus universitarios. Cem= sumatoria de los datos de todos los cementerios. Para ver código de los sitios ver Tabla 1.

En relación con las características ecológicas de las comunidades nidificantes, 61,1% fueron omnívoras, granívoras o nidificadoras de cavidades. Las especies restantes fueron insectívoras de dosel, folívoras, carnívoras y nidificadoras de suelo (esta última cualidad considerada desfavorecida por los medios urbanos). En general se logró separar a las distintas especies según su dieta en 6 grupos (granívoras,

folívoras, omnívoras, insectívoras, carnívoras y aquellas que se alimentan de frutos e invertebrados). Las granívoras (*Z. auriculata*, *C. picui*, *Z. capensis*, *S. barbata*, *M. bonariensis*, *P. domesticus* y *C. californica*) estuvieron presentes y fueron dominantes en todos los sitios. El grupo que se alimentaban de invertebrados y frutos, formado solo por *T. falcklandii*, fue el segundo grupo con mayor presencia entre los sitios. Solo en CP no se registró presencia de esta especie. Por otro lado, las especies omnívoras se encontraron más presente en los cementerios que en los campus, al mismo tiempo que se encontraron en los sitios de mayor tamaño. Respecto al grupo de insectívoras este se encontró en gran número de sitios, menos en los dos cementerios más pequeños (CSB y CP) y el campus SJ. Los representantes de este grupo son *E. albiceps*, *T. aedon* y *A. parulus*.

En cementerios y campus universitarios hubo presencia de los 6 grupos (granívora, insectívora, folívoras, omnívoras, carnívoras y frutos e invertebrados), aunque algunos campus y cementerios tuvieron la presencia de apenas uno o dos grupos (CP y CSB respectivamente). Las diferencias se encontraron principalmente en las especies omnívoras, donde la única que se encontró en los campus universitarios fue *M. monachus*, además de ciertas especies granívoras, las cuales no fueron registradas en campus universitarios, como *C. californica*, *C. picui* y *S. barbata*.

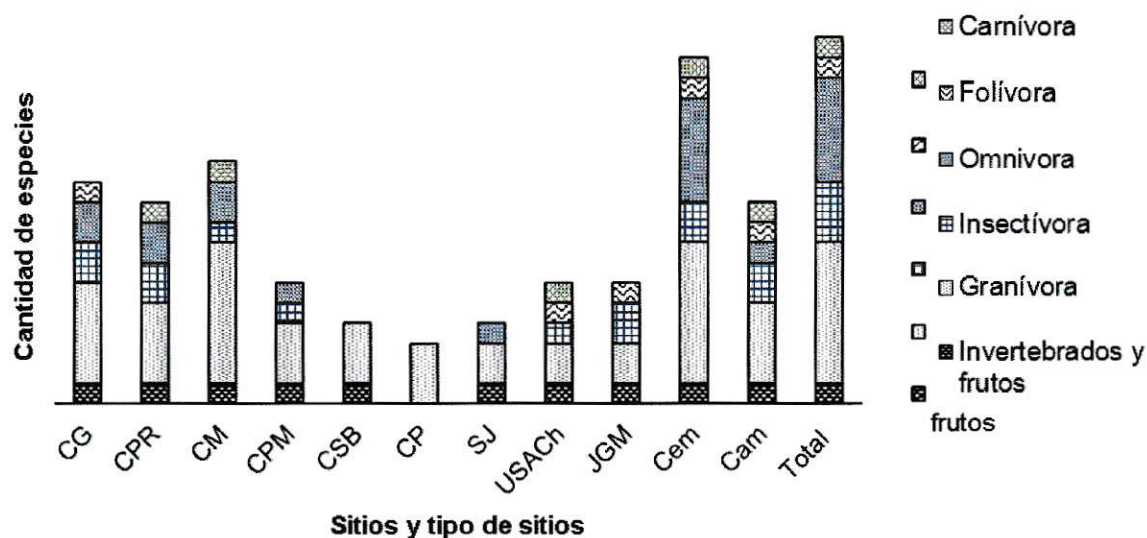


Figura 5. Caracterización por tipo de alimentación de las comunidades de aves nidificantes en los distintos tipos de sitios y sitios. Los resultados de cementerios y campus universitarios corresponden a la suma total de los datos. *Cam = sumatoria de los datos de todos los campus universitarios. Cem = sumatoria de los datos de todos los cementerios. Para ver código de los sitios ver Tabla 1.

3.2.3 Diversidad de las comunidades de aves nidificantes

Los resultados del índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') mostraron un valor significativamente mayor en cementerios (1,57) que en campus (1,19) (intervalo de confianza del 95%). Los cementerios General (CG), Parque del Recuerdo (CPR) y Metropolitano (CM), que también son los de mayor superficie, fueron los que presentaron mayor valor de H' (en promedio: 1,51), sin diferencias significativas entre sí. Sus valores fueron similares a los registrados para los campus universitarios de la U. de Santiago (USACH) y Juan Gómez Millas (JGM). Por otro lado, los cementerios Parroquial de Maipú (CPM) y San Bernardo presentaron valores menores a de los cementerios antes mencionados, aunque sin diferencias significativas entre sí (1,07 y 1,01, respectivamente). La tendencia fue que los cementerios más grandes se diferencian de los más pequeños en términos de su diversidad (H'). En los campus

universitarios las diferencias de diversidad (H') se dieron entre los campus Juan Gómez Millas (JGM; 1,49) y U. de Santiago (USACH; 1,28) con San Joaquín (SJ), siendo este último el de menor valor (0,77), valor incluso más cercano a un cementerio pequeño (Figura 6). Por otro lado, la dominancia (D) presentó la misma tendencia que el índice H' pero en sentido inverso. Los campus registraron mayor valor ($D = 0,36$) que en los cementerios ($D = 0,27$). La mayor dominancia dentro de los cementerios se registró en CP (0,55) y la menor en CPR (0,28), mientras que en los campus el valor mayor se encuentra en SJ (0,49). Respecto a la equitatividad (J) no se registró una equitatividad con diferencias significativas entre los sitios y tipo de sitios (Figura 6).

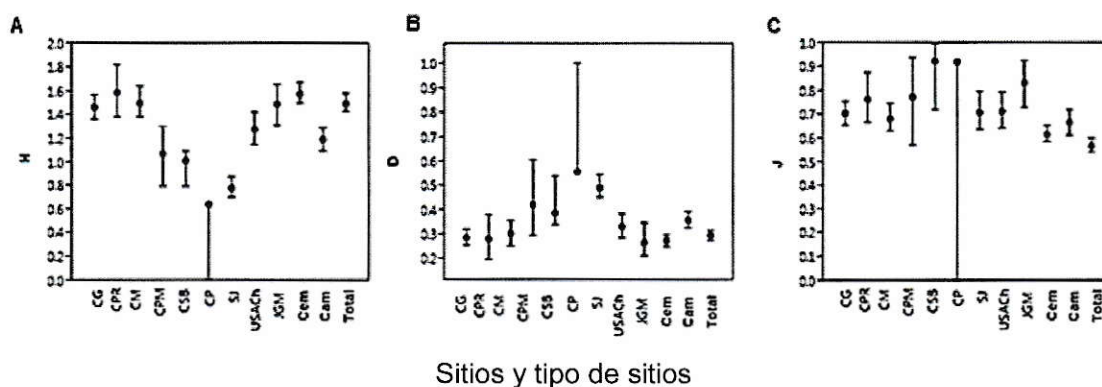


Figura 6. Índices comunitarios de los distintos sitios y tipos de sitios. A) Índice de diversidad de Shannon-weaver (H'), B) Dominancia (D) y C) Equitatividad (J) en base a los datos de nidos pertenecientes a especies nativas. Barras corresponden a intervalo de confianza 95%. *Cam = sumatoria de los datos de todos los campus universitarios. Cem= sumatoria de los datos de todos los cementerios. Para ver código de los sitios ver Tabla 1.

Respecto a la transformación del índice de Shannon –la cual permite comparar las diferencias de magnitud de la diversidad y obtener valores con sentido ecológico– los resultados obtenidos mostraron que el cementerio más diverso fue el Parque del Recuerdo (CPR) y el campus más diverso fue Juan Gómez Millas (JGM), donde la

diversidad es igual a la que tendría una comunidad de 4,88 y 4,43 especies respectivamente, si las especies tuviesen la misma abundancia. Con respecto al tipo de sitio, los cementerios presentaron mayor diversidad efectiva, siendo 1,47 veces mayor en cementerios que en campus universitarios. Dicho de otro modo, los campus poseen el 68% de la diversidad registrada en los cementerios.

Respecto al índice de índice de Whittaker se obtuvo un valor de 1,22 para los cementerios y de 0,67 para los campus universitarios. El valor obtenido considerando ambos tipos de sitio fue de 0,33. Esto significa que la magnitud del cambio de las comunidades, o la diferencias en la composición de especies, es mayor entre cementerios que entre los campus. Sin embargo, que al comparar entre los tipos de sitios ese cambio en la composición de especies es menor. Por lo tanto, los tipos de sitio no se diferencian de gran manera en la composición de las comunidades, más bien las diferencias se ven entre los sitios.

3.3 Condiciones de nidificación

3.3.1 Altura de los nidos

La altura promedio general para la nidificación fue de $2,83 \pm 0,02$ m. En los cementerios la altura promedio fue de 2,77 m mientras que en los campus universitarios fue de 2,88, sin haber diferencias estadísticamente significativas entre sus alturas ($U=1049227,5$; $p>0,55$). Sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas entre los distintos cementerios y entre los campus universitarios.

La mayor cantidad de nidos se encontró en el rango de los 2,5 - 3 m en cementerios y entre los 1,5 - 2 m, en los campus (Figura 7). La asimetría de cementerios fue de 0,89 mientras que en campus fue de 1,12. Esto sugiere que a

pesar que no existen diferencias entre el promedio de alturas los rangos de alturas no se encuentran igualmente usados en un tipo de sitio y en otro, mientras que en cementerios las alturas más usadas se encuentran en torno a un único rango en los campus universitarios las alturas están desplazadas a la izquierda (alturas más bajas) y en una cantidad mayor de rangos.

