



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales

**Relación entre la avifauna, la vegetación y las
construcciones en plazas y parques
de la ciudad de Valdivia**

Profesor Patrocinante: Sr. Iván Díaz Romero

Trabajo de titulación presentado como
parte de los requisitos para optar al Título de
Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales

CAROLINA ANDREA CHÁVEZ ALMONACID

VALDIVIA

2014

Índice de materias		Página
i	Agradecimientos	i
ii	Resumen	ii
1	INTRODUCCIÓN	1
2	MARCO TEÓRICO	2
2.1	Hábitat de las aves: ¿qué es el hábitat?	2
2.2	El ambiente urbano	3
2.3	La urbanización y la conservación de las aves	4
2.4	Las aves urbanas de Chile	5
2.5	Las aves urbanas de Valdivia	6
3	METODOLOGÍA	7
3.1	Área de estudio	7
3.2	Diseño de estudio	8
3.3	Censo de avifauna	9
3.4	Caracterización de construcciones y vegetación	10
3.5	Análisis de datos	10
4	RESULTADOS	11
4.1	Riqueza y abundancia de aves	11
4.2	Caracterización de construcciones y vegetación	14
4.3	Relación las aves, la vegetación y las construcciones	15
4.3.1	Relación de la riqueza de aves con la vegetación y construcciones	15
4.3.2	Relación de la abundancia de aves con la vegetación y construcciones	17
4.4	Uso del hábitat	18
4.5	Sustrato utilizado por las aves	19
5	DISCUSIÓN	20
5.1	Riqueza de especies en parques y plazas de Valdivia	20
5.2	Aves, vegetación y construcciones	21
5.3	Aves y sustratos presente en las áreas verdes	23
5.4	Consecuencias para la conservación	25
6	CONCLUSIÓN	25
	REFERENCIAS	27
Anexos	1 Ubicación específica de los puntos de muestreo	
	2 Detalle de las estructuras antrópicas presentes en los puntos de muestreo	
	3 Estimación del esfuerzo de muestreo por punto por día	
	4 Gráfico de probabilidad normal de los residuos. Variable dependiente: Abundancia de aves.	
	5 Gráfico de probabilidad normal de los residuos. Variable dependiente: Abundancia de aves.	
	6 Utilización del hábitat por las aves según la disponibilidad de aéreas verdes	
	7 Fotografías capturadas en áreas verdes en donde se realizaron actividades didácticas de reconocimiento de aves nativas	

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se logró terminar gracias a muchas personas que colaboraron con su paciencia, conocimiento, entendimiento, comprensión, tolerancias y sobre todos con su amor.

Agradezco a mi familia que siempre estuvo para apoyarme, ayudarme. A mi madre que siempre estuvo para corregir mis faltas de ortografía, apoyándome con su conocimiento y amor; a mi hermano por su apoyo moral y espiritual, porque me hacía ver lo importante del esfuerzo y del trabajo. Gracias a mi padre por brindarme siempre todos los recursos que necesité, por reparar la pantalla de mi computador cuando se rompió y por no molestarse cuando choqué el auto en una salida a terreno (Nicole y la Pamela).

Agradezco muy especialmente a mis amigas, amigos, compañeras y compañeros Nicole Maldonado, Nicole Raimilla, Pamela Joost y Karla Amsteins por su ayuda, apoyo incondicional y todo su cariño. A Daniela Mellado, Daniela Michea y Víctor Elgueta por su tiempo y dedicación al corregir mi escrito. A todas las personas que me ayudaron a realizar los censos de aves, Gabriel Ortega, Iván Díaz, Javier Godoy, Nicole Maldonado, Karla Amsteins, Víctor Elgueta, Mauricio Cantillana, Harriet Sidler, Esteban Arias, Oscar Concha y todos aquellos que alguna vez se levantaron temprano a contar pajaritos.

Agradezco muchos a los profesionales y amigos que me ayudaron en esta labor, Ricardo Moreno, Camila Tejo y a mis profesores Iván Díaz por su paciencia, tolerancia, apoyo, comprensión, buena onda y cariño que hizo posible terminar este trabajo. A la señora Olga Barbosa, por facilitarme información relevante de la ciudad de Valdivia, y alumbrarme en el entendimiento de la ecología urbana. Al Gabriel Ortega por ayudarme en los censos, por enseñarme a utilizar los tecnicismos de la ciencia.

No quiero dejar de agradecer a nadie, pues este trabajo tuvo muchas etapas, gracias a mis amigos y compañero de la generación 2009 de Ingeniería en Conservación de Recursos Naturales, y en general a todos mis amigos y compañeros que alguna vez me dieron palabras de aliento para continuar.

Los quiero mucho a todos ☺

Calificación del Comité de Titulación

	Nota
Patrocinante: Sr. Iván Díaz Romero	___ 6,0 ___
Informante: Sra. Olga Barbosa Prieto	___ 5,8 ___
Informante: Sr. Gabriel Ortega Solís	___ 6,8 ___

El patrocinante acredita que el presente seminario de investigación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el Reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.



Sr. Iván Díaz Romero

RESUMEN

El estado del conocimiento sobre los impactos que generan las expansiones urbanas sobre la avifauna está poco desarrollado en Chile. La ciudad de Valdivia presenta gran cantidad de áreas verdes y está rodeada de ambientes silvestres con una gran riqueza de aves. Sin embargo, es poco lo que se sabe de cómo las aves usan los distintos elementos presentes en el ambiente urbano, y cómo la vegetación favorecería la presencia de estas especies. El presente trabajo tiene como objetivo general analizar la relación entre la vegetación, construcciones y aves en parques y plazas de la ciudad de Valdivia. Para esto se llevaron a cabo censos de avistamiento y escucha de aves en los sitios de estudios ya mencionados. De igual forma se registraron los sustratos donde se avistó a cada ave por primera vez. Se logró documentar la riqueza y abundancia de aves, obteniendo casi la totalidad de la avifauna que podría llegar a encontrarse en la ciudad de Valdivia (según el análisis de rarefacción). Se reconoció una relación positiva entre la riqueza de aves y el volumen de la vegetación exótica, donde algunas especies usan el follaje de los árboles y otras usan la combinación de suelo y follaje como hábitat. No se registró relación entre el tamaño de las plazas, las construcciones antrópicas y superficie habitacional. Finalmente el conocimiento de cómo la flora favorece a la riqueza de aves podría contribuir a aumentar o mantener a las especies en este escenario de crecimiento urbano, donde las aves ya están habitando esta ciudad. Se pretende que los resultados sirvan como información relevante a la hora del diseño de plazas, parques en áreas urbanas, que favorezcan el asentamiento y conservación de las aves dentro del radio urbano de la ciudad de Valdivia.

Palabras claves: Urbanización, avifauna, áreas verdes, construcciones antrópicas, conservación.

1. INTRODUCCIÓN

La urbanización puede ser definida como la presencia humana concentrada en entornos residenciales e industriales, donde grandes extensiones de tierra son desprovistas de vegetación para habilitar construcciones humanas. A escala global, las ciudades se expanden desmesuradamente y la urbanización es una de las actividades más homogenizadoras del ambiente, por crear estructuras excepcionalmente uniformes. En todo el mundo, las ciudades son físicamente muy similares, con carreteras, rascacielos, viviendas residenciales y barrios comerciales, siendo la expansión una tendencia que se continuará observando a futuro. Este avance desmesurado de la urbanización va creando continuamente nuevos hábitats y situaciones para las especies nativas, las cuales pueden ser favorecidas o limitadas por el diseño de construcciones, plazas y jardines.

Las aves son un grupo ecológicamente y taxonómicamente muy diversificado, de distribución mundial, con una marcada sensibilidad a los cambios ambientales. Estos cambios en el ambiente como resultado de la urbanización pueden favorecer o perjudicar a distintos grupos de aves, de esta manera, las aves pueden servir como especies indicadoras de la capacidad de las ciudades para albergar fauna nativa. Algunos de los principales factores que definen la presencia de aves en las ciudades son la disponibilidad de, árboles, áreas verdes y la variedad de plantas en plazas y jardines. También influyen las construcciones, las cuales pueden representar hábitat, sitios de refugio así como también barreras para distintas especies.

Un patrón bien documentado es la correlación entre el volumen de la vegetación nativa con la presencia de aves propias del lugar. La riqueza de aves se puede ver influenciada por la composición de la flora, así como por el grado de fragmentación de la vegetación en parques y plazas rodeados por una matriz urbana. La respuesta de las aves asociada a las perturbaciones humanas varía según las especies, siendo que en algunas situaciones las aves se habitúan a los impactos, mientras que en otras abandonan las zonas antropogenizadas o simplemente se extinguen.

El estado de conocimiento sobre los impactos que generan estas expansiones urbanas está poco desarrollado en Chile, con algunos ejemplos concentrados en grandes ciudades como Santiago, donde la mayoría de los parques, plazas y jardines están compuestos por plantas exóticas, en una enorme ciudad donde cada área verde se encuentra inmersa en una matriz fuertemente urbana a varios kilómetros del ambiente silvestre más cercano. En cambio, ciudades sureñas como la ciudad de Valdivia se encuentran rodeadas de ambientes silvestres como bosques, ríos y humedales donde habitan muchas especies de aves nativas. En el caso particular de Valdivia, sus plazas y parques aun mantienen

árboles nativos mezclados con especies exóticas, brindando un escenario ideal para evaluar los efectos de la vegetación y las estructuras antrópicas sobre las aves, donde los ambientes urbanos no están lejos de los ambientes silvestres, y por lo tanto la presencia de aves podría estar más influenciada por el ambiente urbano que por la posibilidad de llegada de las aves. En Valdivia varios investigadores han comenzado estudios sobre la avifauna urbana, sin embargo, no se ha investigado en detalle qué elementos de las ciudades usan las aves como sustrato y cómo la presencia de estos influye en la riqueza y abundancia de avifauna. Es por esto que el presente trabajo tiene como objetivos:

- Documentar la riqueza y abundancia de aves, la vegetación, las construcciones antrópicas y el tamaño de parques y plazas de Valdivia.
- Relacionar la riqueza y abundancia de aves con la vegetación, las construcciones antrópicas y el tamaño de los parques y plazas de la ciudad de Valdivia
- Clasificar las aves según como usan el ambiente y relacionar su uso con la presencia de construcciones y vegetación en parques y plazas de Valdivia.

Las Hipótesis de este trabajo son:

1. La riqueza y abundancia de especies de aves será mayor en puntos con mayor vegetación nativa presente en las áreas verdes de la ciudad de Valdivia.
2. La riqueza y abundancia de aves aumenta en plazas más grandes en la ciudad de Valdivia
3. La riqueza y abundancia de aves disminuye en sectores dominados por habitaciones humanas

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Hábitat de las aves: ¿qué es el hábitat?

Este concepto se refiere al espacio donde vive una especie (Morrison *et al.* 2006) y ha sido utilizado con frecuencia en las clasificaciones generales como de bosque, matorral, humedales, zonas urbanas, hábitats ribereños, entre otros (Rozzi *et al.* 1996, Estades y Temple 1999). No obstante, esta categorización por lo general conduce a la ambigüedad, asociando una especie a un entorno particular, porque la vida silvestre percibe el espacio de manera diferente que los humanos (Hall. *et.al.* 1997, Lindenmayer *et al.* 2003, Morrison *et al.* 2006).

Morrison (2002) y Hall *et al.* (1997) definen el hábitat como “los recursos y las condiciones presentes en un área que afecta la ocupación por una especie”. Por otro lado otra concepción define al hábitat como la presencia de una especie, población o individuo según las características físicas y biológicas que utilizan de un área. Morrison (2002) lo limita al punto de vista de la especie, donde el hábitat es la combinación de los elementos utilizados para vivir de la misma. Por ejemplo, en el caso de las aves en lugar de clasificar el hábitat en bosques, matorrales u otras categorías predefinidas, éstas deberían ser asignadas según una combinación de estructuras y de vegetación específicas, basándose en observaciones sobre como la avifauna selecciona y utiliza su hábitat. Desde este punto de vista, el concepto de hábitat depende de la especie y es definido por la especie. Esto es importante sobre todo para la gestión de los recursos naturales ya que la confusión en el uso y aplicación de este concepto puede conducir a una mala toma de decisiones orientadas a la conservación (Morrison 2002).

2.2. El ambiente urbano

La urbanización puede ser definida como la presencia humana concentrada en entornos residenciales e industriales (Cringan y Horak 1989), donde grandes superficies son desprovistas de vegetación, pavimentadas y drásticamente modificadas (Marzluff y Ewingn 2001).

Según la ONU-Habitat 2012, la clasificación y definición de una zona urbana es una decisión de carácter administrativo, que presenta variaciones considerables entre países. Dependiendo de los casos, la definición puede ser a través de criterios numéricos censales, cualitativos o una combinación de ambos. Un criterio común, aunque muy parcial, es considerar como urbanos los asentamientos de más de 2.000 o 2.500 habitantes.

En Chile el INE (2005) entiende como “Área Urbana” a un conjunto de viviendas concentradas, con más de 2.000 habitantes (o entre 1.001 y 2.000, con el 50% o más de su población económicamente activa). Sin perjuicio de aquello, para los estudios con fines ecológicos, se entiende como centros urbanos las ciudades que concentran más de 2.500 personas (Dumouchel 1975, McKinney 2006).

