

Variación temporal en la abundancia y diversidad de aves en el humedal del Río Itata, región del Bío-Bío, Chile

Temporal variability in the abundance and diversity of aquatic birds in the Itata River wetland, Bio-Bio Region, Chile.

ANGÉLICA L. GONZÁLEZ^{1,2}, M. ANGÉLICA VUKASOVIC³, & CRISTIÁN F. ESTADES³

¹Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad & Departamento de Ecología, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Email: algonzag@bio.puc.cl

²Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Casilla 653, Santiago, Chile.

³Laboratorio de Ecología de Vida Silvestre, Universidad de Chile.

RESUMEN

Los humedales costeros cumplen una importante función como hábitats para aves acuáticas tanto residentes como visitantes. A pesar de su alta riqueza de especies, en Chile existe una carencia de estudios sobre la estructura y dinámica de los ensambles de aves en estos humedales. Para investigar la importancia como hábitat de aves acuáticas del humedal del río Itata, localizado en la zona centro-sur de Chile, se realizaron censos estacionales por un período de cinco años entre los años 2006 al 2010. Se evaluó el patrón temporal en la diversidad de aves acuáticas de este humedal y se utilizó el análisis indicador de especies (IndVal) para identificar las especies de aves que cumplen un rol de bioindicadoras en la estructura temporal de la comunidad de aves de este ecosistema. Se registró un total de 71 especies de aves asociadas a este humedal las que representan un 54% del total de especies de aves acuáticas del país. La mayoría de estas especies (77%) son residentes, mientras que un 20% son visitantes, y un 3% esporádicas. Un alto número de aves costeras usan este humedal como sitio de descanso durante el verano austral. Nuestros resultados mostraron diferencias temporales significativas en la estructura del ensamble de aves del río Itata a lo largo de cinco años de estudio. El análisis de similitud mostró un patrón estacional en la estructura del ensamble de aves, agrupando las fechas en cuatro grupos significativos. Cada grupo fue caracterizado por un número variable de especies indicadoras. La abundancia de las especies de aves más dominantes en número y frecuencia tales como *Vanellus chilensis*, *Himantopus melanurus*, *Charadrius modestus* y *Sterna hirundinacea* explicaron gran parte de la variación temporal. Distintos factores ecológicos pueden influenciar los patrones temporales del ensamble de aves acuáticas del río Itata, y esto debiera ser considerado en futuros estudios de este humedal. Adicionalmente, el grupo diverso de especies del río Itata puede cumplir un rol importante en mantener la diversidad a nivel de paisaje a través de desplazamientos a otros humedales.

PALABRAS CLAVE: Análisis de especies indicadoras, aves migratorias, aves costeras, humedal.

ABSTRACT

Coastal wetlands play an important role as habitats for visitant and resident aquatic bird species. Although, their relatively high bird diversity, in Chile very little is known about bird community structure and their dynamics in these wetlands. To investigate the importance of the Itata river wetland (Chile) for waterbirds, we conducted seasonal censuses over five years between 2006 and 2010 within this wetland. We evaluated temporal patterns in waterbird diversity and we used the indicator species analysis (Indval) to identify bird species as bioindicators of the temporal community structure in this ecosystem. We recorded 71 bird species, which represents a 54% of the national waterbird species. Most of these species (77%) are classified as resident species, whereas the 20% are visitors, and the 3% sporadic. A high number of shorebird species use this wetland as stopover site during austral summer. Our results revealed that significant temporal differences in waterbird community structure exist along the five-year period in the Itata River. Cluster analysis classified the waterbird community into four significant clusters, and each cluster showed seasonal patterns characterized by a variable number of indicator species. The abundance of both, the most numerically dominant and frequent bird species, such as *Vanellus chilensis*, *Himantopus melanurus*, *Charadrius modestus* and *Sterna hirundinacea* explained much of this temporal variation. Different ecological factors might influence the temporal patterns of the bird community structure in the Itata River, and should be addressed in future studies of this wetland. Moreover, this high local pool of species might be important in maintaining the landscape diversity, through movements across other local or regional wetlands.