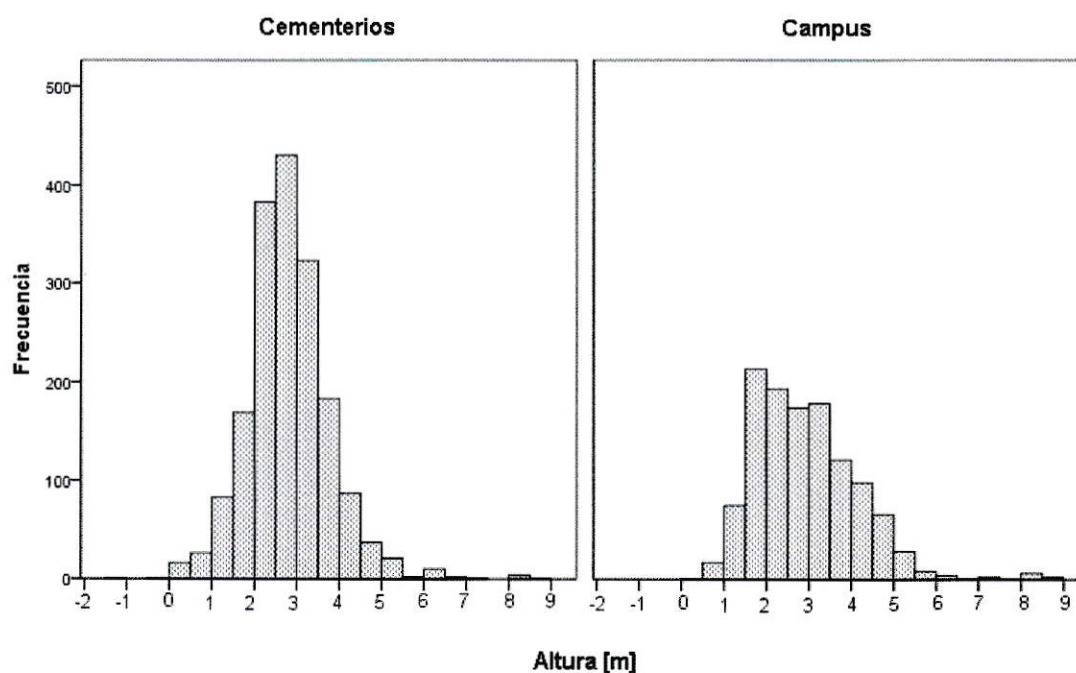


Figura 7. Altura de nidificación en cementerios y campus universitarios. Histograma de frecuencia en rango de 0,5 m.

Respecto a la altura de nidos por especie se encontró que existen diferencias significativas entre las especies. *Z. capensis*, *M. chimango*, *M. monachus* y *V. chilensis* fueron las especies que marcaron estas diferencias, donde *Z. capensis* y *V. chilensis* dispusieron sus nidos a alturas menores y *M. chimango* y *M. monachus* a alturas mayores en relación a las otras especies. La altura promedio para las distintas especies fueron: *M. chimango* 8 m, *T. falcklandii* 2,71 m, *Z. auriculata* 2,91 m, chincol

1,81 m, *S. barbata* 3,57 m, *P. rara* 2,24 m, *T. aedon* 2,76 m y *M. thenca* 3,14. *V. chilensis* siempre nidificó a nivel de suelo (Figura 8).

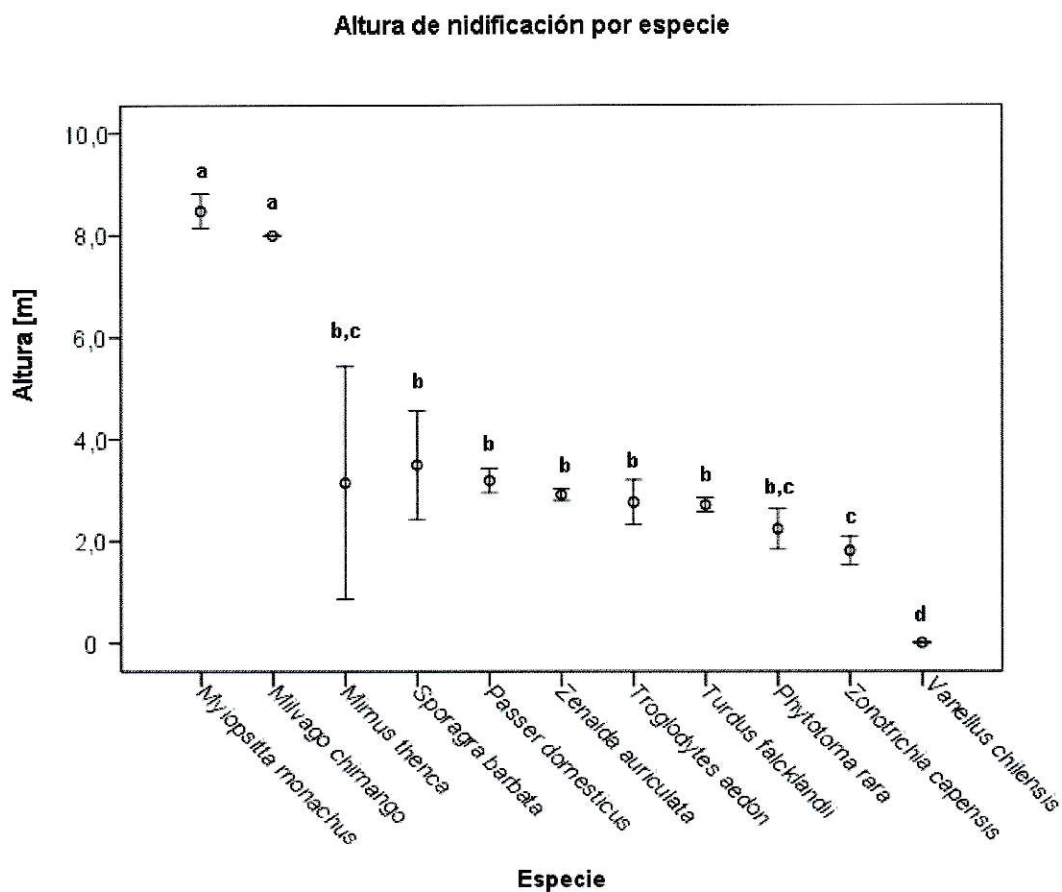


Figura 8. Altura promedio de los nidos usada por especie. Se excluyeron especies con menos de 2 registros. Las barras verticales denotan los intervalos de confianza 0,95. Las letras representan diferencias significativas entre especies.

3.3.2 Estructuras utilizadas para el establecimiento de nidos

Del total de nidos registrados, 2674 se encontraron en alguna estructura vegetal, 16 en el suelo y 285 en algún tipo de infraestructura (nichos, mausoleo, luminaria, entre otros). Para los nidos que se encontraron en estructuras vegetales se contabilizó el uso de más de 136 especies vegetales, siendo 11 de carácter nativo. Sin embargo, en 22 especies vegetales se acumuló el 58% de los nidos, de éstas 16 fueron árboles (5 nativos) y 6 arbustos (Figura 9).

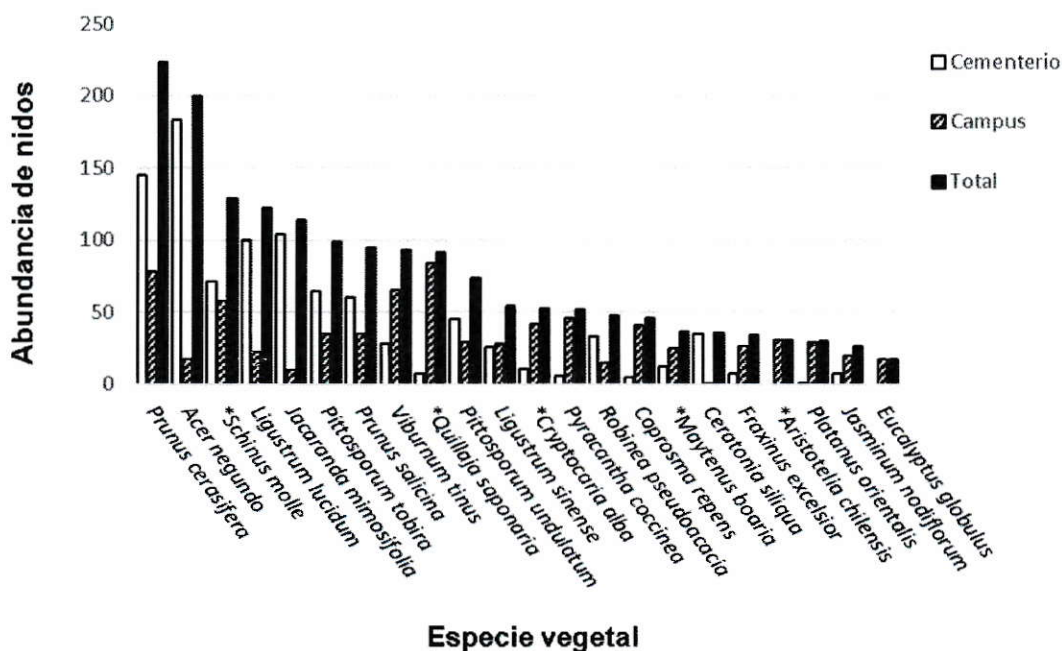


Figura 9. Especie de vegetales con mayor abundancia de nidos en cementerios y campus universitario.
* Especies nativas.

Las especies de árboles más utilizadas fueron el *Prunus cerasifera* (ciruelo rojo, 223 casos) seguido por el *Acer negundo* (200 casos) y el *Schinus molle* (pimiento, 129 casos). Los arbustos más usados fueron *Pittosporum tobira* (99 casos), *Virburnum tinus* (laurentina, 93 casos) y *Ligustrum lucidum* (ligustrina, 54 casos). Sin

embargo, las especies más usadas en cementerios y campus no fueron las mismas ($\chi^2 = 544,8$ $p < 0,001$), mientras en cementerios fueron *Prunus cerasifera*, *Acer negundo* y *Jacaranda mimosifolia* (jacarandá), en campus la especie de árboles más usadas fueron *Quillaja saponaria* (quillay, 91 casos), *Prunus cerasifera* (78 casos) y *Schinus molle* (58 casos). Y para los arbustos fue *Virburnum tinus* (65 casos), *Pyracantha coccinea* (espino de fuego, 46 casos) y *Cropsama repens* (brillantísima, 42 casos).