A escala global, las ciudades se están expandiendo en casi todas las localidades, pronosticándose que la población humana que reside en zonas urbanas aumentará en más de un tercio durante los próximos 30 años (ONU 2004, McKinney 2006). América del Sur no escapa a la tendencia mundial de la urbanización del paisaje, observándose una sustitución de zonas rurales naturales por urbanas (Ryder y Brown 2000, Romero y Órdenes 2004, Pauchard *et al.* 2006, ONU 2009). Una de las consecuencias

que conlleva este cambio de uso de suelo, es que reemplaza las áreas nativas creando nuevos hábitat y situaciones para las especies (Leveau y Leveau 2004).

No obstante dentro de la urbe existen áreas verdes los cuales albergan especies de flora y fauna. En Chile según el MINVU (2007) se entiende como área verde una superficie de terreno destinada preferentemente al esparcimiento o circulación peatonal, conformada generalmente por especies vegetales y otros elementos complementarios. Un factor relevante a destacar es que a medida que las áreas verdes tienen un mayor tamaño, permiten una mayor diversidad y riqueza de especies vegetales, lo cual va acompañado también de una mayor diversidad de fauna (Soulé *et al.* 1988, Fernández y Juricic 2000, Kühn *et al.* 2004; Knapp *et al.* 2008), siendo sitios relevantes para el albergue de biodiversidad urbana. Además se pueden ver favorecidas por el ingreso de especies desde otros espacios verdes situados alrededor de las ciudades.

El crecimiento urbano explosivo causa diferentes amenazas, como la aceleración de la fragmentación, pérdida de hábitat y homogenización biótica, todo lo cual provoca una alteración de los ecosistemas (Medley *et al.* 1995, Collins *et al.* 2000). Gran cantidad de estudios muestran que la construcción y la expansión de las ciudades promueven la pérdida de especies nativas y que son sustituidas por especies exóticas (McKinney 2006). Por ejemplo, en Nueva York se han perdido 578 especies de plantas nativas, correspondientes al 43% de las especies originarias y han ingresado 411 especies no nativas (DeCandido *et al.* 2004). En Australia, se observa la misma tendencia, entre los años 1836 al 2002 hubo una desaparición de 89 especies de plantas nativas y la adición de 613 especies exóticas (Tail *et al.* 2005). La actividad antrópica entonces, favorece el establecimiento de especies exóticas, a menudo poniendo a las especies nativas en una desventaja competitiva. Esto define las condiciones que favorecen las invasiones de especies en función de tres variables fundamentales: disponibilidad de recursos, enemigos naturales y factores medioambientales (McKinney 2006).

2.3 La urbanización y la conservación de las aves

Entre las perturbaciones que están ocurriendo a escala global y que afectan la biodiversidad, la urbanización es considerada como la más grave (Vitousex *et al.* 1997, Pauchard *et al.* 2006, Ondine *et al.* 2008). Las ciudades son hábitats construidos casi exclusivamente para satisfacer las demandas de la población humana (McKinney 2006). Muchas actividades humanas promueven la homogenización biótica y entre ellas la urbanización destaca como una de las actividades de mayor impacto a escala de

paisaje, siendo un desafío enorme para la conservación, debido fundamentalmente a la pérdida de especies nativas (McKinney 2006) y la escasez de estudios en muchas partes del mundo.

Los paisajes urbanos más homogenizados en su estructura vegetal permiten un menor número de especies de flora y fauna, generando una menor variedad de recursos. Según algunos autores el disturbio e intensidad de la actividad humana afectan a la composición y proporción de las aves (Faggi y Perepelizin 2006, Miller *et al.* 2005). Algunos estudios indican que las áreas más urbanizadas presentan comunidades de aves similares, produciéndose una homogenización de la biota (Clergeu *et al.* 1998, Clergeu *et al.* 2001, Mckinney 2006), favoreciendo su aumento y la reducción de la riqueza de aves (Chace y Walsh 2006). Del mismo modo, hay una fuerte correlación entre el volumen y la estructura de la vegetación nativa, diversidad y riqueza de especies de aves nativas (Emlen 1974, Mills *et al.* 1989). Esta riqueza de las aves también se puede ver afectada por el aislamiento de los parques urbanos (Urquiza y Mella 2002). Los cambios de comportamiento asociados a la perturbación humana varían según las especies, en algunas situaciones las aves se habitúan a las perturbaciones (Burger y Gochfeld 1998), mientras que otras abandonan las zonas antropogenizadas.

La mayoría de los estudios de aves que habitan ambientes urbanos provienen fundamentalmente de países del hemisferio norte, mientras que en otros países, como por ejemplo en los latinoamericanos, existen pocos trabajos donde se relacione a las comunidades de aves con las características urbanas (Van Rensburg *et al.* 2009). A pesar de esto en México, en el estado de Queretaro, se han registrado las plantas urbanas que son utilizadas por las aves, además se ha reconocido la importancia de proteger pequeñas áreas periurbanas por la riqueza de avifauna existente (Pineda *et al.* 2010). En Buenos Aires y Bahía Blanca, Argentina, se han realizado estudios de la respuesta de las aves a gradientes de urbanización, indicando que el impacto de la urbe sobre los ambientes naturales podría provocar la reducción de algunas especies y favorecer la expansión de otras, además reconocen que especies poco frecuentes, menos abundantes y más sensibles al efecto de las ciudades funcionarían como buenos indicadores de calidad del ambiente urbano (Perepelizin y Faggi 2009, Germain *et al.* 2008).

2.4 Las aves urbanas en Chile

En las últimas décadas, Chile se ha convertido en un país predominantemente urbano con más del 87 % de sus 15 millones de habitantes viviendo en ciudades. INE (2005). La urbanización en Chile ha generado cambios marcados en su entorno (Cursach y Rau 2008), provocando pérdida de áreas nativas y de hábitat para la vida silvestre, y posiblemente ha homogenizado la biota de las ciudades (McKinney

2006). Cursach *et al.* (2012), por medio de una revisión bibliográfica que realizó sobre la ecología urbana en las grandes ciudades del sur de Chile, se dio a conocer la escasez de estudios sobre ecología urbana, donde los procesos de urbanización se incrementan considerablemente, desconociéndose los impactos que este fenómeno pueda generar sobre sus ecosistemas. Este estudio asimismo, reveló que los principales impactos generados por el proceso de urbanización sobre el paisaje son la contaminación de cuencas hidrográficas, contaminación atmosférica, pérdida de biodiversidad nativa y aumento de especies exóticas. Otros estudios realizados en el sur del país manifiestan que existe una menor riqueza de aves en el sector urbano y que en los sitios suburbanos o rurales la riqueza es mayor (Cursach y Rau 2008). Un trabajo realizado en Chimbarongo da conocer como una especie (*Cardues barbata*) utiliza los arboles exóticos de la ciudad para alimentarse y con ellos propagarlo (*Platanus orientalis*) (San Martín 2009). Por otra parte, investigaciones desarrolladas en la zona centro del país demostraron que la riqueza de aves aumenta en función de la cantidad de follaje de árboles, arbustos y algunas especies de árboles, particularmente arboles nativos, los que favorecerían la presencia de aves. Aún así, en general, existe poca información sobre el hábitat usado por las aves (Díaz y Armesto 2003).

2.5 Las aves urbanas en Valdivia

La ciudad de Valdivia se ha desarrollado de una forma acelerada durante los últimos años, debido a su transformación en la nueva capital regional de Los Ríos el año 2007. El crecimiento no planificado de las ciudades y su permanente expansión hacia el medio ambiente natural, ha hecho del crecimiento urbano un factor generador de graves impactos ambientales (Osorio 2009). Actualmente la ciudad cuenta con una “Ordenanza Local de Áreas Verdes” perteneciente al departamento de aseo y ornato de la Ilustre Municipalidad de Valdivia, la cual recomienda utilizar especies arbóreas nativas en las áreas verdes de la ciudad.

Valdivia, se caracteriza por presentar humedales, fragmentos de bosque y vegetación nativa dentro del radio urbano, en plazas y calles. En esta misma línea, un anterior estudio ha indicado que en las reservas naturales urbanas de la ciudad, la riqueza de especies de plantas es proporcionalmente similar entre especies exóticas y nativas (Rojas 2011). Consecuentemente, las aves responden a estos factores, como lo documenta otro estudio realizado en parques de la ciudad de Valdivia, en el sector Isla Teja, que da a conocer que los arboles nativos tienen una mayor tasa de visitas de aves que los arboles exóticos (Arteaga 2012).

El estado de conocimiento sobre los impactos de la expansión urbana está muy poco desarrollado, puesto que la mayoría de las investigaciones analizan situaciones particulares de la población humana y su economía, pero muy pocos estudios discuten las posibles consecuencias ecológicas de la expansión urbana sobre los sistemas naturales (Pauchard *et al.* 2006). De acuerdo a esto último, y por la matriz en la que Valdivia se encuentra inserta, representa una gran oportunidad para comenzar a estudiar cómo afecta la expansión urbana a los ecosistemas naturales, y en el caso de este trabajo, a las aves en particular. Para ello es importante definir qué perciben las aves como hábitat, es decir que elementos o sustratos están usando para alimentarse o refugiarse y qué relación tienen con el entorno que las rodea, para luego comparar y comprender qué elementos del ambiente urbano podrían favorecer a las aves.

3. METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio

La región de Los Ríos limita al norte con la región de La Araucanía y al sur con la región de Los Lagos. Se extiende desde el límite con Argentina por el este hasta el Océano Pacífico por el oeste. La ciudad capital de la región es Valdivia y se encuentra ubicada en el paralelo 39° 48' Sur y 73° 14' Oeste (PLADECO 2012). Presenta un clima templado lluvioso de costa occidental (Fuenzalida 1965), con precipitaciones anuales de 2.472 mm, concentrados en los meses de junio, julio y agosto, además cuenta con una temperatura media anual de 12° C (Huber 1970). Esta ciudad posee una superficie de 101.500 hectáreas y la población ha aumentado durante los últimos años, desde 122.168 habitantes para el año 1992 a 154.095 habitantes al 2012 (INE 1995, 2012). Se encuentra rodeada por extensas plantaciones de pino insigne (*Pinus radiata* D. Don) y eucalipto (*Eucalyptus* sp.) (PLADECO 2012), aunque también se pueden encontrar algunos parches de bosque nativo primario y secundario.

La ciudad cuenta con una superficie aproximada de 150 hectáreas correspondientes a áreas verdes formales, de las cuales se identifican 42 plazas y 5 parques. La paisajista Cindy Farías¹, destaca el parque Harnecker por sus diferentes estructuras vegetacionales, con grandes relictos antiguos, y la nueva plaza San Luis por estar compuesta únicamente por plantas arbóreas nativas.

¹ Comunicación personal: Cindy Farias, Paisajista de la Ilustre Municipalidad de Valdivia

3.2 Diseño de estudio

En primer lugar se identificaron 27 áreas verdes dentro de la ciudad, de las cuales posteriormente se seleccionaron 15 áreas en base a su tamaño, cobertura arbórea y cantidad de edificaciones presentes. Primero cada sitio debía tener una superficie mayor a 1964 m², de modo que permita establecer un punto de censo de aves de 25 m de radio desde el centro de la parcela, el cual es un estándar para el muestreo de aves (Hutto 1986, Willson et al. 1994). El segundo criterio, corresponde a los puntos de muestreo, los cuales debían estar separados por una distancia mínima de 200 metros, es decir, plazas cercanas entre sí no fueron escogidas. El tercer criterio está relacionado con la superficie habitacional que rodean a las áreas verdes, por lo que se escogieron sitios rodeados por edificaciones y sitios rodeados por áreas verdes, de modo de incorporar la variedad de paisajes presentes en la ciudad.