KEYWORDS: Indicator species analysis, Migratory birds, Shorebirds, Wetland

INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas de gran importancia económica y ecológica (Zedler & Kercher 2005; Verhoeven *et al.* 2006; Ghermandi *et al.* 2010). Estos ecosistemas son particularmente importantes para muchas especies de aves que habitan o usan temporalmente los humedales a lo largo de su ciclo anual, como sitios de anidación y forrajeo, transformándose en áreas importantes de concentración de aves migratorias (Bildstein *et al.* 1991; Gauthier *et al.* 2005).

En Chile existe una gran variedad de tipos de humedales, y aquellos localizados en la zona central se caracterizan por ser de baja profundidad, y altamente productivos; con abundante cobertura de plantas acuáticas flotantes y sumergidas, y vegetación emergente rodeando sus perímetros (Riveros *et al.* 1981; Quezada *et al.* 1987; Garay *et al.* 1991; Vilina 1994). En particular, los humedales estuarinos son sistemas altamente dinámicos debido a la influencia de las mareas, y a la confluencia en zonas ecotonales entre el agua de mar y el agua proveniente de los ríos (Mitsch & Gosselink 2007). Estas características los convierten en hábitats clave de un importante número de especies de aves acuáticas tanto en Chile como el resto del mundo (Victoriano *et al.* 2006; Mitsch & Gosselink 2007; Estades *et al.* 2009). Entre estos sistemas, la cuenca hidrográfica del río Itata es la segunda después de la cuenca del río Bío-Bío en importancia en la Región del Bío-Bío, y cumple un importante rol ecosistémico en el ciclo hidrológico y como sitio de alta diversidad local de invertebrados y vertebrados (Dussaillant 2009; Habit & Ortiz 2009; Valdovinos *et al.* 2009). No obstante, las áreas adyacentes a la desembocadura del río Itata se encuentran fuertemente amenazadas por la expansión urbana e industrial (Salamanca & Pantoja 2009), sumado al hecho de que el conocimiento de las aves acuáticas que habitan en estos humedales y su estado de conservación es prácticamente inexistente (Estades *et al.* 2009).

El objetivo de este estudio es describir el ensamble de aves acuáticas que utiliza el humedal del río Itata, con el fin de caracterizar la dinámica natural de este ecosistema, y su importancia como hábitat de aves acuáticas. Nosotros predecimos que la presencia aves migratorias tendrá un rol importante sobre la estructura temporal del ensamble de aves del humedal del río Itata.

MATERIALES Y MÉTODOS

SITIO DE ESTUDIO

La Cuenca hidrográfica del río Itata se ubica en la zona centro-sur de Chile, específicamente en la Octava Región del Bío-Bío (36°23'08"S; 72°52'06"W – 37°09'28,2"S;

72°04'09,6" W). Esta área tiene una superficie aproximada de 11.294 km² y se caracteriza por un clima mediterráneo, con una temperatura media anual es de 14.1 °C y la precipitación media anual alcanza los 1550 mm. Cerca de su desembocadura, el río Itata presenta una clara zona estuarina de aproximadamente 200 há, donde la corriente principal se asocia con numerosas barras de arena y zonas de vega (vegas del Itata).

MUESTREO DE AVIFAUNA

Las aves acuáticas presentes en el río Itata fueron censadas entre el invierno del 2006 y otoño del 2010, con una frecuencia de 10 campañas anuales (con excepción de los años 2006 y 2010, en los cuales se realizaron sólo conteos en invierno-primavera y verano-otoño, respectivamente). En cada campaña se realizaron dos censos diarios por tres días, uno durante la mañana (a partir de las 08:00am; hora referencial) y otro en la tarde (a partir de las 14:00pm; hora referencial). En cada censo se contabilizó la totalidad de las aves presentes en el estuario y la ribera del río. Para este fin se establecieron tres estaciones de observación (Fig. 1) desde las cuales se registraron las aves con la ayuda de un telescopio. Las aves fueron censadas en el espejo de agua del estuario (hasta la boca del mismo), en las barras de arena y en la ribera inmediata del humedal (10 m). Como referencia, se presenta el campo visual aproximado abarcado por cada estación de censo, en los casos en que resultó posible se contabilizaron las aves de un sector desde dos estaciones con el fin de corregir por el efecto del desplazamiento de aves durante el cambio de estación. En todos los censos las observaciones fueron hechas por un observador más un asistente.