Respecto al uso de flora nativa se observa que el uso de árboles nativos se encuentra asociado con el tipo de sitio (campus o cementerio; $\chi^2 = 90,638$ $p < 0,001$). El porcentaje de nido registrados en especies nativas fue de 9,1% en cementerios y 26,9% campus, mostrando cierta preferencia.

Seis especies de aves posicionaron sus nidos en algunas de las especies vegetales de la figura 9. Los árboles que soportaron mayor riqueza de nidos fueron el *Acer negundo* y el *Schinus molle* (5 especies), seguidas por jacarandá (4 especies; Tabla 9). De los arbustos, la ligustrina albergó cinco especies y pittosporum y laurentina tres. El espino de fuego (*Pyracantha coccinea*) registró solo la presencia de *Z. capensis*.

Tabla 9. Especies vegetales con mayor riqueza de aves registrada y especies asociadas.

Especie vegetal	Especie nidificante
<i>Acer negundo</i>	<i>T. falcklandii</i> (20) <i>Z. auriculata</i> (12) <i>T. aedon</i> (7) <i>Z. capensis</i> (1) <i>S. barbata</i> (1)
<i>Schinus molle</i>	<i>T. falcklandii</i> (5) <i>Z. auriculata</i> (10) <i>Z. capensis</i> (1) <i>T. aedon</i> (1) <i>S. barbata</i> (1)
<i>Ligustrum sinense</i>	<i>T. falcklandii</i> (5) <i>Z. capensis</i> (3) <i>Z. auriculata</i> (1) <i>T. aedon</i> (1) <i>P. rara</i> (1)
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	<i>Z. auriculata</i> (11) <i>T. falcklandii</i> (6) <i>Z. capensis</i> (1) <i>S. barbata</i> (1)
<i>Prunus cerasifera</i>	<i>T. falcklandii</i> (13) <i>Z. auriculata</i> (13) <i>Z. capensis</i> (3)
<i>Pittosporum tobira</i>	<i>Z. auriculata</i> (13) <i>T. falcklandii</i> (7) <i>Z. capensis</i> (4)
<i>Virburnum tinus</i>	<i>T. falcklandii</i> (9) <i>Z. auriculata</i> (3) <i>Z. capensis</i> (1)
<i>Quillaja saponaria</i>	<i>T. falcklandii</i> (6) <i>Z. auriculata</i> (5)
<i>Pyracantha coccinea</i>	<i>Z. capensis</i> (7)

Las especies que se registraron nidificando a nivel de suelo fueron *V. chilensis* (11 nidos) y *Z. capensis* (4 nidos). Los nidos de *V. chilensis* se pudieron ver sobre césped o suelo desnudo mientras que los nidos de *Z. capensis* se registraron escondidos entre las hierbas.

Respecto a la nidificación en infraestructuras se observó el uso variado de estructuras, las cuales iban desde nichos, mausoleos, tejados (entretecho) hasta faros de luz, sin embargo, los nichos fueron quienes concentraron el mayor número de nidos (92% de ellos).

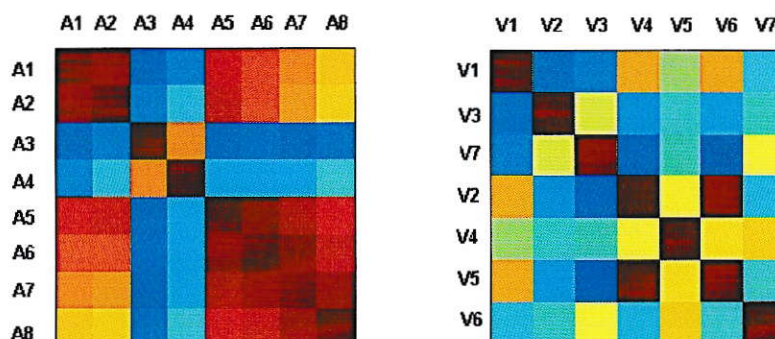
En estas estructuras se registraron 5 especies nidificando: *T. falcklandii*, *Z. auriculata*, *Z. capensis* y *P. domesticus*. Al evaluar el uso preferencial de ciertas estructuras (árbol, arbusto o nicho) por las especies de aves se encontró que el uso no es al azar y que ciertas especies prefieren ciertas estructuras ($X^2 = 235,7$; $p < 0,005$).

3.4 Variables estructurales que explican la riqueza, abundancia, diversidad de especies nidificantes y nidos

Finalmente, al correlacionar las variables respuesta o dependientes (abundancia, diversidad, riqueza, diversidad de nidos) con las variables independientes (área, cobertura vegetal, nivel de ruido, cobertura edificada, vegetación nativa) se encontró que el área de los sitios es la variable que mayor correlación tiene con las variables respuesta, correlacionando positivamente y significativamente con la abundancia total de nidos ($\rho = 0,88$; $p = 0,003$), la abundancia de nidos nativos ($\rho = 0,85$; $p = 0,006$), la densidad de nidos totales ($\rho = -0,92$; $p = 0,001$), la densidad de nidos especies nativas ($\rho = -0,75$; $p = 0,025$), la riqueza de nidos ($\rho = 0,78$; $P = 0,017$), la riqueza nidos nativos ($\rho = 0,71$; $p = 0,43$) y la diversidad de nidos de especies nativas ($\rho = 0,74$; $p = 0,031$). Después del área, la siguiente variable que muestra mayor correlación con las variables respuestas es la edificación, la cual correlaciona significativa y de forma negativa con la riqueza de aves nidificantes ($\rho = -0,79$; $p = 0,014$), riqueza de aves nidificantes nativas ($\rho = -0,77$; $p = 0,017$), diversidad de aves nidificantes ($\rho = -0,82$; $p = 0,031$), diversidad de aves nidificantes nativas ($\rho = -0,731$; $p = 0,011$) y de forma positiva con la densidad de nidos ($\rho = 0,7$; $p = 0,043$) (véase Figura 10).

La diversidad estructural de la vegetación se correlacionó con la diversidad de aves nidificantes de forma negativa (total y nativa, $r = -0,71$; $p = 0,020$ y $r = -0,75$; $p = 0,031$), mientras que la cobertura vegetal solo correlacionó con la densidad de nidos, tanto de nidos totales como de nidos de especies nativas ($\rho = -0,73$; $p = 0,031$ y $\rho = -0,79$; $p = 0,014$) (véase Figura 10).

Correlación variables dependientes Correlación variables independientes



Correlación cruzada

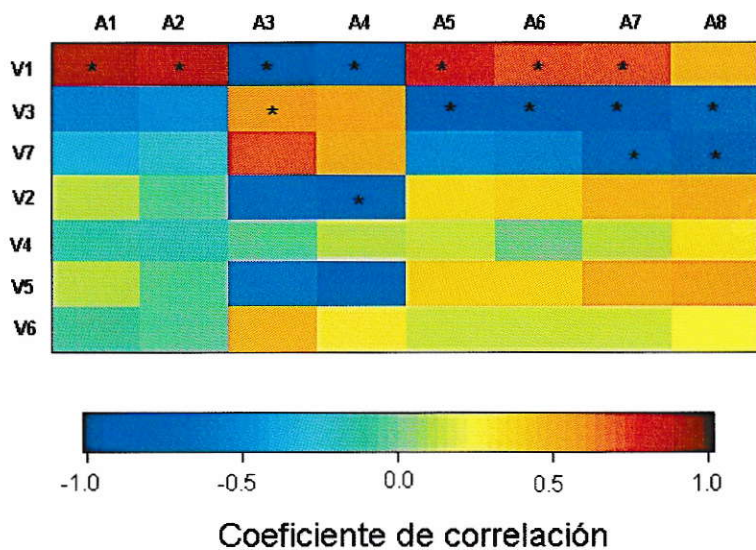


Figura 10. Correlación entre variables dependientes (A) e independientes (V). A1= Abundancia de nidos. A2= abundancia de nidos nativos. A3= Densidad de nidos. A4= Densidad de nidos nativos. A5= Riqueza de aves nidificantes. A6= Riqueza de aves nidificantes nativos. A7= Diversidad de aves nidificantes. A8= Diversidad de aves nidificantes nativos. V1 = Área. V2= Cobertura edificada. V3= Índice de diversidad vegetal. V4= Cobertura vegetal. V5= Nivel de ruido. V6= Cobertura de amortiguación. V7= Cobertura vegetación nativa. * representa los valores con $p < 0,05$

4. DISCUSIÓN

4.1 Cuáles aves nidifican en cementerios y campus universitarios

4.1.1 Riqueza y abundancia de aves nidificantes

Las 18 especies que se lograron registrar en los distintos sitios correspondieron al 33% de las especies citadas como presentes en las ciudades de la zona central en el libro Aves de Santiago (Egli & Aguirre, 2000). Al mismo tiempo, correspondieron al 58% de las aves registradas por avistamientos en parques urbanos de Santiago (Urquiza & Mella, 2002). Por otro lado, al contrastar con el trabajo realizado por Mella y Loutit (2007), en cerros islas y parques, se observa que en el presente estudio se comparten 16 de las 29 especies observadas en dicho estudio. Valores importantes al considerar que los registros de este estudio corresponden a reproducción. Además, se constata que las aves observadas dentro de la ciudad no solo explotan los recursos que esta ofrece, sino que además llevan a cabo el proceso reproductivo, lo cual constituye a estos sitios en partes del ámbito de hogar de estas especies y, por lo tanto, importante para la conservación, principalmente los cementerios, en los que se encontraron 17 de las 18 especies.