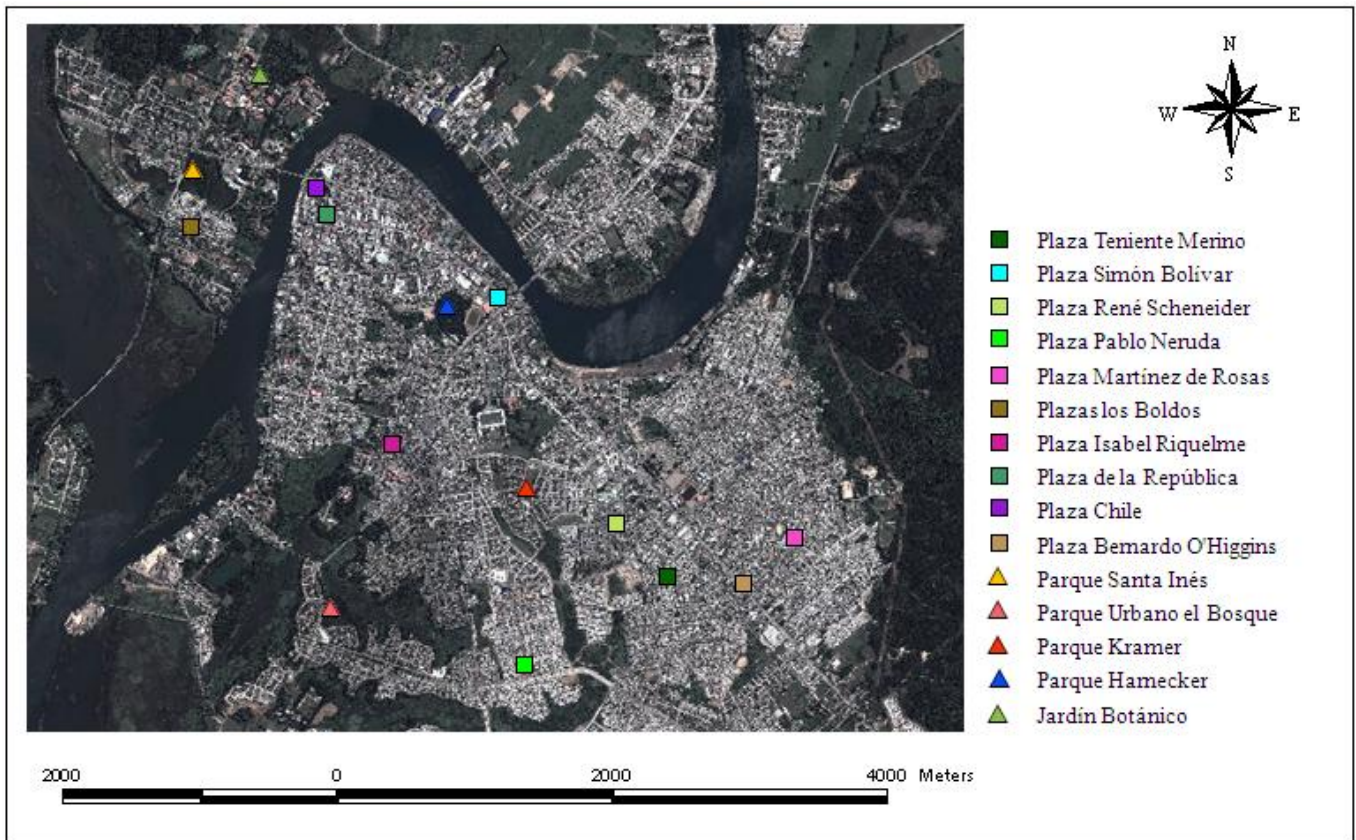


Figura 1. Distribución en Valdivia de los puntos de muestreo (5 parques y 10 plazas).

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente los puntos se definieron en terreno en función de su accesibilidad y de la seguridad para los censadores de los puntos de muestreos, evitando plazas ubicadas en zonas de alto riesgo social o zonas muy alejadas de difícil acceso. Se definieron 15 áreas verdes dentro de las cuales se estableció un punto de muestreo en cada una. Las áreas correspondieron a 5 parques y 10 plazas (Figura 1). El detalle de la ubicación de éstos, se pueden observar en el anexo 1. Para el cálculo de las superficies y distancias entre las plazas y parques se utilizó el programa *ArcViewGis 3.3* (ERSI 2002).

3.3 Censos de avifauna

Los censos de aves se realizaron entre las 8:00 y las 10:00 de la mañana, desde el 5 de octubre al 12 de noviembre del 2013, en parques y plazas de la ciudad de Valdivia, evitando los días de lluvia. Se establecieron 15 puntos de muestreo en los que se obtuvieron datos de riqueza y abundancia de aves mediante puntos de avistamiento/escucha de 25 metros de radio, durante 8 minutos (Hutto *et al.* 1986, Willson *et al.* 1994). Junto con lo anterior se registró el sustrato que utilizaba el ave al momento de ser avistada por primera vez (suelo, follaje arbóreo, cemento o construcciones) y la actividad que realizan (comer, perchar, cantar, nidificar). Cada punto fue muestreado entre 4 y 6 veces, acumulando un total de 78 censos.

Para este trabajo se entenderá el concepto de construcción a dos diferentes escalas, una pequeña de 25 metros de radio la cual abarca la infraestructura y equipamiento de las plazas o parques, refiriendo así a las bancas, basureros, postes de luz, juegos infantiles u otro elemento que puede ser utilizado por un ave, y también se refiere a las edificaciones que se encuentran fuera de las áreas verdes como construcciones habitacionales (viviendas) y edificios.

Los censadores fueron 5 personas experimentadas que estuvieron además apoyados por un ayudante. Estos ayudantes fueron estudiantes de la Universidad Austral de Chile, todos interesados por aprender a reconocer aves. Alrededor de 15 alumnos recibieron clases de identificación morfológica, identificación de cantos complementado con salidas a terreno, todo en el marco del estudio de las aves urbanas y de forma voluntaria. Durante el período de muestreo, los censadores fueron distribuidos aleatoriamente en los puntos de censo y en el orden de los censos, de modo que cada punto fuese muestreado por distintos censadores en distintos momentos, dentro del período y las horas de muestreo.

3.4 Caracterización de construcciones y vegetación

Dentro de las parcelas de 25 metros de radio se midió la altura y el volumen del follaje de todos los árboles y arbustos presentes, se definió si eran especies nativas o exóticas y en algunos casos se logró clasificar cada individuo a nivel de especie. Para estimar el volumen del follaje, se midió la altura del árbol, la altura de la primera rama, dos medidas de diámetro de la copa, y se definió si la forma del follaje era similar a un cono, a una esfera o a un cilindro, según un método modificado de Sturman (1968). Utilizando las fórmulas geométricas estándar, se estimó un volumen de copa para cada individuo (Figura 2). En cada plaza y parque además, se cuantificó la infraestructura y equipamiento como postes de luz, bancas, basureros, juegos infantiles, etc.

Además, se definió arbitrariamente un radio de 175 metros desde el centro (25 metros + 150 metros de buffer) donde se cuantificó la densidad habitacional, es decir el número de edificaciones entre viviendas y edificios, además de superficie que utilizaban este tipo de construcciones, para explorar posibles relaciones entre la presencia de aves y la matriz fuera del punto de 25 m de radio.

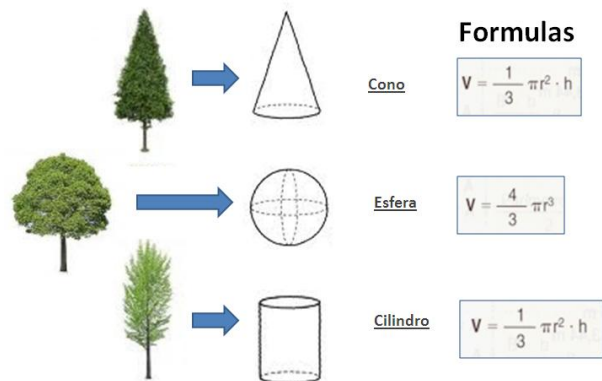


Figura 2. Fórmulas para calcular el volumen del follaje, según el método modificado de Sturman (1968).

3.5 Análisis de datos

Se evaluó el esfuerzo de muestreo en cada punto de muestreo a través de un análisis de rarefacción mediante el software *EstimateS Win 8*, posteriormente, se comparó la riqueza de especies entre sitios usando el estimador Chao 2 a partir del análisis de rarefacción. Se comparó la similitud de la composición de especies de aves entre puntos de muestreo, mediante el Cluster Análisis a través del

método de Ward. A continuación se realizó un Análisis de Regresión Múltiple para relacionar la riqueza y abundancia de aves con los atributos presentes dentro de las parcelas (25 metros de radio) tales como volumen total de follaje arbóreo, volumen exótico del follaje arbóreo, volumen nativo del follaje arbóreo y número de infraestructura, volumen del follaje del matorral y equipamiento de las áreas verdes (postes de luz, basureros, etc.). Para ello se verificó la normalidad de los datos analizando la distribución de los residuos en un gráfico de probabilidad normal PP (Lyman 1992). También se realizó un Análisis de Regresión Lineal comparando la riqueza y la abundancia de aves con el tamaño de las áreas verdes y la superficie de edificaciones (viviendas y edificios) estimada en un radio de 175 m. Finalmente, se clasificó a las aves según el tipo sustrato o hábitat que usan (árbol, suelo, cemento construcción), mediante un Cluster Análisis usando el método de Ward. Los análisis de Regresión y de Cluster se realizaron con el programa *SPSS 15.0* (SPSS IBM Inc.)

4. RESULTADOS

4.1 Riqueza y abundancia de aves

En total se registraron 18 especies de aves. La plaza con más riqueza de especies fue la Isabel Riquelme (12), mientras la que obtuvo menor número de especies fue la Plaza de la República (4) (Cuadro 1).

Las especies avistadas en más parques y plazas fueron el gorrión (*P. domesticus*, 12 sitios), la bandurria (*T. melanopis*, 12 sitios), la paloma (*C. livia*, 11 sitios), la golondrina (*T. meyeri*, 10 sitios) y el jilguero (*S. barbata*, 9 sitios). Las especies que solo se pudieron observar en un punto de muestreo son el tijeral (*L. aegithaloides*), la torcaza (*P. araucana*) y el chincol (*Z. capensis*). El nombre “Loro” fue utilizado para las especies cachaña (*Enicognathus ferrugineus*) y choroy (*Enicognathus leptorhynchus*), ya que al momento del censo no se pudo diferenciar morfológicamente ni a través de canto.

La comunidad de aves urbanas presentes en la ciudad son más que las 18 especies descritas dentro de los puntos. Fuera del radio de los 25 metros de muestreo se registró al Diucón (*Xolmis pyrope*); Loica (*Stutnella loyca*); Tenca (*Mimus thenca*) y el Zorzal (*Turdus falcklandii*), siendo un total de 22 especies de aves avistadas en la ciudad.

La mayor abundancia acumulada fue de gorriones (*P. domesticus*), seguida por las bandurrias (*T. melanopsis*), las palomas (*C. livia*) y los tiuques (*M. chimango*) con 139, 89, 67 y 61 individuos respectivamente. El área verde que presentó la mayor riqueza de aves fue la plaza Isabel Riquelme (12), seguida por el parque Santa Inés (11) y la plaza Teniente Merino (9) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Riqueza y abundancia acumulada de aves por punto de muestreo.

Nombre Científico	Nombre común																Abundancia acumulada
		JB	PH	PK	PSI	PUB	PBO	PCh	PR	PIR	PLB	PMR	PPN	PRS	PSB	PTM	
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	-	-	7	9	-	18	1	2	11	19	27	15	6	8	16	139
<i>Theristicus melanopsis</i>	Bandurria	-	4	3	10	12	10	2	1	5	11	4	-	-	7	20	89
<i>Columba livia</i>	Paloma	1	-	-	2	-	1	3	23	4	-	5	14	4	9	1	67
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	-	32	1	4	2	-	7	13	-	-	1	-	-	-	1	61
<i>Sporagra barbata</i>	Jilguero	-	-	4	5	-	2	-	-	1	-	8	15	6	1	4	46
<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	Gaviota cahuil	-	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-	4	-	2	-	30
<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina	-	1	4	-	1	2	4	-	1	6	-	2	3	-	2	26
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	3	-	-	2	-	-	-	-	5	2	-	-	-	2	4	18
<i>Enicognathus spp</i>	Loro	-	2	-	7	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	17
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	5	-	2	3	-	-	-	-	3	1	-	-	1	1	-	16
<i>Sephanoides sephaniodes</i>	Picaflor	4	1	4	1	1	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	14
<i>Elaenia albiceps</i>	Fio fio	3	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	9
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	3	-	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	7
<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
<i>Phrygilus patagonicus</i>	Cometocino	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3
<i>Caracus caraeu</i>	Tordo	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	3
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Riqueza de aves : 18	Abundancia	19	40	26	51	20	33	45	39	41	41	46	50	20	31	52	554
	Días censados	5	4	5	5	5	5	6	6	6	5	5	5	5	6	5	-

Jardín Botánico (JB), Parque Hanercker (PH), Parque Kramer (PK), Parque Urbano el Bosque (PUB), Plaza Bernardo O'Higgins (PBO), Plaza Chile (PCh), Plaza de la República (PR), Plaza Isabel Riquelme (PIR), Plaza los Boldos (PLB), Plaza Martínez de Rosas (PMR), Plaza Pablo Neruda (PPN), Plaza René Schneider (PRS), Plaza Simón Bolívar (PSB), Plaza Teniente Merino (PTM).

Cada punto de muestreo tuvo diferentes días de censo ya que no se pudo acceder a determinados parques debido al paro municipal. En el cuadro 1 se observa el número de censos que se realizaron área verde, los cuales varían entre 4 a 6 días. La curva de rarefacción se logró estabilizar con las 15 muestras que se tomaron en los parques y plazas de la ciudad de Valdivia (Figura 3).

Del total de 18 especies observadas, el estimador Chao 2 indicó que la riqueza de aves total que se podría llegar a muestrear con un mayor esfuerzo de muestreo es de 18,14 (límite inferior 15.60 y superior 33.40 del intervalo de confianza de 95%) casi estabilizando la curva de rarefacción. No obstante los censos fueron insuficientes por plaza por día, demostrando que se podrían llegar a encontrar más aves

en las diferentes plazas y parques por separado, lo que se puede mejorar realizando más días de censos por cada punto (Anexo 2).