La riqueza de especies y abundancia de individuos para cada período estacional se informa como el número promedio de especies y de individuos registrados para cada estación del año para cada año. Además, se calculó el índice de diversidad de Shannon–Wiener (H') y equidad (J'). Se informa la media \pm error estándar (ES) por estación del año. Para determinar si el ensamble de aves acuáticas del río Itata presenta patrones de similitud temporal a lo largo del período de muestreo, se realizaron análisis de similitud basados en datos de presencia-ausencia de especies y en datos de abundancia de individuos por especie. Se calculó la similitud entre la composición de la avifauna de distintas estaciones del año a través del coeficiente de Jaccard para datos binarios y de distancia euclidiana para datos cuantitativos utilizando el algoritmo de agrupación UPGMA (Unweighted Pair-Group Mathematical Average) (Krebs 1999). Para cada matriz de datos se realizaron análisis de bootstrap con 100.000 iteraciones (Chernick 2008). Todos los análisis fueron desarrollados en “pvclust”, paquete estadístico para R project ver. 2.11.1 (R Development Core Team 2011), el cual estima los valores de significancia para

cada cluster mediante técnicas de remuestreo (Suzuki & Shimodaira 2005).

Para determinar la importancia de cada especie en la estructura temporal del ensamble de aves se realizaron análisis de especies indicadoras (IndVal; Dufrene & Legendre 1997). Estas especies fueron determinadas en base a la relación que existe entre su frecuencia y abundancia y cada cluster temporal, entregando como resultado un valor indicador (0 a 100%). Valores altos de este índice reflejan una alta abundancia y ocurrencia de la especie considerada dentro de un grupo temporal. Todos los análisis estadísticos fueron realizados en “indicspecies”, paquete estadístico para R ver. 2.11.1 (R Development Core Team 2011). Este programa crea combinaciones de clusters y compara cada combinación temporal con la matriz de datos de las especies. Para cada especie escoge la combinación con el valor de asociación más alto. La significancia estadística de cada asociación fue estimada usando técnicas de remuestreo de Monte-Carlo, con 100.000 iteraciones, con un $\alpha < 0.05$ (McCune & Grace 2002).

RESULTADOS

Se registró un total de 71 especies de aves pertenecientes a 17 familias que utilizaron el humedal del río Itata (Tabla 1). El 77,5% de estas especies registradas son consideradas residentes, mientras que el 19,7% correspondió a especies visitantes, principalmente migrantes neárticas, y un 2,8% a especies consideradas esporádicas. La composición de especies del ensamble estuvo dominada por la familia Anatidae (12 especies), siguiéndole en importancia las familias Laridae (diez especies) y las familias Scolopacidae y Charadriidae (nueve especies). Las familias con menor representatividad de especies fueron entre otras Recurvirostridae y Podicipedidae. De las especies registradas en el humedal sólo nueve se reproducen en el área (presencia de nidos y/o polluelos), mientras que dos especies presentaron juveniles en el área (Tabla 1).

La riqueza de especies promedio presentó mayores valores durante las estaciones de verano y otoño, alcanzando 44 ± 1.04 y 44 ± 2.08 respectivamente, mientras que los valores más bajos se registraron durante las estaciones de invierno y primavera con 42 ± 1.65 y 39 ± 1.15 , respectivamente (Fig. 2). Este patrón se observa a través de los distintos años de muestreo. Los resultados muestran que existe una disminución en la riqueza de especies en los períodos de otoño y verano del 2010. Esta disminución es más notoria en el período de otoño en el cual se registró 32 especies, mientras que el promedio de especies registradas para esta estación en años previos fue de 40 ± 1 . Esta disminución en el número de especies se debe a la ausencia de los playeros