Respecto específicamente a los registros de aves nidificantes, Díaz y Armesto (2003) registraron una riqueza similar a la de este estudio con 20 especies en ambientes residenciales, parques y faldeos precordilleranos de la comuna de La Reina y la Reserva Nacional Río Clarillo, de aquellas especies se compartieron 11 con el presente estudio. Además, en el presente trabajo se registró 5 especies distintas a las ahí mencionadas: *C. californica*, *S. loyca*, *V. chilensis*, *S. barbata*, *P. rara* y *C. picui*, las

cuales fueron avistadas en su trabajo, pero no se obtuvo registro de nidificación. Las tres primeras son especies nidificantes de suelo, más difícil de registrar en medios urbanos por usar espacios abiertos para nidificar (caso de *S. loyca* y *V. chilensis*) y las dos últimas son especies de baja abundancia. Como este trabajo realizó un muestreo tipo censo con varias visitas a cada sitio, los casos raros son mejor representados, explicando de alguna manera porque fueron registradas en este estudio. Por su parte, Mella y Loutit en el año 2007 registraron nidos de 9 especies en cerros islas y parques de Santiago, de ellas se compartieron 6 con el presente estudio. Las diferencias se dieron en la presencia de diuca, yal y canastero, las cuales no fueron registradas en este trabajo. Probablemente por el hecho que su desarrollo está más asociado al matorral (espinos) o al estrato arbustivo el cual era poco abundante en la mayoría de los sitios evaluados por este estudio. Por lo tanto, distintos tipos de áreas verdes (parques, cementerios o campus universitarios) se encuentran realizando distintos aportes a la presencia y nidificación de aves en la medida que tienen cualidades distintas.

Por otra parte, al igual que trabajos de Urquizar (1998) y Urquizar & Mella (2002) se observó la presencia de ciertas especies muy dominantes (*Z. auriculata*, *T. falcklandii* y *Z. capensis*) y otras muy escasas (*S. loyca*, *A. parulus*, *C. curaeus* y *M. chimango*). La más abundantes se pueden justificar en que *Z. auriculata* y *Z. capensis* son consideradas generalistas mientras que *T. falcklandii* es la especie más abundante dentro de las áreas verdes de Santiago (Estades, 1995; Urquizar, 1998) por lo que solo por abundancia es de esperar mayor número de nidos. Entre las más abundante destaca que *Z. auriculata* sea la que ocupe el primer lugar, ya que en los trabajos anteriores esta especie nunca fue la más abundante ni en avistamiento ni en

presencia de nidos (en el trabajo de Urquiza y Mella 2002 ocupó el segundo puesto en abundancia de avistamiento). Este fenómeno podría dar cuenta de cambios en la estructura comunitaria de las aves de la ciudad desde la época en que se hicieron los trabajos anteriores, lo cual se puede asociar a dinámica temporal de la ciudad y en la adaptación de las especies (Parody y col, 2001; Devictor y col, 2012). Sin embargo, pocos estudios han evaluado cambios en la composición de comunidades dentro del paisaje urbano a través del tiempo. Estos estudios que podrían ser valiosos para evaluar las dinámicas de las comunidades dentro de la ciudad a medida que esta se va complejizando.

Otra diferencia que existe con trabajos anteriores es la abundancia relativa de nidos de *Z. capensis* en los cementerios y campus universitarios. En este trabajo se obtuvo un valor mayor a los observados en parques, probablemente por la mayor oferta del estrato arbustivo en estos lugares, ya sea por la presencia de los rosales y plantas que se suelen poner en los cementerios para acompañar las tumbas como por uso "muros vivos" que se usan comúnmente en los campus universitarios y en donde se solían encontrar nidos de *Z. capensis*. *T. aedon* y *P. domesticus* fueron el segundo grupo en abundancia. Ambas poseen la cualidad de nidificar en cavidades, la primera es insectívora y la segunda granívora, cualidades asociadas a las especies explotadoras urbanas, especialmente *P. domesticus* (Chace & Walsh, 2006). El número no tan abundante de esta última especie, y el hecho que se encontrara restringida a los sitios con poca superficie y alta cobertura edificada, da cuenta del aporte de cementerios y campus universitarios s en contrarrestar la homogeneización biológica, provocada por especies explotadoras, típicamente asociada a las ciudades (McKinney, 2006). Un tercer grupo estaba compuesto por *S. barbata*, *M. bonariensis*,

V. chilensis, *M. monachus* y *P. rara*. De este grupo solo *S. barbata* había sido registrada con anticipación (Díaz & Arresto, 2002 y Mella & Loutit, 2007). De estas especies destaca la presencia del *V. chilensis* y *P. rara*. La primera especie es nidificante de suelo, cualidad considerada desfavorecida en medios urbanos y colonizadoras pobres de parques (Jokimäki, 1999; Marzluff, 2001; Ikin y col., 2012), por lo que se considera un resultado importante en la medida que no ha sido registrado en otros estudios de áreas verdes. En este trabajo casi la totalidad de los nidos de *V. chilensis* fueron encontrados en cementerio, específicamente en aquellos con extensas superficies de césped (destacando los cementerios Parque del Recuerdo y Metropolitano), característica similar al hábitat natural de nidificación de esta especie. Cabe destacar que esta especie posee la cualidad de ser sedentario y territorial, por lo tanto, es muy probable encontrarla nidificando en una siguiente temporada, mientras se conserve las cualidades registradas (Saracura, 2003). Como el cementerio Parque del Recuerdo posee extensas áreas abiertas, ofrece excelentes oportunidades para ser un sitio de nidificación urbano de esta especie, siendo un aspecto a investigar a futuro los conflictos que pueden generarse por este hecho. La segunda especie (*P. rara*) por su parte se encontró tanto en cementerios como en campus universitarios. La rara es considerada poco común, sin embargo, ya en el trabajo de Estades (1995) se comenta que se encontraba irrumpiendo en los entornos urbanos. Su presencia se observó en los campus U. de Santiago de Chile (USACH), en Juan Gómez Millas (JGM) y en el Cementerio General, sitios con diferentes cualidades, con entornos de alta urbanización, e incluso alejados de la Cordillera de los Andes, la cual se considera fuente de diversidad dentro de la ciudad. Esta observación da cuenta de cómo esta especie ha logrado adaptarse al medio urbano.

De las especies menos comunes destaca la presencia de *S. loyca*, ave nidificante de suelo registrada en el Cementerio Metropolitano. Su presencia se puede justificar por la presencia de un sector de uso no regular, reservado para la expansión del área de tumbas, donde crecía abundante pastizal alto (Figura 11), características propias al hábitat de nidificación natural de esta especie (Comparatore y col., 1996). El manejo de este pastizal durante el tiempo que no sea usado puede generar una excelente oportunidad para la nidificación de esta especie, incluso se ha considerado que los pastizales urbanos entregan hábitat de mejor calidad que aquellos rurales o naturales gracias a la disminución de la depredación (Buxton & Berson, 2015).



Figura 11. *S. loyca* en pastizal del Cementerio Metropolitano.

Otras aves escasas fueron *A. parulus* y *E. albiceps*, ambas especies típicamente de bosques y caracterizadas como especie de dosel o follaje (Díaz & Arresto, 2003), asociada a evasores urbanos (McKinney, 2002). La escasez de nidos registrados para estas especies se puede justificar por varias razones. Por un lado, por las cualidades propias de las especies, las cuales, son generalmente desfavorecidas por el medio urbano y, por otro lado, al ser escasas y con hábitos de nidificación poco

frecuentes en comparación con otras especies, el muestreo puede ser insuficiente para lograr identificar sus nidos, produciendo la omisión de parte de su población. Considerando que a solo al 23% de los nidos se le asoció una especie, si el ave, por cualidades propias de sus rasgos de historia de vida (en la posición y forma de ocultar los nidos), dificultaba la observación e identificación de su nido es probable se registrarán menos, especialmente para un ojo poco entrenado. En este trabajo hubo registro de nidos los cuales no se les pudieron identificar la especie pero que debido a su constitución no se podía asociar a las aves más comunes.

Finalmente, el hecho que las especies de los campus fuesen un subconjunto de las de los cementerios muestra que los ambientes que ofrecen estos lugares son similares, pero que los cementerios ofrecen mayor variedad de hábitat que los campus.

4.2.2 Diversidad

Respecto a parámetros de diversidad se observa que no hay diferencia en las medias entre los tipos de sitios y que los valores fueron bajos, aunque cuando se sumaban los valores riqueza y abundancia total son los cementerios los más diversos. Sin embargo, el valor de todas formas es bajo con un equivalente a lo que tendría una comunidad con 4,85 aves nidificantes de igual abundancia. Al comparar este número con las 17 especies registradas se puede apreciar que el valor es bajo. Este resultado es de esperar en entornos altamente modificados en donde pocas especies poseen la plasticidad o adaptación para colonizarlos, repercutiendo en una riqueza menor y abundancias dispares entre las especies (Marzluff y col, 2001; Cofre y col., 2007; Croci y col., 2008). Básicamente, es la consecuencia de los procesos evolutivos de ocupación de nicho en el paisaje adaptativo provocado por la urbanización (Tokeshi, 1999).

Por otro lado, el uso e historia de los distintos sitios de la matriz urbana también repercute en la riqueza y abundancia de las especies que los colonizan (Bremer & Farley, 2010), lo cual puede explicar la presencia de distintas especies en los distintos sitios (codornices en CPR y gorriones en CP, por ejemplo). Lugares relativamente nuevos con abundante vegetación como fue el caso CPR, el cual presentó bajos valores de riqueza, incluso teniendo una superficie de 64 ha, posiblemente por un lento proceso de colonización y establecimiento de equilibrios en sus 35 años de existencia. Es así como las diferencias encontradas en relación a la distribución de las abundancias entre comunidades reflejan una combinación de fuerzas históricas-evolutivas y contemporáneas-ecológicas, que actúan como determinantes de la diversidad (Tokeshi, 1999). Lugares con un pasado agrícola o cercano a ese contexto (ej. Cementerio Metropolitano) probablemente mantengan en sus comunidades ciertas especies asociadas a un pasado agrícola y lugares con larga trayectoria urbanizada alberguen a las especies fundamentalmente adaptadas al medio urbano. En este sentido, se podría mencionar el caso de *C. californica*, la cual se logró registrar en cementerios que tuvieron un pasado más agrícola (CPR y CM). En cambio *P. domesticus* se encontró bien representado en el Cementerio Municipal de Pudahuel (CP), el cual posee una trayectoria de urbanización más lejana.

Es así como los resultados de esta investigación vislumbran que no solo hay que fijarse en características ambientales, sino que en una combinación de características abióticas (como edad, origen y uso de los sitios) y ambientales para una comprensión más completa de los factores que influyen en la diversidad en paisajes dominados por el hombre. (Loss y col., 2009). Cabe mencionar que, aunque la diversidad encontrada en los cementerios y campus universitarios es baja, con un

equivalente a la que habría en una comunidad de solo 4,88 especies con igual abundancia, ésta está fundamentalmente compuesta por especies nativas, de la misma manera que se ha visto en otras áreas verdes (Díaz & Armesto, 2003; Mella & Loutit, 2007; Urquiza & Mella, 2002).