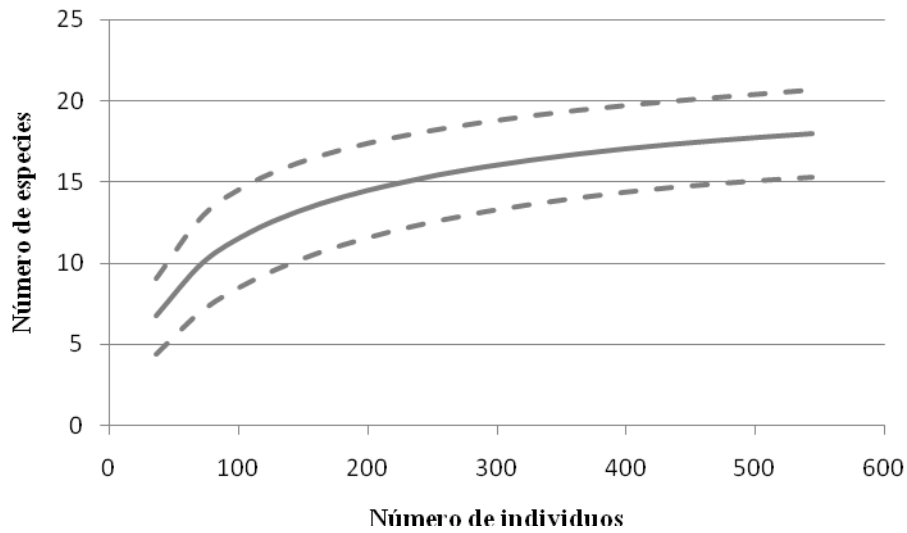


Figura 3. Estimación de la riqueza de especies de aves en áreas verdes de la ciudad de Valdivia. Datos tomados desde el 5 de octubre al 12 de noviembre del 2013.

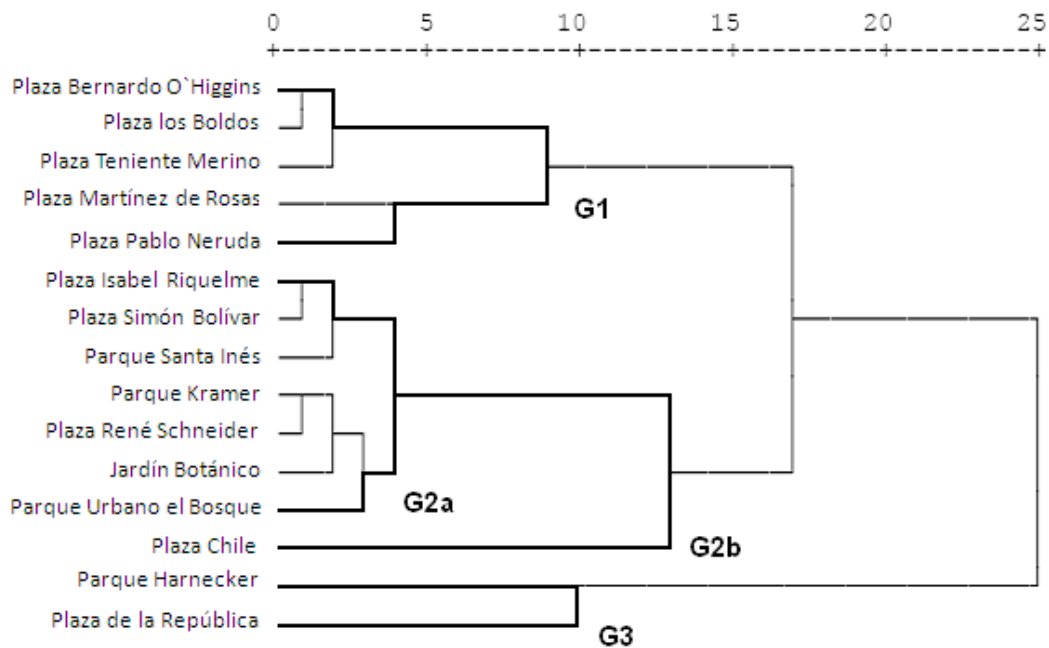


Figura 4. Análisis de Similitud de especies de aves en áreas verdes de la ciudad de Valdivia, se observan tres grupos G1; G2 el cual se divide en a y b; y el último G3.

En la figura 4 podemos observar la similitud de las especies de aves en las áreas verdes, el grupo G1, tiene especies como la bandurria (*T. melanopis*), la golondrina (*T. meyeri*), el jilguero (*S. barbata*) y la paloma (*C. livia*). El grupo G2_a presenta especies como la bandurria (*T. melanopis*), el gorrión (*P. domesticus*), el jilguero (*S. barbata*) y el queltehue (*V. chilensis*), especies que comparte con el grupo G2_b pero este último grupo presenta una gran cantidad de gaviotas (*Ch. maculipennis*), haciendo la diferencia entre los grupos. El grupo G3 presenta especies como la bandurria (*T. melanopis*) y el tuique (*M. chimango*).

4.2 Caracterización de construcciones y vegetación

La superficie total de las áreas verdes muestreadas es de aproximadamente 402.686 m². Los parques poseen una superficie notoriamente mayor a las plazas, el sitio de mayor tamaño es el Jardín Botánico de la Universidad Austral de Chile, que cubre 130.180 m² y la plaza Bernardo O'Higgins la más pequeña con 2.008 m² (Cuadro 2). Las plazas presentaron distinto volumen de follaje arbóreo, dominados por especies exóticas las cuales representaron un 61% del follaje total. Las especies nativas en cambio, representaron el 39% de este. En general los sitios presentaron poco matorral. Se observó solo en 7 áreas verdes el estrato de matorral, donde la Plaza de la República se destacó por poseer la mayor cobertura con un 33 % del total de matorral estimado para todos los sitios.

El sitio que presenta mayor vegetación nativa es el Parque Urbano el Bosque, seguido por la plaza Isabel Riquelme y el Parque Harnecker. La plaza de la República solo presenta especies exóticas, y la plaza Pablo Neruda no presenta ningún tipo de vegetación (Cuadro 2). Por otra parte, la Plaza de la República posee la mayor cantidad de infraestructuras y equipamiento (Poste de luz, bancas, basureros, etc), seguida por el Parque Harnecker. La plaza Teniente Merino es la única que presenta solo una construcción (poste de luz). En general, todas las plazas y parques presentan algún tipo de infraestructura y equipamiento, las más frecuentes son los postes de luz, basureros y juegos infantiles finalmente en una menor medida las máquinas de ejercicios (Anexo 3).

Cuadro 2. Características de las distintas plazas y parques estudiados en la ciudad de Valdivia.

Parques y plazas	Superficie total (m2)	Volumen total (m3)	Volumen nativo (m3)	Volumen exótico (m3)	Volumen matorral (m3)	Estructuras Antropicas	Superficie habitacional (m2)	Densidad habitacional
Jardín Botánico	130180	1423	134	1289	28	3	13834	22
Parque Urbano el Bosque	71908	10348	10348	0	79	3	4344	51
Parque Santa Ines	62336	3775	610	3166	0	11	5405	52
Parque Kramer	20926	894	17	877	0	4	17797	208
Plaza Pablo Neruda	6209	0	0	0	0	26	29329	482
Plaza Teniente Merino	5651	1869	260	1609	0	1	29920	293
Plaza de la Republica	4667	905	0	905	118	63	44191	116
Plaza Isabel Riquelme	4230	7253	1438	5815	88	7	22405	170
Plaza los Boldos	3806	308	0	307	0	11	27015	288
Plaza Chile	2999	808	180	628	6	10	25167	62
Plaza Rene Scheneider	2516	1224	51	1173	22	5	27569	314
Plaza Bernardo O'higgins	2008	1927	70	1857	20	18	25448	261
Parque hamecker	68139	2033	1207	826	0	27	7289	115
Plaza Simon Bolivar	9228	1085	122	963	0	14	13864	71
Plaza Martinez de Rosas	7885	1858	38	1820	0	19	25540	348
Total	402686	35710	14475	21234	362	222	319117	2853

Existe una relación entre la densidad edificaciones con la superficie que utilizan las construcciones. La Plaza de la República, la Plaza Chile y el Jardín Botánico están rodeados por una mayor superficie de edificaciones, con 44.191 m², 25.167 m² y 13.834 m² respectivamente, saliendo de la tendencia, debido a que presentan pocos edificios de gran tamaño. Esta tendencia también se observa en algunas plazas, es el caso de la Plaza Isabel Riquelme y la Plaza Simón Bolívar (Cuadro 2).

4.3 Relación de las aves, la vegetación y las construcciones

4.3.1 Relación de la riqueza de aves con la vegetación y construcciones

Antes de realizar la regresión múltiple, se verificó la normalidad de los datos usando un gráfico de probabilidad normal sobre los residuos. Este gráfico mostró que los datos se ajustan a una distribución normal (Anexo 4)

El Análisis de Regresión Múltiple entre la riqueza de especies de aves versus volumen de follaje arbóreo total, volumen de follaje arbóreo nativo, volumen de follaje arbóreo exótico, volumen de follaje de matorral y el número infraestructura y equipamiento (columpio, poste de luz, etc.), mostró

que sólo el volumen del follaje de árboles exóticos se relacionó significativamente con la riqueza de aves ($R= 0,785$; $p=0,005$, Cuadro 3). Las otras variables no presentaron ninguna relación significativa ($R < 0,25$; $p > 0,334$; Cuadro 3). La variable volumen de follaje arbóreo total fue excluida del análisis ya que se autocorrelacionaba con la variable volumen del follaje nativo (Tolerancia 0,34).

El tamaño de las áreas verdes no se relaciona con la riqueza de aves ($R^2= -0,060$; $F_{1,13}=0,205$; $p=0,657$, Cuadro 4); con una significancia mayor a 0,05, no encontrándose una relación entre estas variables, con respecto a la superficie de edificación estimada en un radio de 175 m y la riqueza de aves, tampoco se encontró una relación entre las variables, siendo el valor de $R^2=0,074$; $F_{1,13}=2,131$; $p=0,168$ (Cuadro 5).

Cuadro 3. Regresión lineal múltiple entre la riqueza de aves y el volumen de la vegetación arbórea (nativa y exótica), volumen de matorral y construcciones antropicas.

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
		B	Error típ.	Beta (R)	T	P
1	(Constante)	6.787	0.881		7.705	0.000
	Volumen nativo	0.000	0.000	0.258	1.015	0.334
	Volumen exótico	0.001	0.000	0.785	3.557	0.005
	Volumen matorral	-0.013	0.017	-0.219	-0.759	0.465
	Infraestructura y equipamiento	-0.035	0.038	-0.234	-0.921	0.379

Cuadro 4. Regresión lineal entre la riqueza de aves y el tamaño de los parques y plazas

Análisis de la varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	P
Regresión	1	1.164	1.164	0.205	0.657
Residuos	13	73.768	5.674		
Total	14	74.933			

Cuadro 5. Regresión lineal entre la riqueza de aves y la superficie habitacional.

Análisis de la varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	p
Regresión	1	10.556	10.556	2.131	0.168
Residuos	13	64.377	4.952		
Total	14	74.933			

4.3.2 Relación de la abundancia de aves con la vegetación y construcciones

A través de un gráfico de probabilidad normal sobre los residuos se verifico la normalidad de los datos. Este grafico mostró que los datos se ajustan a una distribución normal (Anexo 5).

El Análisis de Regresión Múltiple entre la abundancia de especies de aves versus volumen de follaje arbóreo total, volumen de follaje arbóreo nativo, volumen de follaje arbóreo exótico, volumen de follaje de matorral y el número de infraestructuras y equipamiento (columpio, poste de luz, etc.), reveló que el volumen del follaje de matorral se relacionó significativamente con la abundancia de aves ($R = -1,170$; $p = 0,007$, Cuadro 6). La otras variables que se relacionaron con la abundancia significativamente fueron el número de construcciones antrópicas ($R = 0,918$; $p = 0,013$, Cuadro 6) y el volumen de follaje exótico ($R = 0,59$; $p = 0,031$; Cuadro 6) la variable volumen de follaje arbóreo nativo no presento una relación significativa ($R = 0,483$; $p = 0,141$; Cuadro 6). La variable volumen de follaje arbóreo total fue excluida del análisis ya que se autocorrelacionaba con la variable volumen del follaje nativo (Tolerancia $-0,19$).

El tamaño de las área verdes (parques y plazas) no se relaciona con la abundancia de aves ($R^2 = 0,064$; $F_{1,13} = 0,151$; $p = 0,703$; Cuadro 7); con una significancia mayor a $0,05$, no encontrándose una relacion entre estas variables. Con respecto a la superficie de las edificaciones estimada en un radio de 175 m y la abundancia de aves, tampoco se encontró una relación entre estas variables ($R^2 = -0,063$; $F_{1,13} = 0,168$; $p = 0,688$, Cuadro 8).

Cuadro 6. Regresión lineal múltiple entre la variable dependiente de abundancia de aves y el volumen de la vegetacion arborea (nativa y exotica), volumen de matorral y construcciones antropicas.

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
	B	Error típ.	Beta (R)	T	P
1 (Constante)	4.888	1.088		4.492	0.001
Volumen nativo	0.000	0.000	0.483	1.599	0.141
Volumen matorral	-0.073	0.021	-1.170	-3.414	0.007
Infraestructuras y equipamiento	0.141	0.047	0.918	3.037	0.013
Volumen exótico	0.001	0.000	0.659	2.515	0.031

Cuadro 7. Regresión lineal entre la abundancia de aves por área verde y el tamaño estas áreas.

Análisis de varianza					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Regresión	1	0.934	0.934	0.151	0.703
Residuos	13	80.223	6.171		
Total	14	81.158			

Cuadro 8. Regresión lineal entre la abundancia de aves por área verde y la superficie habitacional calculada en un radio de 175 m desde el centro de la parcela de censo.