y de la mayoría de los patos (*A. versicolor*, *A. platalea*, *A. bahamensis*, *N. peposaca* y *Oxyura sp.*, entre otras). La abundancia de individuos mostró un patrón temporal similar a la riqueza de especies, con aumentos durante verano y otoño (9602 ± 1131 y 11124 ± 1660 , respectivamente) y disminuciones en invierno y primavera (3331 ± 243 y 2028 ± 282 , respectivamente). La mayor abundancia promedio se registró en el año 2010 con 8673 ± 2525 individuos, mientras que la menor abundancia fue registrada durante el año 2006 con 2584 ± 588 (Fig. 2). Se observó una mayor presencia de individuos de especies visitantes en el humedal durante los períodos de verano y otoño, la cual presenta una tendencia hacia el incremento en los períodos más actuales de muestreo (Fig. 3). Este aumento en el número de individuos visitantes concuerda con una disminución en el número de individuos residentes en el humedal.

La variabilidad temporal en la diversidad de especies y equidad mostró valores promedio de 0.75 ± 0.08 y 0.49 ± 0.05 (Fig. 4). Se observó un patrón estacional en ambos parámetros con valores más altos durante invierno y primavera y disminuciones durante verano y otoño.

Las especies que presentaron las poblaciones más numerosas fueron *Larus pipixcan* (Gaviota de Franklin), *Rynchops niger* (Rayador), *Pelecanus thagus* (Pelicano), *Larus dominicanus* (Gaviota dominicana), *Sterna elegans* (Gaviotín elegante), *Phalacrocorax brasilianus* (Yeco), *Larus maculipennis* (Gaviota cahuil) y *Anas georgica* (Pato jergón grande) (Tabla 2). De las especies en categoría de visitantes, destaca una tendencia al incremento en abundancia de *L. pipixcan*, *S. elegans* y *R. niger* entre los años 2006 y 2010 (Tabla 2). De las especies raras en abundancia destaca la presencia de los chorlos (*C. falklandicus*, *P. dominica*, *C. vociferus*, *C. alexandrinus* y *A. interpres*), gaviotines (*L. inca*, *S. trudeaui* y *S. hirundinacea*) y playeros (*C. canutus*, *C. alba*, *C. semipalmatus*). Aunque en baja abundancia en primavera e invierno del año 2008 se registró la presencia de la especie de anátido introducida *A. platyrhynchos*.

Durante invierno y primavera destaca la abundancia de individuos de los órdenes Pelecaniformes, Charadriiformes y Anseriformes (Fig. 5). Mientras que en verano y otoño destacó la abundancia de individuos pertenecientes a los Charadriiformes y Pelecaniformes. Individuos del orden Passeriformes fueron poco comunes en el humedal (Fig. 5).

Los análisis de similitud mostraron que la estructura del ensamble de aves del humedal del río Itata presenta una tendencia temporal estacional. La composición de especies de aves para el período 2006-2010 mostró tres grupos significativos (A, B, y C); invierno y primavera de los años 2007 y 2008 son muy similares entre sí, mientras que la estación de verano de los años 2007-2009-2010 presentó

TABLE 1. Lista de especies de aves registradas en el humedal del río Itata, VIII Región, Chile entre invierno del 2006 y otoño 2010.