Por lo tanto, los cementerios grandes y campus universitarios ofrecen buenas oportunidades para la conservación de aves nativas. Un manejo activo de los sitios podría permitir entonces mejorar la llegada de más especies y disminuir la dominancia de otras. Sin embargo, cabe mencionar que el éxito de los proyectos de restauración o de mejoras está fuertemente influenciado por las conexiones con otras áreas verdes existentes. En ese sentido, no solo es necesario una acción dentro de los sitios, sino que es igual de importante generar acciones que permitan la conexión con otras áreas verdes en un trabajo conjunto para conservar la biodiversidad (Robinson & Handel, 2000; Andersson, 2006, Kang y col, 2015).

4.2 Condiciones de nidificación en cementerio y campus universitarios

Las alturas utilizadas para nidificar son fáciles de encontrar en los árboles urbanos, los cuales son generalmente de poco desarrollo (2-4 metros). Sin embargo, las distintas especies no usaron solo una altura si no que esta varió por especie, en consecuencia, no se puede decir que cierto tamaño de árbol es el que permite mayor nidificación. Si se puede afirmar que entre más diversos sean los tamaños, mayores oportunidades se generan para la diversidad en general. Es así como la presencia de árboles de variado tamaño, junto con arbustos, pastizales permite una mejor calidad de hábitat para distintas especies.

De lo que respecta al uso de estructuras para la nidificación, se observa que a diferencia de Mella & Loutit (2007) y Díaz & Armesto (2002) las especies más utilizadas para la nidificación fueron las exóticas. Esto se podría deber a que los sitios no contaban con mucha abundancia de vegetación nativa y esta estaba compuesta fundamentalmente por el pimiento por lo tanto el efecto podría darse por razones de abundancia más que por preferencia de vegetación exótica, aunque aquello implica que las aves encuentran variables dentro de la vegetación exótica que les permiten nidificar vislumbrado tal vez que la elección de sitio de nidificación responde a cualidades estructural de la vegetación (como tamaño, follaje, tipo de ramas) más que a la especie misma. Pero no solo destaca el uso de especies exóticas, sino que además el hecho que las especies vegetales exóticas registradas como las más usadas también variaron respecto a estudios anteriores. Este hecho podría estar mostrando una alta tolerancia y plasticidad de las aves hacia las especies vegetales exóticas utilizadas en las distintas áreas verdes. En este estudio el *acer negundo* junto con el ciruelo rojo fueron los más utilizados. Esto supone cierta ventaja considerando el alto uso de estas especies en distintos espacios públicos. Sin embargo, considerando la distribución de abundancia de las distintas aves nidificantes dentro de las comunidades, es probable que este resultado esté dando cuenta de la respuesta de las especies dominantes y no de todas. Por lo tanto, es deseable que la vegetación nativa sea un elemento a potenciar en todos los lugares donde se desea mejorar la nidificación, de tal manera de permitir que aquellas especies con menor tolerancia puedan explotar estos recursos.

Otra estructura que es valiosa de rescatar son los nichos (véase Figura 12 A), los cuales permitieron la nidificación de al menos cinco especies, las cuales a su vez

correspondieron a las cinco especies más abundantes. Lo destacable de los nichos fue que, en ellos, distintos tipos de aves encontraron sitio de nidificación, especies que nidifican en cavidad, arbustos y árboles encontraron en la misma estructura la posibilidad de construir sus nidos. Aquellas especies nidificantes de cavidad utilizaban los espacios formados por los floreros, maceteros y grietas de los mismos (Figura 12 B y D). Para las especies nidificantes de árboles y arbustos el uso fue el mismo la diferencia se encontraba solo en la altura del nicho (Figura 12). Este resultado muestra el aporte de este tipo de estructuras y la versatilidad de las especies que las utilizan.

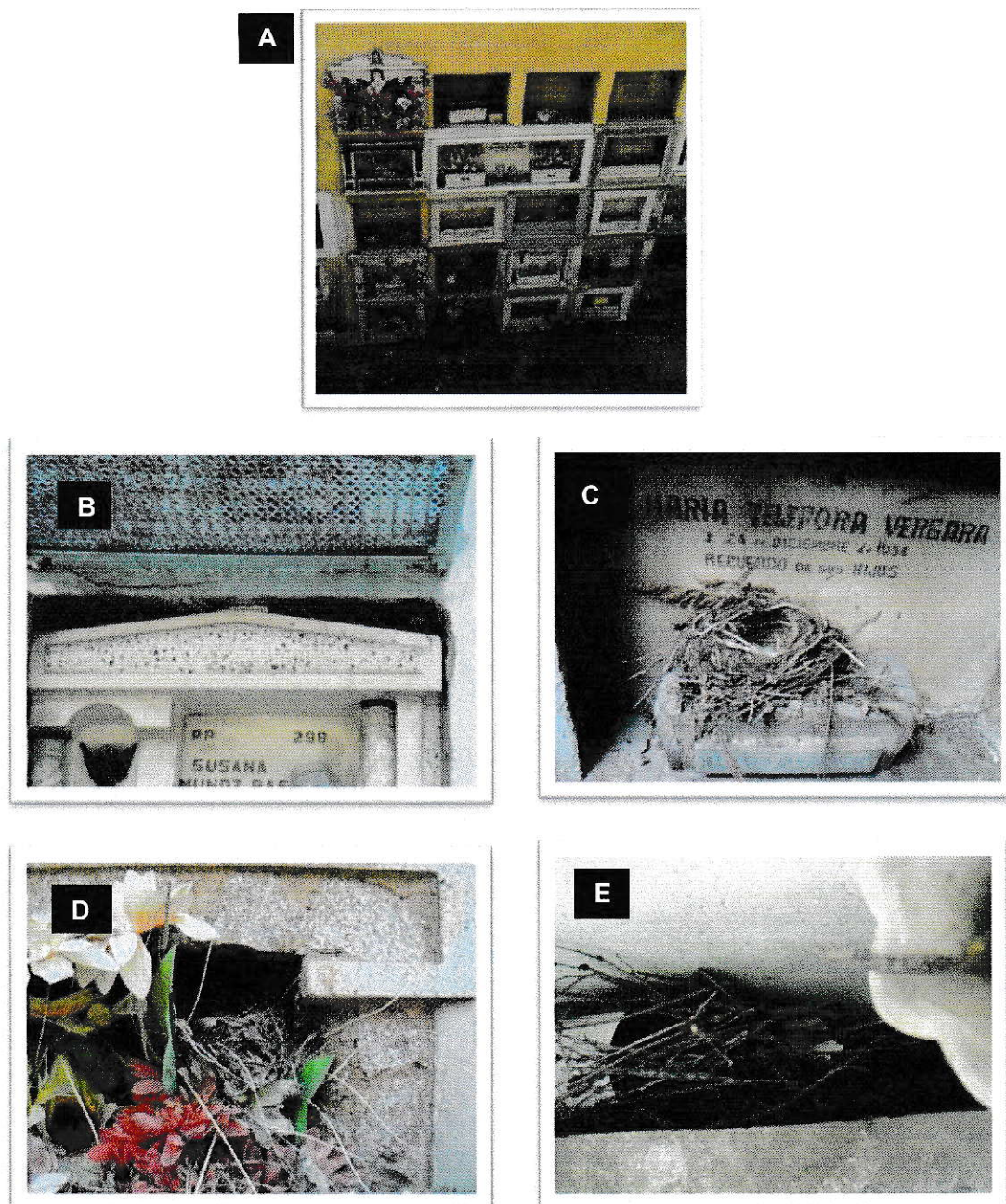


Figura 12 . Nichos y nidos encontrados en ellos. A) Nichos. B) Nido en grieta. C) Nido de *T. falcklandii* en nicho. D) Nido de *Z. capensis* entre flores artificiales. E) Nido de *T. aedon* en florero.

4.3 Variables estructurales de los sitios y tipo de sitios que repercuten sobre la riqueza, abundancia, densidad y diversidad de aves nidificantes

Esta investigación revela que el área (superficie) de los sitios es la variable más importante en lo que a abundancia, densidad, riqueza y diversidad se refiere, correlacionándose positivamente con las dos primeras variables y de forma negativa con la última. Este resultado mostraría coherencia con la teoría de islas, donde sitios de mayor tamaño albergan más riqueza y abundancia (MacArthur & Wilson, 2015). Respecto a la densidad la relación negativa se explicaría en el aumento de la cobertura edificada que ocurría a medida que el área disminuía, como la parte edificaba correspondía fundamentalmente a nichos (estructuras usadas para la nidificación en cementerios), la cantidad de sitios por unidad de superficie era mayor (Figura 12 A), lo cual se reflejó en la densidad de nidos. El área también mostró una tendencia a relacionarse de forma positiva con la diversidad de especies nativas. La disponibilidad de espacio de nidificación sería, por lo tanto, la variable más importante (Beninde y col., 2015). Como estos sitios no pueden crecer, es muy importante que no pierdan sus cualidades e incluso añadan mejoras ecológicas para que puedan seguir aportando a la conservación de aves.

El porcentaje de cobertura edificada fue la segunda variable que más influencia tuvo sobre la nidificación, aunque ésta más bien de forma negativa, relacionando con la riqueza, diversidad y densidad, todas las relaciones fueron negativa a excepción de la densidad. Por lo tanto, la superficie ocupada por las estructuras construidas limita la capacidad de nidificación, ya que favorece a pocas especies y limita a todas aquellas que no son capaces de explotarlas. La diversidad estructural por su parte correlacionó con la diversidad de aves nidificantes, aunque de forma negativa, contrario a Estados

(1995). Este resultado se puede explicar por el hecho que los lugares con mejor proporción de arbustos, árboles y hierbas fueron los sitios más pequeños. Los que eran cubierto mayormente por edificación, por sobre la vegetación. Al mismo tiempo, estos lugares al poseían poca abundancia de cobertura arbórea (en comparación con lugares más grandes donde el estrato arbóreo es dominante), cualidad que permitía que las proporciones de cobertura arbustiva y herbácea tomase fuerza y se reflejara en índices de diversidad mayor pero que no eran suficientes para aumentar la diversidad de aves.