Análisis de varianza					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Regresión	1	1.035	1.035	0.168	0.688
Residuos	13	80.122	6.163		
Total	14	81.158			

4.4 Uso del hábitat

Cuadro 9. Actividad de las especies de aves en los árboles presentes en los parques y plazas de la ciudad de Valdivia.

Nombre científico	Actividad Nombre común	Perchar		Comer		Cantar		Nidificar		Total
		Exótico	Nativo	Exótico	Nativo	Exótico	Nativo	Exótico	Nativo	
<i>T. melanopis</i>	Bandurria	16	15	-	-	4	2	14	1	52
<i>P. domesticus</i>	Gorrión	12	14	7	-	3	-	-	-	36
<i>M. chimango</i>	Tiuque	15	18	-	10	-	-	-	-	43
<i>T. aedon</i>	Chercán	7	2	-	-	2	-	-	-	11
<i>S. barbata</i>	Jilguero	5	-	-	-	2	2	-	-	9
<i>Enicognathusn spp</i>	Loro	2	9	4	-	-	-	-	-	15
<i>E. albiceps</i>	Fio fio	1	-	-	-	4	-	-	-	5
<i>A. paarulus</i>	Cachudito	3	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>P. patagonicus</i>	Cometocino	2	-	-	-	-	1	-	-	3
<i>C. caraeus</i>	Tordo	2	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Z. capensis</i>	Chincol	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>C. livia</i>	Paloma	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>L. aegithaloides</i>	Tijeral	-	-	-	-	1	-	-	-	1
	Total	66	58	12	10	16	5	14	1	182

Las cifras corresponden a la abundancia acumulada de los datos brutos por especies, que fue avistada en un rango de 25 metros de radio, en árboles exóticos.

Del universo de 554 individuos de aves observadas en este estudio, 198 fueron avistadas en el dosel de los arboles, 56% en especies de árboles exóticos y un 44% en especies nativas. Especies como el picaflor y la torcaza solamente se vieron en arboles nativos. La principal actividad que las aves realizaron en los arboles (nativo y exótico) fue perchar en un 68%, seguida de comer con un 15%, cantar con un 9% y nidificar en un 8% (Cuadro 9).

La bandurria es la única ave que se vio nidificando en árboles exóticos, específicamente en pinos de gran tamaño. Las especies que se alimentaron de la vegetación exótica fueron gorriones, loros, bandurrias y chincoles. Las otras especies de aves sólo utilizan los árboles exóticos para perchar o cantar (Anexo 6).

4.5 Sustrato utilizado por las aves

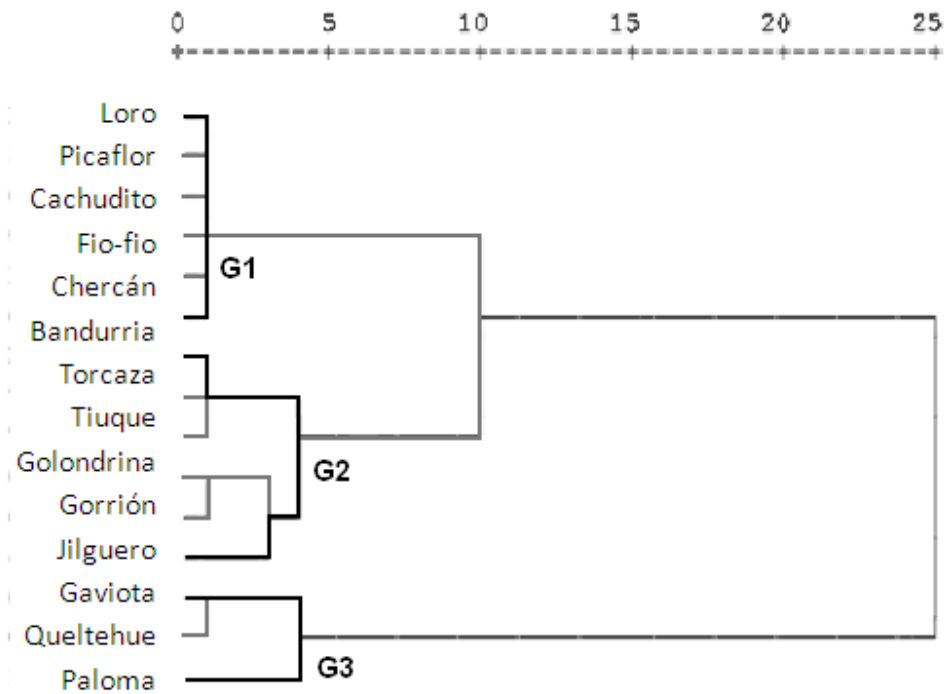


Figura 5. Agrupación de las aves con respecto al sustrato que utilizan en los parques y plazas de la ciudad de Valdivia, divididas en tres grupos G1: solo arboles, G2: principalmente en el suelo y G3: arboles, suelo, construcción y cemento.

Según el Cluster Análisis se logró agrupar a las aves en 3 categorías dependiendo de sustrato que éstas utilizaron (Figura 5). Las avistadas en el grupo G1 fueron aves observadas un 100% en árboles; las del grupo G2 un 67% fueron avistadas en el suelo, seguidas en un 23% visto en las infraestructuras

y equipamientos de las áreas verdes (poste de luz, cables, etc.) y en un 7% se vieron en el cemento, finalmente, sólo un 3% se avistaron en el follaje arbóreo. En el grupo G3 las aves fueron avistadas principalmente en árboles con un 51%, seguida por avistamientos en el suelo en un 30%, en equipamiento e infraestructuras con un 18%, y solo en un 1% se observaron aves en el cemento (Anexo 6).

5. DISCUSIÓN

Los resultados muestran que existen más de 18 especies de aves en la ciudad, las cuales están asociadas principalmente a la vegetación exótica y que factores como volumen de vegetación nativa, matorral o infraestructuras y equipamiento de las áreas verdes como postes, bancas, etc., no afectan la riqueza de especies. Sin embargo, la vegetación arbórea exótica, el número de construcciones y el volumen del follaje del matorral si influyen en la abundancia de aves. En total se censaron 554 individuos de aves en donde se destacan especies como el gorrión (139), la bandurria (59) y la paloma (67). Con respecto al uso del hábitat, las especies responden diferencialmente a la presencia de distintas sustratos (árboles, suelo, construcciones y cemento) en cada plaza. Los resultados indican que las plazas son sitios importantes para las aves y que el sustrato y disposición de la vegetación pueden influir fuertemente en la presencia de las distintas especies.

5.1 Riqueza de especies en parques y plazas de Valdivia

La riqueza de aves descritas en el presente trabajo corresponde aproximadamente al 50% de aves avistadas en estudios similares realizados en la zona centro del país. Díaz y Armesto (2003) registraron 18 especies de aves y Estados (1995) un total de 17 especies, un número similar al hallado en este trabajo (Cuadro 1). Estudios realizados en parques urbanos de la ciudad de Osorno presentan una riqueza total de 34 especies (Cursach y Rau 2008), de las cuales 14 fueron encontradas en este estudio, sólo representando el 41% de estudios realizados en otros parques. Trabajos de Arancibia (2012) y datos no publicados de Godoy y Díaz obtenidos en bosques nativos del Fundo Llancahue, ubicado a 10 km de la ciudad de Valdivia, dominado por bosques siempreverde (Eugenin 2004), han encontrado un total de 20 a 22 especies de aves, de las cuales un 75% de las aves corresponden a las encontradas en

éste trabajo (Cuadro 1). Solamente las especies como el gorrión, la paloma y la gaviota cáhuil fueron las especies que no corresponden a la vegetación del bosque nativo. Las aves asociadas al sotobosque como el Chucao (*Scelorchilus rubecula*, Willson *et al.* 1994) no fueron registradas en la ciudad. Finalmente se puede decir que las aves encontradas habitan en los ambientes silvestres cercanos a la ciudad, donde una parte importante de las especies de la zona fueron registradas en los parques y plazas de Valdivia.

5.2 Aves, vegetación y construcciones

Se observó una relación positiva entre la riqueza y la abundancia de aves con el volumen de follaje arbóreo exótico (Cuadro 3), lo que también encontraron Díaz y Armesto (2003) en Santiago de Chile. Estos autores indicaron que la riqueza de especies de aves aumenta significativamente cuando aumenta la cantidad de follaje de los árboles. Esto se puede relacionar a que las plazas y parques estudiados están principalmente dominados por follaje exótico y las aves (60% de las áreas verdes estudiadas están cubiertas por follaje exótico y en un 40% de nativo; ver detalles en el cuadro 2).

Las aves responden a la disponibilidad de hábitat presentes en las áreas verdes urbanas. Según Germain *et al.* 2008 las áreas urbanas están siendo dominadas por arboles exóticos, lo que explicaría la presencia de especies de aves asociadas al follaje de los bosques, pero abre la discusión de si las aves están prefiriendo a alguna especie vegetal exótica por sobre alguna nativa. En el sitio de estudio, las especies nativas y las exóticas estaban mezcladas en muchas plazas y parques. Estudios en México y Chile dan a conocer que determinadas especies utilizan este tipo de vegetación (Pineda *et al.* 2010, San Martín 2009), siendo un punto que debe ser estudiado con mayor profundidad para entender las preferencias de las aves dentro de ambientes urbanizados.

Las aves avistadas en los sustratos arbóreo son aves que usan el dosel principalmente para perchar, en menor medida para alimentarse y escasamente para nidificar (Cuadro 9).

Este estudio encontró resultados similares que corresponden a hallazgos encontrados en otros lugares. Un estudio realizado en Bahía Blanca, Argentina por Germain *et al.* (2008) dio a conocer que la mayoría de las aves observadas recurrieron a los arboles como perchas para posarse, utilizando las especies más comunes en el área de estudio, las cuales correspondían a especies exóticas.

La plaza de la República que presenta el mayor volumen de matorrales se ubica en el centro de la ciudad, rodeada por grandes construcciones como edificios, dificultando el flujo de aves que podrían

llegar a utilizar esta vegetación. Sin embargo, la estructura que proveen los matorrales puede, de cualquier manera, ser importante para la presencia de aves. Pineda (2009) ha registrado que los matorrales densos dan protección y alimento a determinadas especies de aves, así mismo Estades (1995), en estudios realizados en Santiago de Chile, da a conocer que los arbustos juegan un rol importante en la riqueza de avifauna, y lo relacionó directamente con la vegetación natural que rodea a la ciudad de Santiago, sin embargo este estudio dio a conocer en las áreas verdes de Valdivia existe una relación que a mayor volumen de matorral mayor abundancia de aves (Cuadro 6).

Algunos estudios han demostrado que la riqueza de aves disminuye con el nivel de urbanización (Clergeu *et al.* 1998, Clergeu *et al.* 2001, Leveau y Leveau 2004, Mckinney 2006). Sin embargo, los resultados de este estudio no muestran una relación entre la riqueza o abundancia de aves y la superficie edificaciones que rodea el punto de muestreo o áreas verdes (regresión lineal; cuadro 5 y 8). Esto implica que en la ciudad de Valdivia, las aves pueden responder a una escala pequeña. Valdivia está rodeada de ambientes silvestres donde la distancia entre áreas verdes urbanas y ambientes naturales es menor a 1 km, por lo cual efectos asociados a la distancia o a la fragmentación pueden ser notablemente menores o no existir, comparados con lo que ocurre en ciudades grandes. Esto implica que la cercanía a espacios rurales, la presencia de corredores o de una matriz permeable a muchas especies permitiría a las aves colonizar los espacios verdes dentro de las ciudades.

La riqueza ni abundancia de aves no respondió a la cantidad infraestructuras y equipamiento de las plazas y parques antrópicas (columpios, bancas, etc.) ver detalles en los cuadros 6 y 3. La magnitud y volumen de un árbol es mayor que el volumen y espacio que utilizan las infraestructuras de plazas y parques. No se observó a las aves refugiarse o nidificar en esas construcciones (Bancas, basureros, postes de luz, etc.), la mayoría fue usada sólo como percha (Cuadro 9). Por ello, estas pueden no ser relevantes para las aves, sobre todo en comparación a la magnitud de un árbol, pero si son sitios primordiales para perchar y con ello aumentar la abundancia de aves presentes por áreas verdes.

Algunos autores destacan que la riqueza y la abundancia de especies de aves en los parques urbanos puede verse afectada por el tamaño del parque (Soulé *et al.* 1988; Fernández y Juricic 2000). Este estudio no encontró una relación entre los tamaños de parques y plazas analizadas con la riqueza y abundancia de avifauna (Cuadros 4 y 7). Los trabajos citados asumen que los parques y plazas pueden ser considerados como “fragmentos” o “islas” dentro de una matriz urbana inhóspita (Ej. Estades 1995; Osorio y Molina 2009). Esta visión no considera lo que las aves perciben como hábitat. Posiblemente la

mayoría de las aves no perciben fragmentación, ya que el follaje de los árboles es un continuo en calles, plazas, parques y jardines por sobre las construcciones humanas.

Según Blair 1996, Leveau y Leveau 2004, estudios han demostrado que los cambios en la composición de la vegetación pueden alterar los patrones de la comunidad de aves en las áreas urbanas y suburbanas. Tal como en este estudio se encontró la relación entre las aves a el volumen de la vegetación exótica para la riqueza y abundancia de aves, pero cabe destacar que las aves también responden a otros efectos de la urbanización, tales como la contaminación, el ruido del tráfico o los animales domésticos (Gilbert 1989) que pudieron ser influyentes en los resultados y que no fueron analizados.