TABLE 1. List of bird species observed in the Itata wetland, VIII Region, Chile, between winter 2006 to autumn 2010.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus	Reproducción
Anseriformes	Anatidae	<i>Coscoroba coscoroba</i> (Molina) 1972	Cisne coscoroba	R	
Anseriformes	Anatidae	<i>Cygnus melanocoryphus</i> (Molina) 1972	Cisne de cuello negro	R	
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas versicolor</i> Vieillot 1816	Pato capuchino	R	
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas cyanoptera</i> Vieillot 1816	Pato colorado	R	
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas platalea</i> Vieillot 1816	Pato cuchara	R	
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas bahamensis</i> Linné 1758	Pato gargantillo	V	
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas flavirostris</i> Vieillot 1816	Pato jergon chico	R	
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas georgica</i> Gmelin 1789	Pato jergon grande	R	X
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i> (Linné) 1758	Pato de collar	V	
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas sibilatrix</i> Poeppig 1829	Pato real	R	X
Anseriformes	Anatidae	<i>Netta peposaca</i> (Vieillot) 1816	Pato negro	R	
Anseriformes	Anatidae	<i>Oxyura sp</i> (Bonaparte) 1857	Pato rana	R	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius modestus</i> Lichtenstein 1823	Chorlo chileno	R	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius collaris</i> Vieillot 1818	Chorlo de collar	R	X*
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius falklandicus</i> Latham 1790	Chorlo doble collar	R	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i> (Linné) 1758	Chorlo gritón	R	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius alexandrinus</i> Linné 1758	Chorlo nevado	R	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis dominica</i> (Müller) 1776	Chorlo dorado	E	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i> (Linné) 1758	Chorlo artico	V	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Arenaria interpres</i> (Linné) 1758	Chorlo vuelvepedras	V	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i> (Molina) 1782	Queltehue	R	X
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus maculipennis</i> Lichtenstein 1823	Gaviota cahuil	R	
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus dominicanus</i> Lichtenstein 1823	Gaviota dominicana	R	
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus pipixcan</i> Wagler 1831	Gaviota Franklin	V	
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus modestus</i> Tschudi 1843	Gaviota garuma	R	
Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna elegans</i> Gambel 1849	Gaviotín elegante	V	
Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna trudeaui</i> Audubon 1838	Gaviotín piquero	R	
Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna hirundinacea</i> Lesson 1831	Gaviotín sudamericano	R	
Charadriiformes	Laridae	<i>Larosterna inca</i> (Lesson) 1827	Gaviotín monja	R	
Charadriiformes	Laridae	<i>Rynchops niger</i> Linné 1758	Rayador	V	
Charadriiformes	Laridae	<i>Stercorarius chilensis</i> (Bonaparte) 1857	Salteador chileno	R	
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus melanurus</i> Vieillot 1817	Perrito	R	X
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago paraquaiiae</i> (Vieillot) 1816	Becacina	R	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i> (Gmelin) 1789	Pitotoy chico	R	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i> (Gmelin) 1789	Pitotoy grande	V	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris canutus</i> (Linné) 1758	Playero artico	E	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i> (Pallas) 1764	Playero blanco	V	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris bairdii</i> (Coues) 1861	Playero de Baird	V	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i> (Gmelin) 1789	Playero grande	V	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i> (Linné) 1758	Zarapito	V	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Limosa haemastica</i> (Linné) 1758	Zarapito pico recto	V	
Charadriiformes	Thinocoridae	<i>Thinocorus rumicivorus</i> Eschscholtz 1829	Perdicitá	V	X*
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Plegadis chihi</i> (Vieillot) 1817	Cuervo de pantano	R	
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i> (Linné) 1758	Garza boyera	R	
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i> (Molina) 1782	Garza chica	R	
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Ardea cocoi</i> Linné 1766	Garza cuca	R	
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i> (Gmelin) 1758	Garza grande	R	
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linné) 1758	Huairavo	R	
Falconiformes	Accipitridae	<i>Pandion haliaetus</i> (Linné) 1758	Águila pescadora	R	
Gruiformes	Rallidae	<i>Pardirallus sanguinolentus</i> (Swainson) 1838	Piden	R	
Gruiformes	Rallidae	<i>Haematopus palliatus</i> Temminck 1820	Pilpilen	R	X
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica leucoptera</i> Vieillot 1817	Tagua chica	R	
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica armillata</i> Vieillot 1817	Tagua comun	R	X
Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula melanops</i> (Vieillot) 1819	Taquita	R	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes fuscus</i> (Vieillot) 1818	Churrete acanelado	R	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes oustaleti</i> Scott 1900	Churrete chico	R	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes patagonicus</i> (Gmelin) 1789	Churrete comun	R	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Phleocryptes melanops</i> Vieillot 1817	Trabajador	R	
Passeriformes	Icteridae	<i>Agelaius thilius</i> (Molina) 1782	Trile	R	
Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus correndera</i> Vieillot 1818	Bailarin chico	R	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Lessonia rufa</i> (Gmelin) 1789	Colegial	R	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola macloviana</i> (Garnot) 1829	Dormilona tontita	R	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Hymenops perspicillata</i> (Ridgway) 1789	Run-run	R	
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i> Molina 1782	Pelicano	R	
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Sula variegata</i> (Tschudi) 1843	Piquero	R	
Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Gmelin) 1789	Yeco	R	
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus chilensis</i> Molina 1782	Flamenco chileno	R	
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podiceps occipitalis</i> (Garnot) 1826	Blanquillo	R	
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podiceps major</i> (Boddaert) 1783	Huala	R	X
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Rollandia rolland</i> (Quoy & Gaimard) 1824	Pimpollo	R	X
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i> (Linné) 1758	Picurio	R	X