La cobertura vegetal de los sitios solo se encontró asociada de forma negativa a la densidad de nidos de aves nativas. Mostrando que en lugares de baja cobertura vegetal las especies que más logran desarrollarse son las exóticas.

No se logró encontrar otro tipo de relación con valores de diversidad o riqueza lo cual se puede entender en base al método utilizado para calcular este valor, el cual consideraba todo tipo de vegetación sin discriminar si era arbórea o herbácea. Por lo tanto, lugares con porcentajes altos de cobertura vegetación no necesariamente implicaban abundancia de estructuras boscosas. Un ejemplo de aquello es el caso de Cementerio Parque del Recuerdo, el cual posee el mayor porcentaje de cobertura vegetal, donde el césped es dominante. Como este recurso entrega pocas oportunidades para la nidificación de casi todas las especies registradas, y solo una especie explotó directamente este recurso (*V. chilensis*), es que se puede entender la falta de relación entre la cobertura vegetal y las variables de nidificación.

Por otro lado, el ruido no presentó correlación con ninguna variable en nivel significativo ni se encontró asociado a algún tipo de sitio. Esto también se puede encontrar justificado por el método utilizado para determinar este parámetro (ruido

ambiental) ya que se usó un mapa construido por modelación en donde las variables utilizadas fueron principalmente de tráfico vehicular, no considerando el tránsito de personas. Entonces, los valores corresponden fundamentalmente al ruido generado desde el exterior y proyectado al interior de los sitios, representando más al contexto de ruido en que se encuentran los sitios que al ruido presente en ellos por sus actividades propias. Por otra parte, el hecho que el mapa de ruido corresponda al año 2012 y este muestreo fue hecho el 2014-2015 puede explicar los resultados sin relación. Se sugiere, por lo tanto, mejorar la obtención de este parámetro para estudios posteriores.

De los resultados se logra observar la existencia de oportunidades y limitaciones de las especies a nidificar en los sitios evaluados dependiendo de las características ecológicas propias de cada especie. También se evidencia que no basta con medir presencia de nidos, ya que los medios urbanos no solo generan retos para la presencia y reproducción de las aves, sino que también para mantener los nidos. Durante este estudio varios nidos fueron vistos abandonados, depredados, parasitados o con crías muertas (Figura 13), por lo que el monitoreo de reproducción en aves debiese llegar a niveles más avanzados que a la postura de los huevos, incluso más allá de volantones (Shipley y col., 2013), de tal manera de obtener una panorámica más completa del éxito de las aves en el paisaje urbano y de las dinámicas poblacionales. De esta forma se pueden tomar medidas de gestión más robustas.

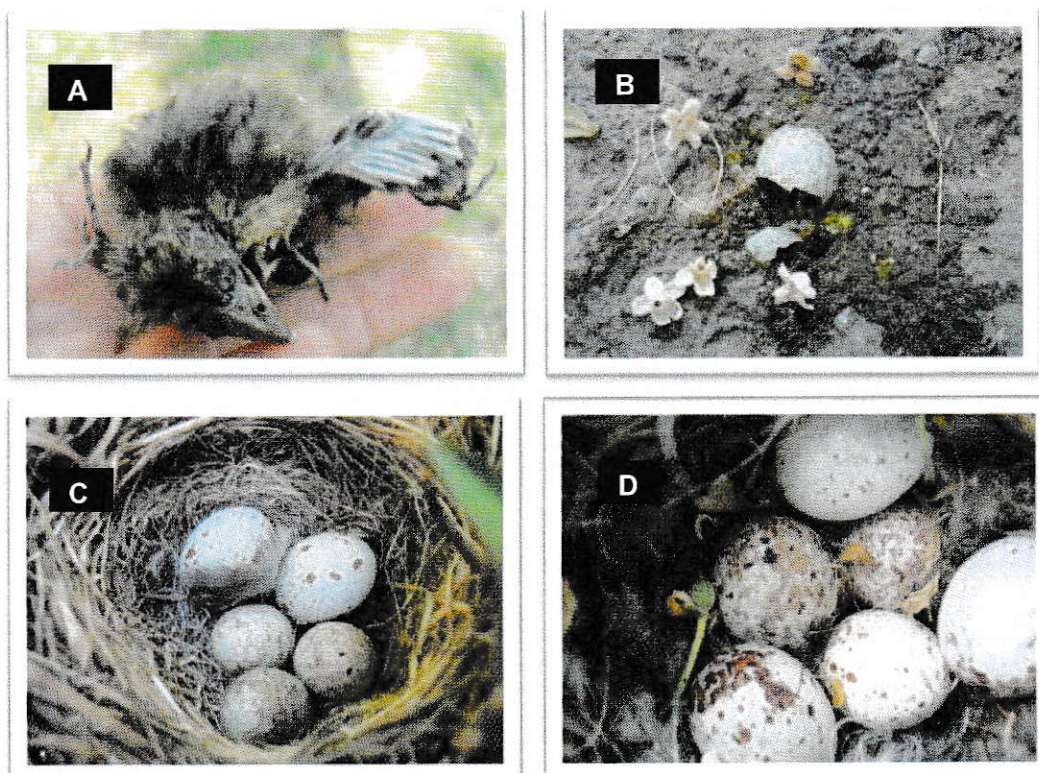


Figura 13. Casos fallidos de nidificación. A) Pichón caído del nido. B) Huevo caído del nido. C) Nido abandonado y parasitado D) Nidos abandonados.

Sin embargo, hay que considerar que los sistemas biológicos son complejos y evolucionan y se puede caer en la simplificación excesiva. Las medidas que pueden ser útiles hoy no necesariamente lo serán mañana, por lo tanto, cualquier medida que sea tomada para la gestión de biodiversidad dentro de medios urbanos u otros debiesen ser de carácter adaptativo, siguiendo el proceso de mejora continua, de tal manera de evaluar los alcances y poder realizar los ajustes correspondientes (Aspizua y col., 2010; Hocking y col., 2006).

4.4 Reflexión final

Como reflexión final es necesario mencionar que todo estudio sobre conservación de la biodiversidad queda en nada si quienes están encargados de tomar las decisiones que determinen la implementación de las acciones no se interesan en estos temas. Existe un gran desafío para quienes nos dedicamos a generar conocimiento en transmitir su importancia. Este trabajo en particular no evaluó ni la disposición a implementar medidas de gestión activa dentro de los sitios evaluados por parte de los encargados de tomar estas decisiones ni tampoco evaluó que tan significativo es para las personas que frecuentan estos sitios saber que estos lugares permitan o no la presencia y nidificación de aves. La oportunidad, desde un punto de vista biológico, está, pero no se sabe si existe disposición de tomarla. El anexar estas variables en estudios posteriores podría generar mayor impacto de este tipo de trabajos.

5. CONCLUSIONES

- Cementerios y campus universitarios de Santiago entregan hábitat para la nidificación de 18 especies de aves, fundamentalmente nativas. 17 especies en los cementerios y 10 especies en campus universitarios.
- Los cementerios son lugares más ricos y diversos en avifauna nidificante que los campus universitarios de Santiago. Las especies registradas en los campus universitarios corresponden básicamente a un subconjunto de las especies encontradas en los cementerios.
- Las especies de aves que explotan los recursos en campus universitarios son en su mayoría granívoras y aquellas de cementerios son omnívoras y granívoras.
- En estos sitios las aves nidifican en dosel, sotobosque-arbustivo, en cavidad y en el suelo. Si se desea aumentar la diversidad de aves nidificantes, se deben incorporar mayor cantidad de arbustos y permitir la presencia de pastizales.
- Las especies nidificantes urbanas más comunes (ej. *Z. auriculata* y *T. falcklandii*) logran adaptarse a nuevos sitios de nidificación y requieren menos medidas de restauración. Para especies menos comunes (ej. *E. albiceps*, *A. parulus*) es necesario emular el hábitat ecológico si se quiere promover su reproducción.
- Las alturas utilizadas para la nidificación se concentran en torno a 2,88 m, sin embargo, el uso de altura es diferente para cada especie, variando entre los 90 cm y los 80 m. Se recomienda incorporar vegetación de distintos tamaños para ofrecer mayor oferta de sitios de nidificación a mayor cantidad de especies.

- Las especies más abundantes poseen buena tolerancia a las especies vegetales introducidas y logran adaptarse a estructuras hechas por el hombre como lo son los nichos de los cementerios.
- Las variables estructurales que más influenciaron la riqueza y abundancia de aves nativas nidificantes son el área del sitio y cuanto de ella se encuentra edificada.
- Cementerios grandes y campus universitarios ofrecen oportunidades para la conservación de avifauna nidificante nativa en medios urbanos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano, T. A., Ibarra, J. T., Hernández, T., Rojas, I., Laker, J., & Bonacic, C. (2012). Hábitos de nidificación de las aves del bosque templado Andino de Chile. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile
- Alvarado, A., Baldini, A., & Guajardo, F. (2013). Árboles urbanos de Chile, guía de reconocimiento. Santiago, Chile: Corporación Nacional Forestal (CONAF).
- Amigo, J & Ramírez, C. (1998). A bioclimatic classification of Chile: woodland communities in the temperate zone. *Plant Ecology*. 136(1): 9-26.
- Andersson, E. (2006). Urban landscapes and sustainable cities. *Ecology and Society*. 11(1), 34
- Aronson, M., La Sorte, F., Nilon, C., Katti, M., Goddard, M., Lepczyk, C., ... & 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 of London B: Biological Sciences*. 281(1780): 20133330.
- Arroyo, M., Marquet, P., Marticorena, C., Simonetti, J., Cavieres, L., Squeo, F., Rozzi, R. & Massardo, F. (2008). El hotspot chileno, prioridad mundial para la conservación. *Biodiversidad de Chile, patrimonio y desafíos*. 90-93.
- Aspizua, R., Bonet, FJ, Zamora, R., Sánchez, FJ, Cano-Manuel, FJ, Henares, I. (2010). El Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada: hacia la gestión adaptativa de los espacios naturales. *Ecosistemas* 19 (2): 56-68.
- Atchley R., Strayer D., Atchley P. (2012). Creativity in the wild: improving creative reasoning through immersion in natural settings. *PLoS ONE* 7(12): e514
- Banzhaf, E., Reyes-Paecke, S., Müller, A. & Kindler, A. (2013). Do demographic and land-use changes contrast urban and suburban dynamics? A sophisticated reflection on Santiago de Chile. *Habitat International*. 39: 179–191.
- Bar-Cohen, Y. (2012). *Biomimetics: Nature Based Innovation*. Boca Raton, FL: CRC Press
- Beninde, J., Veith, M., & Hochkirch, A. (2015). Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology Letters*, 18(6): 581-592.
- Berman M, Jonides J, Kaplan S. (2008). The cognitive benefits of interacting with nature. *Psychology Science*, 19 (12):1207–1212
- Bernath, K., Roschewitz, A (2008). Recreational benefits of urban forests: explaining visitors' willingness to pay in the context of the theory of planned behavior. *Environmental Management*, 89 (3): 155–166