5.3 Aves y sustratos presentes en las áreas verdes

Las aves más abundantes como el gorrion (139 individuos) no se encontraron en todas las plazas (Cuadro 1), más bien estaban en áreas verdes cercanas a construcciones habitaciones, donde había cemento y basuras de origen antrópica. Algo similar ocurrió con la paloma doméstica. Ambas especies son capaces de utilizar los recursos brindados por los humanos en forma directa en donde nidifican en construcciones como aleros en edificios y techos de casas, siendo comunes en muchos otros centros urbanos (Blair 1996, Leveau y Leveau 2004, Faggi y Perepelizin 2006). La bandurria en cambio se alimenta en praderas y anida en árboles de gran altura (Jaramillo 2003), en parques y plazas se le vio anidando en grandes pinos, posiblemente el denso y frondoso follaje del pino representa un buen refugio para esta especie y ello podría explicar parte de la asociación entre las aves y la vegetación exótica. Otra especie muy abundante en Valdivia fueron los tiuques. Esta especie, debido a su variada dieta, habita en ciudades; cultivos y zonas abiertas (Jaramillo 2003). En Valdivia fue la especie más abundante del Parque Hanecker. El tiuque es un ave muy generalista, donde recursos presentes en la ciudad como la basura, los desechos de pescado de la Feria Fluvial y las abundantes lombrices de los jardines subsidian a estas aves, las que se refugian y nidifican en las copas de los árboles, posibilitándole estar es plazas con espacios abiertos al igual que en plazas con el dosel frondoso y cerrado. Otras especies como el fio fio siempre estaban asociadas al follaje, y fueron ausentes de plazas sin follaje.

Un caso particular representa la gaviota cáhuil. Esta especie, como todas las gaviotas presenta una gran capacidad de desplazamiento, y los sustratos específicos presentes en las áreas verdes no afectan

la llegada de esta especie, la cual requiere aparentemente sólo de espacios abiertos para instalarse. Valdivia está a 20 km de la costa, y rodeada por sistemas fluviales, permitiendo la llegada de esta ave a cualquier parte donde pueda encontrar alimento, posiblemente del más variado tipo, como desechos, lombrices y ha sido observada consumiendo frutos de cerezo y hasta basura (Díaz, comunicación personal²).

En la ciudad las aves que habitan los arboles pueden percibir el follaje de las copas como un hábitat más continuo por sobre las calles y casas. En cambio, las aves que habitan el suelo se enfrentan a un ambiente fragmentado por calles y casas, lleno de barreras, como avenidas transitadas, y con depredadores, tales como gatos y perros domésticos. Por lo tanto, las especies con mayores probabilidades de sobrevivir en los ambientes urbanos son las aves de follaje y las aves de arboles-suelo (Díaz y Armesto 2003), ya que el impacto de la urbanización podría provocar la extinción local de las especies que anidan en el suelo y la colonización, y consecuente expansión geográfica de especies que anidan en arboles (Leveau y Leveau 2004).

Según este estudio, las aves de Valdivia son principalmente las que utilizan el follaje en combinación con el suelo para sobrevivir, en una menor cantidad existen aquéllas que utilizan las edificaciones e infraestructuras y equipamiento como hábitat (Figura 5). La cantidad de follaje y la composición de los arboles se relaciona con la riqueza de avifauna. Así, el número de especies de aves aumenta en la medida en que aumenta el follaje de la vegetación, particularmente si existen especies preferidas por las aves (Díaz y Armesto 2003). Un estudio de Arteaga (2012) realizado en la ciudad de Valdivia muestra que las aves silvestres visitaron 10 veces más a los árboles nativos que a los exóticos, pero de todos modos utilizaban los árboles exóticos.

En este estudio la flora exótica parece favorecer la presencia de las aves. Cabe destacar que algunas especies muy abundantes como la bandurria nidifican en árboles exóticos, y que en los censos en varias plazas la flora nativa y la exótica estaban juntas, por lo tanto en esas plazas no se distinguieron los efectos separados de las distintas floras.

Los resultados de este estudio muestran que la flora dominante en las ciudades, como es la flora de origen exótico, es utilizada y puede tener un efecto positivo sobre la riqueza y abundancia de aves. Probablemente las aparentes contradicciones entre este estudio y los trabajos previos requieran definir qué especies exóticas son las usadas y cómo son usadas por las aves. Las especies presentes en Valdivia no representan la generalidad de las ciudades en Chile, más bien es un caso particular donde

² Observación personal: Dr. Iván Díaz, académico de la universidad Austral de Chile

existen remanentes importantes de flora nativa mezclada con vegetación exótica. Definir que flora es usada y cómo es usada por las diferentes especies de aves permitirá avanzar en un mejor diseño de parques y plazas que permita la conservación de la avifauna en esta ciudad.

5.4 Consecuencias para la conservación

Estos resultados muestran que las aves usan los ambientes urbanos, que están asociadas a combinaciones de sustratos como la presencia de suelo y árboles (Figura 5) y que usan la vegetación de la ciudad, caracterizada por flora exótica (Cuadro 3), además de la abundancia de las aves responde al volumen de matorral (Cuadro 6) por lo cual sería posible conservar la avifauna en esta ciudad.

Las diferencias con otros autores (Díaz y Amento 2003, Emlen 1974, Mills *et al.* 1989) que sugieren plantar más flora nativa no necesariamente van en contra de estos resultados, ya que una mayor diversidad de estructuras vegetales o sustratos dentro de la ciudad favorecería, posiblemente, de manera positiva la presencia de aves.

Se requiere que estudios posteriores se enfoquen en definir cómo y cuáles especies de flora (nativa y exótica) son utilizadas por la avifauna en la ciudad para definir mecanismos más específicos que permitan entender cómo las aves usan este entorno, como el ejemplo de México en donde identificaron las plantas útiles para la aves, tanto nativas como exóticas dentro de la ciudad (Bautista 2013). En Chile por ejemplo, los jilgueros se alimentan de semillas y frutos de especies exóticas (San Martín 2009) tal como el plátano oriental (*Platanus orientalis*) y las bandurrias nidifican exitosamente en especies exóticas. Dado el tamaño y las condiciones de la ciudad, es posible que conservando y ampliando las áreas verdes las aves actualmente comunes puedan seguir siendo frecuentes/abundantes en un escenario futuro de expansión urbana y crecimiento poblacional. Conocer como la flora favorece a especies específicas podría contribuir a aumentar la riqueza de fauna o al menos a mantener la riqueza actual en un escenario de crecimiento urbano, donde una gran diversidad de aves ya habita esta ciudad.

6. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos no apoyan las hipótesis propuestas, ya que la riqueza y abundancia de especies de aves no fue mayor en puntos con mayor vegetación nativa, no responde al tamaño de las

plazas ni tampoco a la construcción habitacional. La riqueza y abundancia de aves sí respondieron al mayor volumen de vegetación exótica y las especies avistadas la utilizaron principalmente para perchar, en menor medida para comer y solo una especie la utilizó para nidificar. Con respecto a la riqueza de aves no respondió a los sectores dominados por construcción habitacionales, no obstante la plaza de la república, la que tiene la mayor superficie habitacional, fue el área que presentó menor riqueza de aves. Finalmente la avifauna no respondió al tamaño de las plazas.

Sin embargo, estos resultados muestran una gran riqueza y abundancia de especies en las plazas, sugieren que es posible conservar avifauna con flora exótica en las ciudades y abre muchas nuevas preguntas, sobre las asociaciones específicas entre la flora y las aves y como debería ocurrir el crecimiento de la ciudad para que la gran riqueza actual pueda seguir existiendo y quizás aumentando en el futuro. Posiblemente incrementando no sólo la vegetación, sino también cierta heterogeneidad como sitios con arbustos (ya que la abundancia de aves si respondió al volumen del follaje del matorral) con espacios abiertos, dosel cerrado, árboles multietáneos y estructuras antrópicas para percharse se podrían favorecer a otras especies de aves en su riqueza o abundancia.

La Ordenanza Local de Áreas Verdes de la Ilustre Municipalidad de Valdivia apunta al desarrollo de áreas verdes dotadas principalmente por vegetación nativa y recientemente se generó la primera plaza en Valdivia que solo presenta vegetación arbórea nativa, en Villa San Luis. Los siguientes estudios podrían enfocarse en definir qué y cómo especies de avifauna utilizan el entorno, en donde el sistema de áreas verdes se puede complementar con estudios como estos.

Es necesario dar a conocer a la ciudadanía la importancia de cuidar los árboles dentro de los parques y plazas, ya que ellos albergan una variada cantidad de aves nativas, las que además son fáciles de avistar en diferentes áreas verdes de la ciudad. Estas aves cumplen roles importantes a nivel ecosistémicos como la dispersión de semillas o control de plagas y a nivel antrópica, potencian la belleza escénica y el turismo de intereses especiales.

Es imprescindible, por lo tanto, generar conciencia a través de la educación principalmente. Durante la realización de este estudio, se trabajó generando instancias de aprendizaje sobre la avifauna con niños y adultos en diferentes parques y plazas, a través de juegos didácticos. Es preciso entregar los conocimientos generados en este tipo de investigación a la sociedad en general, ya que como dice el slogan del Parque Urbano El Bosque “conocer es proteger y proteger es conservar” (Anexo 7).

REFERENCIAS

- Arteaga K. 2012. Árboles nativos versus árboles exóticos en ambientes urbanos ¿cuales son más visitados por las aves silvestres en parques urbanos de Valdivia?. Tesis de Licenciatura en Ciencias. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.
- Bautista L. 2013. Manual de las plantas útiles para las aves en la ciudad de Queretato. Queretato, México. Universidad Autónoma de Queretato, Facultad de Ciencias Naturales. 65 p.
- Burger J, M Gochfeld. 1998. Effects of ecotourists on bird behavior at Loxahatchee National Wildlife Refuge, Florida. *Environmental Conservation* 25(1): 13–21.
- Blair R. 1996. Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications* 6: 506-519.
- Collins J, A Kinzig, N Grimm, W Fagan, D Hope, J Wu, W Borer. 2000. A new urban ecology. *American Scientist* 88(1): 416–425.
- Cursach J, J Rau. 2008. Influencia de las perturbaciones humanas sobre la diversidad del ensamble de aves costeras en el seno de Reloncaví, sur de Chile. *Boletín Chilenos de Ornitología* 14(2): 92-97.
- Cursach J, J Rau, C Tobar, J Ojeda. 2012. Estado actual del desarrollo de la ecología urbana en grandes ciudades del sur de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande* 52(1):57-70.
- Chance J, J Walsh. 2006. Urban effects on native avifauna. *Landscape and Urban Planning* 74(1): 46-69.
- Clergeau P, J Savard, G Mennechez, G Falardeau. 1998. Bird abundance and diversity along an urban-rural gradient: a comparative study between two cities on different continents. *Condor* 100(3): 413–425.
- Clergeau P, J Jokimaki, J Savard. 2001. Are urban bird communities influenced by the bird diversity of adjacent landscapes?. *Journal of Applied Ecology* 38(5): 1122–1134.
- Cringan A, G Horak. 1989. Effects of urbanization on raptors in the western United States. Proceedings of the Western Raptor Management Symposium and Workshop, National Wildlife Federation, Washington, DC. EE.U. 219–228.
- Decandio R, A Muir, A Gargiullo. 2004. A first approximation of the historical and extant vascular flora of New York City: implications for native plant species conservation. *Journal of the Torrey Botanical Society* 131(3): 243-351.
- Díaz I, J Armesto. 2003. La conservación de las aves silvestres en ambientes urbanos de Santiago. *Ambiente y desarrollo* 19(2): 31-38.