- Biamonte, E., Sandoval, L., Chacón, E., & Barrantes, G. (2011). Effect of urbanization on the avifauna in a tropical metropolitan area. *Landscape Ecology*, 26(2):183-194.
- Bierregaard Jr, R., & Lovejoy, T. (1988). Birds in Amazonian forest fragments: effects of insularization. *Ornithological Congress XIX (Volume II)*:1564-1579.
- Bierwagen, B. (2007). Connectivity in urbanizing landscapes: The importance of habitat configuration, urban area size, and dispersal. *Urban Ecosystems*, 10(1), 29-42.
- Blair, R. (2001). Birds and butterflies along urban gradients in two ecoregions of the United States: is urbanization creating a homogeneous fauna?. In *Biotic homogenization* (33-56). US: Springer.
- Bratman G, Hamilton J, Daily G. (2012). The impacts of nature experience on human cognitive function and mental health. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1249 (1):118–136
- Brawn, J., Robinson, S. & Thompson III, F. (2001). The role of disturbance in the ecology and conservation of birds. *Annual review of Ecology and Systematics*, 32: 251-276.
- Bremer, L. L., & Farley, K. A. (2010). Does plantation forestry restore biodiversity or create green deserts? A synthesis of the effects of land-use transitions on plant species richness. *Biodiversity and Conservation*, 19(14), 3893-3915.
- Bowler D, Buyung-Ali L, Knight T, Pullin A. (2010). A systematic review of evidence for the added benefits to health of exposure to natural environments. *BMC Public Health* 10 (1):456.
- Buxton, V. & Benson, T. (2015). Do natural areas in urban landscapes support successful reproduction by a group of conservation priority birds?. *Animal Conservation* 18 (5): 471-479.
- Cárdenas, C. U. (2014). Los parques funerarios un refugio importante para las aves en la ciudad de Guadalajara y su zona conurbada. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad de Guadalajara. CUCBA.
- Carbó-Ramírez, P. & Zuria, I. (2011). The value of small urban greenspaces for birds in a Mexican city. *Landscape and Urban Planning*, 100(3), 213-222.
- Castro-Torreblanca, M. & Blancas Calva, E. (2014). Aves de Ciudad Universitaria campus Sur de la Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo, Guerrero, México. *Huitzil*, 15(2), 82-92.
- Chace, J. F., & Walsh, J. J. (2006). Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and urban planning*, 74(1), 46-69.
- Charre, G. M., Hurtado, A. Z., Néve, G., Ponce-Mendoza, A., & Corcuera, P. (2013). Relationship between habitat traits and bird diversity and composition in

- selected urban green areas of Mexico City. *Ornitologia Neotropical*, 24(3), 279-297.
- Clergeau, P., Jokimäki, J., & Savard, J. P. L. (2001). Are urban bird communities influenced by the bird diversity of adjacent landscapes?. *Journal of applied ecology*, 38(5), 1122-1134.
- Clergeau, P., Croci, S., Jokimäki, J., Kaisanlahti-Jokimäki, M. L., & Dinetti, M. (2006). Avifauna homogenisation by urbanisation: analysis at different European latitudes. *Biological Conservation*, 127(3), 336-344.
- Cofre, Hernán L., Katrin Böhning-Gaese, and Pablo A. Marquet. (2007). Rarity in Chilean forest birds: which ecological and life-history traits matter?. *Diversity and Distributions* 13 (2): 203-212.
- Comparatore, V. M., Martínez, M. M., Vassallo, A. I., Barg, M., & Isacch, J. P. (1996). Abundancia y relaciones con el hábitat de aves y mamíferos en pastizales de *Paspalum quadrifarium* (Paja Colorada) manejados con fuego (Prov. de Buenos Aires, Argentina). *Interciencia*, 21 (4): 228-237.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). (2002). Áreas verdes en el Gran Santiago. Área de Ordenamiento Territorial y Recursos Naturales. Santiago de Chile: Conama.
- Croci, S., Butet, A., & Clergeau, P. (2008). Does urbanization filter birds on the basis of their biological traits. *The Condor*, 110(2): 223-240.
- Cui, S., Xu, S., Huang, W., Bai, X., Huang, Y., & Li, G. (2015). Changing urban phosphorus metabolism: Evidence from Longyan City, China. *Science of The Total Environment*, 536: 924-932.
- Czech, B., Krausman, P. R., & Devers, P. K. (2000). Economic Associations among Causes of Species Endangerment in the United States Associations reflect the integration of economic sectors, supporting the theory and evidence that economic growth proceeds at the competitive exclusion of nonhuman species in the aggregate. *BioScience*, 50(7): 593-601.
- de Toledo M, Donatelli R, Batista G. (2011). Relation between green spaces and bird community structure in an urban area in Southeast Brazil. *Urban Ecosyst* 15:111–131
- Di Castri, F., & Hajek, E. R. (1976). *Bioclimatología de Chile*. Santiago, Chile: Vicerrectoría Académica de la Universidad Católica de Chile.
- Díaz, I. A., & Armesto, J. J. (2003). La conservación de las aves silvestres en ambientes urbanos de Santiago. *Ambiente y Desarrollo*, 19(2), 31-38.
- DesGranges, J. L., & Reed, A. (1981). Disturbance and control of selected colonies of Double-crested Cormorants in Quebec. *Colonial Waterbirds*, 4: 12-19.
- Devictor, V., van Swaay, C., Brereton, T., Chamberlain, D., Heliölä, J., Herrando, S., ... & Schweiger, O. (2012). Differences in the climatic debts of

birds and butterflies at a continental scale. *Nature Climate Change*, 2(2), 121-124.

Egli, G., & Aguirre, J. C. (2000). *Aves de Santiago*. Santiago, Chile. Unión de Ornitólogos de Chile.

Estades, C. (1995). Aves y vegetación urbana: El caso de las plazas. *Boletín Chileno de Ornitología* 2: 7-13.

Fernández-Juricic, E. (2004). Spatial and temporal analysis of the distribution of forest specialists in an urban-fragmented landscape (Madrid, Spain): implications for local and regional bird conservation. *Landscape and Urban Planning*, 69(1): 17-32.

Fernández-Juricic, E. & Jokimäki, J. (2001). A habitat island approach to conserving birds in urban landscapes: case studies from southern and northern Europe. *Biodiversity & Conservation*, 10(12): 2023-2043.

Forrest, A., & Clair, C. (2006). Effects of dog leash laws and habitat type on avian and small mammal communities in urban parks. *Urban Ecosystems*, 9(2): 51-66.

González-Oreja, J. G, Bonache, C, Buzo, A., de la Fuente A. D., & Hernández L. S. 2007. Caracterización ecológica de la avifauna de los parques urbanos de la ciudad de Puebla (México). *Ardeola*, 54(1): 53-67.

González-Oreja, J., Regidor, G., Franco, C., Andrés, A., Ordaz, F., & Satín, L. (2007). Caracterización ecológica de la avifauna de los parques urbanos de la ciudad de Puebla (México). *Ardeola*, 54(1), 53-67.

González-Oreja, J., de la Fuente Díaz Ordaz, A., Hernández Santín, L., Bonache Regidor, C. & Buzo Franco, L. (2012). Can human disturbance promote nestedness? Songbirds and noise in urban parks as a case study. *Landscape. Urban Planning*. 104 (1): 9–18

Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319(5864): 756-760.

Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., ... & Townshend, J. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, 1(2): e1500052.

Hess, G. R., & Fischer, R. A. (2001). Communicating clearly about conservation corridors. *Landscape and urban planning*, 55(3): 195-208.

Hinojosa-Sáez, A., Valenzuela-Dellarossa, G. & Gonzalez-Acuna, D. (2007). Avifauna del barrio universitario de Concepción. *Boletín Chileno de Ornitología*, 13: 42-46.

Hockings, M. Stolton, S., Leverington, E., Dudley, N. & Courrau, J. (2006). Evaluating Effectiveness: A framework for assessing management

effectiveness of protected areas. 2da edition. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Xiv.

Hughes, J. B., Daily, G. C., & Ehrlich, P. R. (1997). Population diversity: its extent and extinction. *Science*, 278(5338): 689-692.

Hunt Jr, G. L. (1972). Influence of food distribution and human disturbance on the reproductive success of Herring Gulls. *Ecology*, 53 (6): 1051-1061.

Ikin, K., Knight, E., Lindenmayer, D. B., Fischer, J., & Manning, A. D. (2012). Linking bird species traits to vegetation characteristics in a future urban development zone: implications for urban planning. *Urban Ecosystems*, 15(4): 961-977.

Instituto Nacional de Estadística (INE). (2002). Censo de población 2002 volumen I

IUCN (2015). Table 2: Changes in numbers of species in the threatened categories (CR, EN, VU) from 1996 to 2015 (IUCN Red List version 2015.2)

Jaramillo, A. (2005). Aves de Chile. Incluye la Península Antártica, las islas Malvinas y Georgias del Sur. Lynx Edicions, Barcelona.

Jokimäki, J. (1999). Occurrence of breeding bird species in urban parks: effects of park structure and broad-scale variables. *Urban Ecosystems*, 3(1), 21-34.

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos* 113:363–375.

Julian, J. P., Wilgruber, N. A., de Beurs, K. M., Mayer, P. M., & Jawarneh, R. N. (2015). Long-term impacts of land cover changes on stream channel loss. *Science of the Total Environment*, 537: 399-410.

Kahn, P. H., Friedman, B., Gill, B., Hagman, J., Severson, R. L., Freier, N. G., ... & Stolyar, A. (2008). A plasma display window? — The shifting baseline problem in a technologically mediated natural world. *Journal of Environmental Psychology*, 28(2): 192-199.