- Dumouchel, J. 1975. Dictionary of Development Terminology. New York, EE.UU. McGraw-Hill. 278 p.
- Eugenin C. 2004. Propuesta de ordenación para la subcuenca del estero Llancahue, Comuna de Valdivia, X Región de los Lagos. Tesis de Ingeniería Forestal. Temuco, Universidad Católica de Temuco, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. 176 p.
- Emlen T. 1974. An urban bird community in Tucson, Arizona: derivation, structure, regulation. *The Condor* 76(2): 184–197.
- Estades C. 1995. Aves y vegetación urbana: el caso de las plazas. *Boletín Chilenos de Ornitología* 2(1): 7-13.
- Estades C, A Temple. 1999. Temperate-forest bird communities in a fragmented landscape dominated by exotic pine plantations. *Ecological Applications* 9(2):573-585.
- Faggi A, V Perepelizon. 2006. Riqueza de aves a lo largo de un gradiente de urbanización en la ciudad de Buenos Aires. *Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia* 8(2): 289-297.
- Fernández J. 2000. Bird community composition patterns in urban parks of Madrid: The role of age, size and isolation. *Ecological Research*, 15: 373-383.
- Fuenzalida H. 1965. Clima. In Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) ed. Geografía económica de Chile. Santiago, Chile. 99-152 p.
- Gavareski C. 1976. Relation of park size and vegetation to urban bird populations in Seattle, Washington. *The Condor* 78(3): 375–382.
- Germain P, Y Cuervas, C Sanhueza, F Tizón, A Loydi, A Villalobos, G Zapperi, B Vázquez, G Pompozzi, M Piován. 2008. Ensamble de aves en zonas con diferente grado de urbanización en la ciudad de Bahía Blanca (Buenos Aires, Argentina). *BioScriba* 1(2): 35-45.
- Gilbert O. 1989. The Ecology of Urban Habitats. London: Chapman and Hall.
- Hall L, P Krausman, M Morrison. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25(1):173-182.
- Huber A. 1970. Diez años de observaciones climatológicas en la estación Teja-Valdivia (Chile) 1960-1969. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 46 p.
- Hutto R, S Plestschet, P Hendricks. 1986. A fixed radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk* 102(3): 593-602.
- INE (Instituto Nacional de Estadística, CL). 1995. Ciudades, pueblos y aldeas, censo 1992. Consultado 12 jun. 2013. Disponible en http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/demografia_y_vitales/demografia/pdf/censo1992.pdf

- INE (Instituto Nacional de Estadística, CL). 2005. Glosario de términos de demografía y estadísticas vitales. Consultado 12 jun. 2013. Disponible en <http://palma.ine.cl/demografia/menu/glosario.pdf>
- INE (Instituto Nacional de Estadística, CL). 2012. Síntesis de resultados censos 2002. Consultado 7 jun. 2013. Disponible en <http://www.ine.cl/cd2002/sintesis censal.pdf>
- Jameson F, J Walsh. 2004. Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and urban planning* 74(1): 46-69.
- Jaramillo A. 2003. Aves de Chile. Santiago, Chile. Lynx. 239 p.
- Knapp S, I Kühn, V Mosbrugger, S Klotz. 2008. Do protected areas in urban and rural landscapes differ in species diversity? *Biodiversity Conservation* 17: 1595-1612.
- Kühn I, R Brandl, S Klotz. 2004. The flora of German cities is naturally species rich. *Evolutionary Ecology Research* 6: 749-764.
- Laveau L, C Leveau. 2004. Comunidades de aves en un gradient urbano de la ciudad de mar del Plata, Argentina. *Hornero* 19(1): 13-21.
- Lyman R. 1992. An introduction to statistical methods and data analysis.. Ed Belmont. California, Estados Unidos. 1051 p.
- Lindenmayer D, H Possingham, R Lacy, M McCarthy, M Pope. 2003. How accurate are population models? Lessons from landscape-scale tests in a fragmented system. *Ecology Letters* 6(1):41-47.
- McKinney M. 2006. Urbanization as major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 22 (1): 247-260.
- Marzluff M, K Ewing .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.
- Medley K, M McDonnell, S Pickett. 1995. Forest-landscape structure along an urban-to-rural gradient. *Professional Geographer* 47(2): 159-168.
- Mills G, J Dunning, J Bates. 1989. Effects of urbanization on breeding bird community structure in southwestern desert habitats. *The Condor* 9(2): 416-428.
- Miller J. 2005. Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends in Ecology & Evolution* 20(8): 430-434.
- MINVU (Ministerio de Vivienda y Urbanismo). 2007. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Santiago de Chile



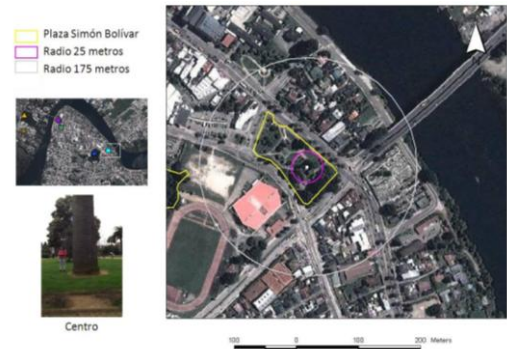
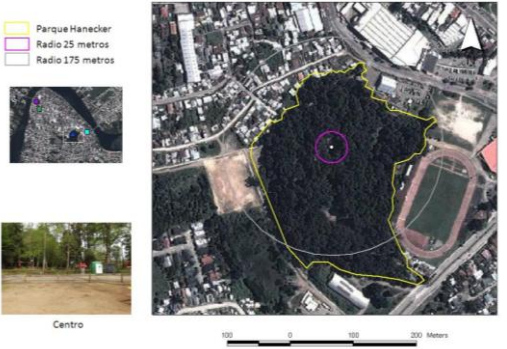
- Morrison M, B Marcot, R Mannan. 2006. Wildlife-habitat relationships: concepts and applications. Island Press, Washington D.C., EE.UU. Third. 452 p.
- Morrison M. 2002. Wildlife Restoration: Techniques for habitat analysis and animal monitoring. Washington DC, EE.UU. Third. 210 p.
- Ondine F, V Devictor, J Clobert, R Julliard. 2008. Effects of age and intensity of urbanization on farmland bird communities. *Biological Conservation* 141(11):2698-2707.
- ONU (United Nations Population Division). 2004. World urbanization prospects. U.N. Department of Economic and Social Affairs, New York, New York, U.S.A.
- ONU-HABITAT (United Nations). 2009. Por un mejor futuro urbano: Informe mundial sobre asentamientos humanos. 32 p.
- Osorio, J, L Molina. 2009. Las ciudades como refugio para las aves. *Nodo 4*: 47-58
- Osorio C. 2009. Impacto del crecimiento urbano en el medio ambiente del humedal de Valdivia. Tesis de Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. Santiago, Chile. Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile. 133 p.
- Pauchard, A, M Aguayo, E Peña, R Urrutia. 2006. Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a fast-growing metropolitan area (Concepción, Chile). *Biological Conservation* 127: 272-281
- Perepelizin P, A Faggi. 2009. Diversidad de aves en tres barrios de la ciudad de Buenos Aires, Argentina. *Multequina* 18(1): 71-85.
- Pineda R; N Febvre, M Martínez. 2010. Importancia de proteger pequeñas áreas periurbanas por su riqueza avifaunística: el caso de Mompaní, Querétaro, México. *Huitzil* 11(2):69-80.
- Reyes S. 2011. Presentación. Ecología y Biodiversidad: Indicadores y estándares para las ciudades chilenas. Santiago de Chile en “Disponibilidad de áreas verdes” del Ministerio del Medio Ambiente. Consultado 25 dic. 2013. Disponible en http://www.mma.gob.cl/1304/articles-52016_Capitulo_6.pdf
- Romero H, F Ordenes. 2004. Emerging urbanization in the southern Ande-environmental impacts of urban sprawl in Santiago the Chile on the Andes Piedmont. *Mountain Research and development* 24(3): 197-201.
- Rozzi R, J Armesto, A Correa, Torres, Salaberry M. 1996. Avifauna de bosques primarios templados en islas deshabitadas del archipiélago de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 69(1): 125-139.
- Ryder R, L Brown. 2000. Urban-system evolution on the frontier of the Ecuadorian Amazon. *Geographical Review*. 90(4): 511-535.


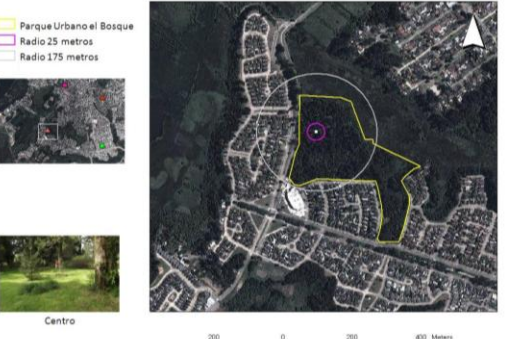


- San Martín J. 2009. Un ejemplo de explotador urbano: Consumo de frutos de árboles exóticos por el Jilguero (*Carduelis barbata*), en dos centros urbanos de la zona central de Chile. *Nuestras aves* 54(1): 20-32.
- Soulé M, D Bolger, A Alberts, J Wright, M Sorice, S Hill. 1988. Reconstructed dynamics of rapid extinctions of chaparral-requiring birds in urban habitat islands. *Conservation Biology*, 2: 75-92.
- Sturtman W. 1968. Description and analysis of breeding habitats of the chickadees, *Parus atricapillus* and *P. rufescens*. *Ecology* 49, 418-431.
- Rojas M. 2011. Localización, composición y posibles amenazas a las reservas naturales urbanas de Valdivia. Tesis Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile. 63 p.
- Tait C, C Daniels, R Hill. 2005. Changes in species assemblages within the Adelaide Metropolitan Area, Australia. *Ecological Applications* 15(1): 346–359.
- Urquiza A, Mella J. 2002. Riqueza y diversidad de aves en parques de Santiago durante el periodo estival. *Boletín Chileno de Ornitología* 9(1): 12-21.
- Van Rensburg, D Peacock, M Robertson. 2009. Biotic homogenization and alien bird species along an urban gradient in South Africa. *Landscape and urban planning* 92(3): 233-241.
- Vitousek P. C Antonio, L Loope, R Marcel, R. Westbrooks. 1997. Introduced species: a significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal Ecology* 21: 1-17.
- Willson M, DeSanto T, Armesto J, Sagag C. 1994. Avian communities of fragmented South-Temperate rainforests in Chile. *Conservation Biology* 8(2):508-520.

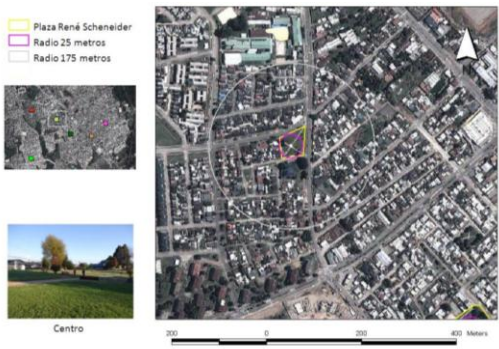



ANEXOS

Anexo 1. Ubicación específica de los puntos de muestreo.

Parques y Plazas	Ubicación	Descripción
<p>Jardín Botánico</p> 	<p>Se encuentra ubicado en la Universidad Austral de Chile el sector Isla Teja.</p> <p>Coordenadas 39°48`18.03``S 73° 15`06.21``O</p>	<p>Cuenta con una superficie de 130.179 m². Posee estructuras arbóreas (nativo y exótico) y matorrales. El suelo con pradera y suelo desnudo, el cual corresponde al camino.</p>
<p>Parque Santa Inés</p> 	<p>Se encuentra ubicado en Isla Teja, en la esquina de la calle los Robles con los Lingues.</p> <p>Coordenadas 39°48`40.10``S 73° 15`27.42``O</p>	<p>Posee una superficie de 62.336 m². Tiene arboles exóticos y nativos, no presenta matorrales. El suelo esta principalmente cubierto por pasto con hojarasca y suelo desnudo bajo algunos juegos infantiles.</p>
<p>Plaza Los Boldos</p> 	<p>Ubicada en Isla Teja entre las calles los Pelúes con los Boldos.</p> <p>Coordenadas 39°48`54.31``S 73°15`26.75``O</p>	<p>Cuenta con una superficie de 3.805 m². Posee arboles exóticos y nativos, no tiene matorrales. El suelo está cubierto por una cancha de cemento, presenta pasto y suelo desnudo de algunos caminos.</p>

<p style="text-align: center;">Plaza Chile</p>  <p> Plaza Chile Radio 25 metros Radio 175 metros </p> <p style="text-align: center;">Centro</p>	<p>Se encuentra ubicada frente a la Municipalidad, entre las calles Independencia y Yungay.</p> <p style="text-align: center;"> Coordenadas 39°48'44.58``S 73°14'48.71``O </p>	<p>Cuenta con una superficie de 2.998 m². Presenta arboles nativos y exóticas, además de matorral. El suelo está cubierto por pasto y cuenta con algunos caminos peatonales de suelo desnudo.</p>
<p style="text-align: center;">Plaza de la República</p>  <p> Plaza de la Republica Radio 25 metros Radio 175 metros </p> <p style="text-align: center;">Centro</p>	<p>Se encuentra ubicada frente a la Catedral, entre las calles O'Higgins y Camilo Henríquez.</p> <p style="text-align: center;"> Coordenadas 39°48'51.19``S 73°14'45.42``O </p>	<p>Cuenta con una superficie de 4.666 m². Presenta solo especies exóticas de gran dosel, bajo de ellas se puede observar estructuras de matorral. El suelo está totalmente cubierto por cemento.</p>
<p style="text-align: center;">Plaza Simón Bolívar</p>  <p> Plaza Simón Bolívar Radio 25 metros Radio 175 metros </p> <p style="text-align: center;">Centro</p>	<p>Se ubica a un costado del Coliseo, entre las calles Picarte y Pedro Montt.</p> <p style="text-align: center;"> Coordenadas 39°49'09.72``S 73°13'53.40``O </p>	<p>Posee una superficie de 9.228 m². Tiene especies arbóreas tanto exóticas como nativas y no presenta matorral. El suelo tiene pasto y existen camino descubiertos de vegetación.</p>
<p style="text-align: center;">Parque Hanecker</p>  <p> Parque Hanecker Radio 25 metros Radio 175 metros </p> <p style="text-align: center;">Centro</p>	<p>Posee dos entradas, una por la calle Pedro Montt y la otra por Errázuriz.</p> <p style="text-align: center;"> Coordenadas 39°49'13.29``S 73°14'07.26``O </p>	<p>Cuenta con una superficie de 68.139 m², con presencia de especies nativas y exóticas, pero no tiene matorral. Tiene un camino de adoquines. Se puede encontrar suelo desnudo y pasto.</p>