Kang, W., Minor, E. S., Park, C. R., & Lee, D. (2015). Effects of habitat structure, human disturbance, and habitat connectivity on urban forest bird communities. *Urban Ecosystems*, 18(3), 857-870.

Kaplan R. (2001). The nature of the view from home: psychological benefits. *Environmental Behavior*. 33: 507–42

Kellert, S. R., Heerwagen, J. & Mador, M. (2011). Biophilic design: the theory, science and practice of bringing buildings to life. Hoboken, New Jersey. John Wiley & Sons.

Kury, C. R., & Gochfeld, M. (1975). Human interference and gull predation in cormorant colonies. *Biological Conservation*, 8(1): 23-34.

LaZerte, S. E., Otter, K. A. & Slabbekoorn, H. (2015). Relative effects of ambient noise and habitat openness on signal transfer for chickadee vocalizations in rural and urban green-spaces. *Bioacoustics*, 24(3): 233-252.

- Lazo, I. V. A. N., Anabalón, J. J., & Segura, A. (1990). Perturbación humana del matorral y su efecto sobre un ensamble de aves nidificantes de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*, 63: 293-297.
- Leao, S., Bishop, I., Evans, D., (2004). Simulating urban growth in a developing nations region using a cellular automata-based model. *Journal of Urban Planning and Development-Asce* 130: 145–158.
- Leseberg, A., Hockey, P. A., & Loewenthal, D. (2000). Human disturbance and the chick-rearing ability of African black oystercatchers (*Haematopus moquini*): a geographical perspective. *Biological Conservation*, 96(3), 379-385.
- Lizée, M. H., Mauffrey, J. F., Tatoni, T., & Deschamps-Cottin, M. (2011). Monitoring urban environments on the basis of biological traits. *Ecological Indicators*, 11(2): 353-361.
- Loss, S. R., Ruiz, M. O., & Brawn, J. D. (2009). Relationships between avian diversity, neighborhood age, income, and environmental characteristics of an urban landscape. *Biological Conservation*, 142(11): 2578-2585.
- MacArthur, R. H., & Wilson, E. O. (2015). *Theory of Island Biogeography*. (MPB-1) (Vol. 1). Princeton University Press.
- MacGregor-Fors, I., Morales-Pérez, L., Quesada, J., & Schondube, J. E. (2010). Relationship between the presence of House Sparrows (*Passer domesticus*) and Neotropical bird community structure and diversity. *Biological Invasions*, 12(1): 87-96.
- Manhães, M. A., & Loures-Ribeiro, A. (2005). Spatial distribution and diversity of bird community in an urban area of Southeast Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(2): 285-294.
- Marzluff, J. M., & Ewing, K. (2001). Restoration of fragmented landscapes for the conservation of birds: a general framework and specific recommendations for urbanizing landscapes. *Restoration Ecology*, 9(3): 280-292.
- Marzluff, J. M. (2001). Worldwide urbanization and its effects on birds. In *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Springer US, 19-47.
- Marzluff, J. M., Bowman, R., & Donnelly, R. (2001). A historical perspective on urban bird research: trends, terms, and approaches. In *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Springer US. 1-17
- Mayer, F. S., Frantz, C. M., Bruehlman-Senecal, E., & Dolliver, K. (2008). Why is nature beneficial? The role of connectedness to nature. *Environment and Behavior*. 41 (5): 607-643
- McKinney, M. L. (2002). Urbanization, Biodiversity, and Conservation The impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. *BioScience*, 52(10): 883-890.

- McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological conservation*, 127(3): 247-260.
- Mele, C. (2014). Urban Issues and Sustainability. In EPJ WEB OF CONFERENCES (No. 2, 201). EDP Sciences.
- Mella, J., & Loutit, A. (2007). Ecología comunitaria y reproductiva de aves en cerros islas y parques de Santiago. *Boletín Chileno de Ornitología (Chile)*, 13: 13-27.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2003. Ecosystems and their services. Chapter 2 in Ecosystems and human well-being. Washington, D.C., USA. Island Press.
- Miller, S. G., Knight, R. L. & Miller, C. K. (1998). Influence of recreational trails on breeding bird communities. *Ecological Applications*, 8(1): 162-169.
- Nates-Parra, G., Parra, A., Rodriguez, A., Baquero, P. & Velez, D. (2006). Wild bees (Hymenoptera: Apoidea) in urban ecosystem: Preliminary survey in the city of Bogotá and its surroundings. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(1): 77-84.
- O'Dea, N. & Whittaker, R. J. (2007). How resilient are Andean montane forest bird communities to habitat degradation?. *Biodiversity and Conservation*, 16(4): 1131-1159.
- Ortega-Álvarez, R. & MacGregor-Fors, I. (2009). Living in the big city: effects of urban land-use on bird community structure, diversity, and composition. *Landscape and Urban Planning*, 90(3): 189-195.
- Ortega-Álvarez, R. & MacGregor-Fors, I. (2010). What matters most? Relative effect of urban habitat traits and hazards on urban park birds. *Ornitología Neotropical*, 21: 519-533.
- Park, C. R., & Lee, W. S. (2000). Relationship between species composition and area in breeding birds of urban woods in Seoul, Korea. *Landscape and urban planning*, 51(1): 29-36.
- Parody, J. M., Cuthbert, F. J., & Decker, E. H. (2001). The effect of 50 years of landscape change on species richness and community composition. *Global Ecology and Biogeography*, 10(3), 305-313.
- Parsons, R., Tassinary, L. G., Ulrich, R. S., Hebl, M. R. & Grossman-Alexander, M. (1998). The view from the road: implications for stress recovery and immunization. *Journal of environmental psychology*, 18(2): 113-140.
- Pauchard, A., Aguayo, M., Peña, E., & 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(3): 272-281.
- Pickett, S. T., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Boone, C. G., Groffman, P. M., Irwin, E., ... & Warren, P. (2011). Urban ecological systems: Scientific

foundations and a decade of progress. *Journal of Environmental Management*, 92(3): 331-362.

Pupimm de Oliveira, J. P., Balaban, O., Doll, C. N. H., Moreno-Peñaranda, R., Gasparatos, A., Iossifova, D., & Suwa, A. (2011). Cities and biodiversity: Perspectives and governance challenges for implementing the convention on biological diversity (CBD) at the city level. *Biological Conservation*, 144(5): 1302-1313.

Qadeer, M. A. (2004). Urbanization by implosion. *Habitat International*, 28(1): 1-12.

Ramírez-Albores, J. E. (2008). Comunidad de aves de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza campus II, UNAM, Ciudad de México. *Huitzil*, 9(2): 12-19.

Renjifo, L. M. (2001). Effect of natural and anthropogenic landscape matrices on the abundance of subandean bird species. *Ecological Applications*, 11(1): 14-31.

República de Chile. Ley de Caza N° 19.473. Decreto 5. Artículo N° 6. Ministerio de Agricultura de Chile

Robinson, G. R., and S. N. Handel. (2000). Directing spatial patterns of recruitment during an experimental urban woodland reclamation. *Ecological Applications* 10: 174–188

Safina, C., & Burger, J. (1983). Effects of human disturbance on reproductive success in the black skimmer. *Condor*, 85(2): 164-171.

SAG, 1998 Decreto n°5. Artículo N°6 de la Ley de Caza.

Sandström, U. G., Angelstam, P., & Mikusiński, G. (2006). Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space. *Landscape and Urban Planning*, 77(1): 39-53.

Saracura, V. (2003). Estratégias reprodutivas e investimento parental em quero-quero. Tese de doutorado: Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Universidade de Brasília.

Savard, J. P. L., Clergeau, P., & Mennechez, G. (2000). Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and urban planning*, 48(3): 131-142.

Schneider, A., Friedl, M. A., & Potere, D. (2010). Mapping global urban areas using MODIS 500-m data: New methods and datasets based on 'urban ecoregions'. *Remote Sensing of Environment*, 114(8): 1733-1746.

Schreiber, R. W. (1970). Breeding biology of western gulls (*Larus occidentalis*) on San Nicolas Island, California, 1968. *Condor*, 72(2): 133-140.

Shiple, A. A., Murphy, M. T., & Elzinga, A. H. (2013). Residential edges as ecological traps: postfledging survival of a ground-nesting passerine in a forested urban park. *The Auk*, 130(3): 501-511.

- Strewe, R., de León, C. V., Alzate, J., Beltrán, J., Moya, J., Navarro, C., & Utria, G. (2009). Las aves del campus de la Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia. *Intropica: Revista del Instituto de Investigaciones Tropicales*, 4(1), 8.
- Strohbach, M. W., Lerman, S. B., & Warren, P. S. (2013). Are small greening areas enhancing bird diversity? Insights from community-driven greening projects in Boston. *Landscape and Urban Planning*, 114: 69-79.
- Swaney, D. P., Santoro, R. L., Howarth, R. W., Hong, B., & Donaghy, K. P. (2012). Historical changes in the food and water supply systems of the New York City Metropolitan Area. *Regional Environmental Change*, 12(2): 363-380.
- Takano, T., Nakamura, K., & Watanabe, M. (2002). Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces. *Journal of epidemiology and community health*, 56(12): 913-918.
- Tokeshi, M. (1999). *Species coexistence: ecological and evolutionary perspectives*. Blackwell Sciences, Oxford. 454 p.
- Uberlândia, O. (2004). *Avifauna do Campus Umuarama, Universidade Federal de Uberlândia (Uberlândia, MG)*.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352)*
- Urquiza, A. (1998). *Factores determinantes de la riqueza y diversidad de aves en parques de Santiago. Monografía de la Escuela de Ecología y Paisajismo. Universidad Central de Chile.*
- Urquiza, A., & Mella, J. E. (2002). Riqueza y diversidad de aves en parques de Santiago durante el período estival. *Boletín chileno de Ornitología*, 9(1): 12-21.
- Wedge, M., Anderson, C. J., & DeVries, D. (2015). Evaluating the Effects of Urban Land Use on the Condition of Resident Salt Marsh Fish. *Estuaries and Coasts*, 38(6): 2355-2365.
- Yeoman, F., & Mac Nally, R. (2005). The avifaunas of some fragmented, periurban, coastal woodlands in south-eastern Australia. *Landscape and Urban Planning*, 72(4): 297-312.