<p style="text-align: center;">Plaza Isabel Riquelme</p>  <p>Centro</p>	<p>Se encuentra en la calle Aníbal Pinto.</p> <p style="text-align: center;">Coordenadas 39°49`44.53``S 73°14`24.03``O</p>	<p>Posee una superficie de 4.230 m². Cuenta con especies arbóreas nativas y exóticas, también presenta matorral. El suelo presenta pasto y suelo desnudo en caminos.</p>
<p style="text-align: center;">Parque Urbano el Bosque</p>  <p>Centro</p>	<p>Se encuentra inserto en la población El Bosque, en la calle Simpson 301.</p> <p style="text-align: center;">Coordenadas 39°50`24.33``S 73°14`42.55``O</p>	<p>Tiene una superficie de 71.907 m². Presenta solo especies arbóreas nativas y matorral. El suelo está dominado por pasto.</p>
<p style="text-align: center;">Plaza Pablo Neruda</p>  <p>Centro</p>	<p>Se encuentra en la población Pablo Neruda, en las calles Alberto Montesinos con Oscar Cristi.</p> <p style="text-align: center;">Coordenadas 39°50`36.25``S 73°13`42.10``O</p>	<p>Posee una superficie de 6.208 m², esta plaza no presenta ningún tipo de vegetación, y el suelo está completamente cubierto por una cancha de cemento.</p>
<p style="text-align: center;">Parque Kramer</p>  <p>Centro</p>	<p>Se ubica en la población Villa de Rey, en la esquina de la calle Simpson con Ángel Muñoz.</p> <p style="text-align: center;">Coordenadas 39°49`54.10``S 73°13`42.41``O</p>	<p>Cuenta con una superficie de 20.925 m². Está dominada por especies exóticas, pero también presenta árboles nativos. El suelo está cubierto por pasto y tiene un camino con pequeñas rocas.</p>

<p style="text-align: center;">Plaza René Schneider</p>  <p>Centro</p>	<p>Se ubica en Villa San Luis, en la esquina de las calles René Scheneider con Carlos Hilcker.</p> <p style="text-align: center;">Coordenadas 39°50`02.33``S 73°13`14.89``O</p>	<p>Cuenta con una superficie de 2.516 m². Presenta especies arbóreas nativas y exóticas, además de matorral.</p> <p>El suelo cubierto principalmente por pasto y cuenta con algunos caminos de suelo desnudo.</p>
<p style="text-align: center;">Plaza Teniente Merino</p>  <p>Centro</p>	<p>Se ubica en la esquina de las calles Valle Hondo con Lago Llanquihue.</p> <p style="text-align: center;">Coordenadas 39°50`14.70``S 73°12`58.55``O</p>	<p>Tiene una superficie de 5.650 m². Presenta especies nativas y exóticas y no tiene matorral. El suelo presenta pasto y existen camino pavimentados.</p>
<p style="text-align: center;">Plaza Bernardo O'Higgins</p>  <p>Centro</p>	<p>Se ubica en la esquina de la calle Picarte con Rubén Darío.</p> <p style="text-align: center;">Coordenadas 39°50`16.07``S 73°13`14.89``O</p>	<p>Posee una superficie de 2.007 m². Con presencia de especies nativas y exóticas arbóreas y matorral. El suelo está cubierto por pasto y cuenta con algunos caminos de suelo desnudo.</p>
<p style="text-align: center;">Plaza Martínez de Rosas</p>  <p>Centro</p>	<p>Se encuentra en la esquina de Martínez de Rosas y Rubén Darío.</p> <p style="text-align: center;">Coordenadas 39°50`04.69``S 73°12`19.72``O</p>	<p>Cuenta con una superficie de 7.885 m². Con arboles exóticos y nativos, sin presencia de matorral. El suelo está cubierto principalmente por pasto y cuenta con algunos caminos de suelo desnudo.</p>

Anexo 2. Estimación del esfuerzo de muestreo por punto por día.

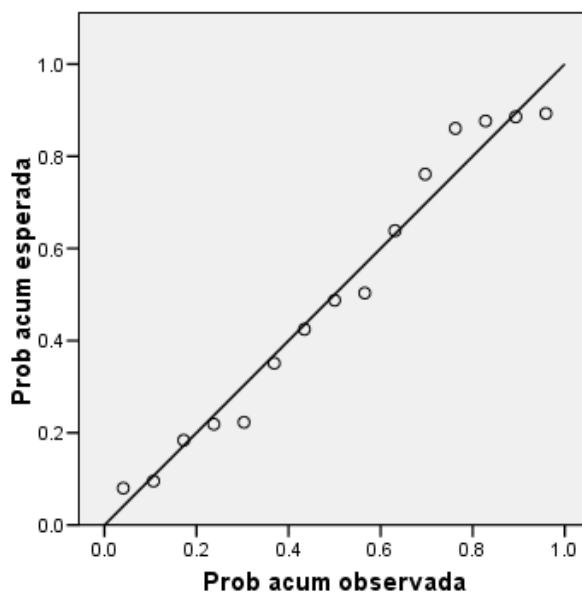
Puntos de muestreo Por día	Individuos	Manu Tau	Chao 2 Mean	Chao 2 95% inferior	Chao 2 95% superior
Plaza los boldos	8	3	5	3.16	20.87
Plaza los boldos	16	4	7	4.76	20.28
Plaza los boldos	25	5	6	5.2	14.01
Plaza los boldos	33	6	6	5.75	14.88
Plaza los boldos	41	6	6	6.01	11.04
Plaza Martínez de rosas	9	2	4	2.37	14.42
Plaza Martínez de rosas	18	4	4	3.39	10.37
Plaza Martínez de rosas	28	4	6	4.4	16.91
Plaza Martínez de rosas	37	5	7	5.28	20.43
Plaza Martínez de rosas	46	6	11	6.77	36.1
Parque Kramer	5	2	3	2.23	13.36
Parque Kramer	10	4	8	4.49	26.23
Parque Kramer	16	6	9	5.81	28.36
Parque Kramer	21	7	12	7.65	36.61
Parque Kramer	26	8	14	9.04	42.6
Jardín Botánico	4	2	5	3.04	18.73
Jardín Botánico	8	4	5	3.77	16.39
Jardín Botánico	11	5	5	4.39	12.14
Jardín Botánico	15	5	6	5.17	13.24
Jardín Botánico	19	6	8	6.29	26.05
Plaza Isabel Riquelme	7	4	11	5.69	40.12
Plaza Isabel Riquelme	14	7	13	8.1	36.5
Plaza Isabel Riquelme	21	9	13	9.37	33.88
Plaza Isabel Riquelme	27	10	14	10.46	32.44
Plaza Isabel Riquelme	34	11	14	11.6	31.19
Plaza Isabel Riquelme	41	12	14	12.23	24.06
Parque Hanecker	10	3	4	2.67	16.31
Parque Hanecker	20	4	4	3.52	11.01
Parque Hanecker	30	4	5	4.25	11.84
Parque Hanecker	40	5	7	5.27	23.72
Plaza Teniente merino	10	4	9	4.74	32.97
Plaza Teniente merino	20	6	7	5.89	17.38
Plaza Teniente merino	31	7	9	7.33	21.4
Plaza Teniente merino	41	8	9	7.77	17.3
Plaza Teniente merino	51	8	8	8.01	12.09
Plaza Simón Bolívar	5	3	6	3.31	21.8
Plaza Simón Bolívar	10	5	7	4.87	21.18
Plaza Simón Bolívar	16	6	8	6.25	20.44
Plaza Simón Bolívar	21	7	9	6.9	21.72

Plaza Simón Bolívar	26	7	9	7.6	21.77
Plaza Simón Bolívar	31	8	11	8.32	27.57
Parque Santa Inés	10	4	9	4.68	32.19
Parque Santa Inés	20	7	14	8.27	42.58
Parque Santa Inés	31	8	12	9.19	29.76
Parque Santa Inés	41	10	13	10.53	30.35
Parque Santa Inés	51	11	15	11.68	34.69
Plaza René Schneider	4	2	2	1.65	8.5
Plaza René Schneider	8	3	4	3.06	15.66
Plaza René Schneider	12	4	5	3.74	15.07
Plaza René Schneider	16	4	5	4.36	15.16
Plaza René Schneider	20	5	6	5.12	17.48
Parque urbano el bosque	4	2	4	2.17	14.04
Parque urbano el bosque	8	4	7	4.68	24.04
Parque urbano el bosque	12	5	9	5.8	28.04
Parque urbano el bosque	16	6	12	7.26	36.9
Parque urbano el bosque	20	7	11	7.61	33.25
Plaza de la República	7	2	3	1.83	11.43
Plaza de la República	13	3	3	2.73	10.06
Plaza de la República	20	3	3	3.2	7.87
Plaza de la República	26	3	4	3.34	7.7
Plaza de la República	33	4	4	3.68	11.26
Plaza de la República	39	4	5	4.06	15.31
Plaza Chile	7	3	5	2.81	18.7
Plaza Chile	14	4	7	4.62	23.26
Plaza Chile	21	5	7	5.26	17.4
Plaza Chile	27	6	6	5.51	11.41
Plaza Chile	34	6	6	5.87	10.81
Plaza Chile	41	6	6	6	7.97
Plaza Pablo Neruda	10	3	6	3.64	24.57
Plaza Pablo Neruda	20	4	4	4.21	8.89
Plaza Pablo Neruda	30	5	5	4.59	8.92
Plaza Pablo Neruda	40	5	5	4.82	9.07
Plaza Pablo Neruda	50	5	5	5	6.12
Plaza Bernardo O'Higgins	6	2	4	2.38	14.65
Plaza Bernardo O'Higgins	12	3	3	2.82	5.87
Plaza Bernardo O'Higgins	19	3	3	3.19	6.56
Plaza Bernardo O'Higgins	25	4	4	3.64	10.61
Plaza Bernardo O'Higgins	31	4	5	4.06	14.92

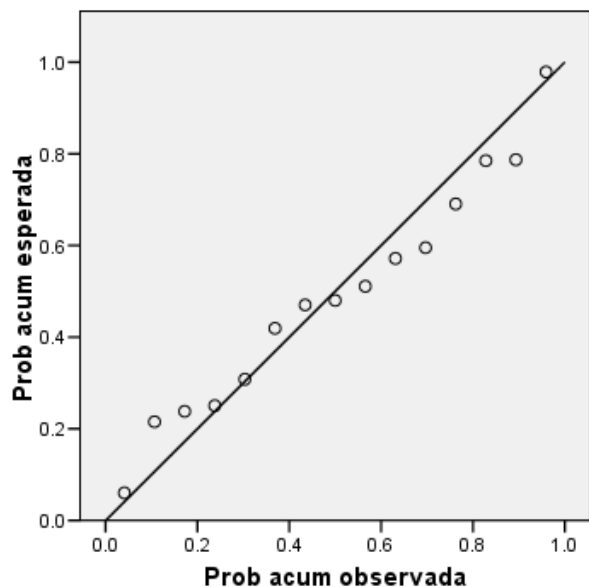
Anexo 3. Detalle de las estructuras antrópicas presentes en los puntos de muestreo (parques y plazas).

Estructuras antrópicas	Bancas	Poste de Luz	Basurero	Juegos infantiles	Rejas	Maquinas de ejercicio	Mesones de picnic	Bebedero	Letreros	otros
Plaza Martínez de Rosas	5	0	0	5	7	0	0	0	0	2
Plaza Los Boldos	1	3	2	4	0	0	0	0	0	1
Plaza Chile	0	6	1	0	0	0	0	0	2	1
Plaza Simón Bolívar	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0
Parque Santa Inés	2	1	2	4	0	0	2	0	0	0
Jardín Botánico	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0
Plaza de la República	27	27	6	0	0	0	0	2	0	1
Plaza Isabel Riquelme	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Plaza René Schneider	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parque Urbano el Bosque	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Plaza Bernardo O'Higgins	0	6	8	0	0	0	0	0	1	3
Plaza Pablo Neruda	12	4	8	0	0	0	0	0	0	2
Plaza Teniente Merino	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Parque Kramer	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Parque Hanecker	5	4	4	5	1	8	0	0	0	0
Total	74	57	35	20	8	8	3	3	3	11

Anexo 4. Grafico de probabilidad normal de los residuos. Variable independiente: riqueza de aves.



Anexo 5. Grafico de probabilidad normal de los residuos. Variable dependiente: abundancia de aves.



Anexo 6. Utilización del hábitat por las aves según la disponibilidad de aéreas verdes de la ciudad de Valdivia.

	Árbol	Suelo	Cemento	construcciones
Cachudito	100	0	0	0
Chercán	100	0	0	0
Loro	100	0	0	0
Picaflor	100	0	0	0
Cometocino	100	0	0	0
Fio-fio	100	0	0	0
Gaviota	8.1	75.7	5.4	10.8
Paloma	0.8	51.3	8.4	39.5
Queltehue	0	75	6.3	18.8
Golondrina	50	25	0	25
Gorrión	36.3	25.9	2.5	35.3
Jilguero	34.3	51.4	0	14.3
Tiuque	69.5	16.2	1	13.3
Torcaza	66.7	33.3	0	0

Anexo 7. Fotografías capturadas en áreas verdes, en donde se realizaron actividades didácticas de reconocimiento de aves nativas.