R: residente, V: visitante, E: esporádica

X: reproducción (presencia de nidos y/o polluelos), X*: avistamiento de juveniles

R: resident, V: visitor, E: sporadic

X: reproduction (nest and/or cygnets presence), X*: juveniles presence

Tabla 2. Abundancia de individuos por especie (promedio ± error estándar) en el humedal del río Itata entre los periodos del 2006 al 2010.

TABLE 2. Mean bird numbers by species (mean ± standard error) in the Itata wetland, between 2006 to 2010.

Especies	Período 2006	Período 2007	Período 2008	Período 2009	Período 2010
Cisne coscoroba	0 ± 0	0.14 ± 0.12	0.28 ± 0.14	1.41 ± 1.03	2.61 ± 1.22
Cisne de cuello negro	0.65 ± 0.1	0.85 ± 0.36	0.91 ± 0.41	1.42 ± 0.45	4.05 ± 3.28
Pato capuchino	0.22 ± 0.22	0.16 ± 0.1	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Pato colorado	1.68 ± 1.43	5.61 ± 2.11	4.17 ± 3.34	1.88 ± 1.48	3.1 ± 0.27
Pato cuchara	0 ± 0	0.13 ± 0.13	0.19 ± 0.08	0.01 ± 0.01	0.33 ± 0.33
Pato gargantillo	0 ± 0	0 ± 0	0.1 ± 0.1	0.03 ± 0.03	0 ± 0
Pato jergon chico	1.6 ± 1.35	35.5 ± 16.61	10.49 ± 7.39	5.49 ± 4.6	0.70 ± 0.03
Pato jergon grande	23.72 ± 19.16	317.95 ± 184.07	160.21 ± 54	193.81 ± 94.19	222.39 ± 24.67
Pato de collar	0 ± 0	0 ± 0	0.04 ± 0.02	0 ± 0	0 ± 0
Pato real	1.3 ± 0.92	13.42 ± 7.84	2.29 ± 0.57	6.58 ± 2.54	4.40 ± 1.82
Pato negro	0.03 ± 0.03	0 ± 0	0.08 ± 0.08	0 ± 0	0 ± 0
Pato rana	0 ± 0	0.14 ± 0.12	0.21 ± 0.21	0.65 ± 0.62	0.06 ± 0.06
Chorlo chileno	45.03 ± 44.92	17.44 ± 12.99	24.35 ± 21.87	19.08 ± 9.08	3.72 ± 3.72
Chorlo de collar	1.65 ± 0.48	2.22 ± 0.87	3.4 ± 2.47	3.06 ± 1.03	1.22 ± 0.94
Chorlo doble collar	0.06 ± 0.06	0.5 ± 0.5	0.35 ± 0.33	0.04 ± 0.04	0 ± 0
Chorlo griton	0 ± 0	0 ± 0	0.06 ± 0.06	0 ± 0	0 ± 0
Chorlo nevado	0 ± 0	0.08 ± 0.08	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Chorlo dorado	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0.07 ± 0.07	0 ± 0
Chorlo artico	0 ± 0	0.01 ± 0.01	0.33 ± 0.3	0.15 ± 0.15	0 ± 0
Chorlo vuelvepedras	0.03 ± 0.03	0 ± 0	0 ± 0	0.02 ± 0.02	0.03 ± 0.03
Queiltehue	30.11 ± 18.39	89.97 ± 31.31	125.31 ± 46.04	119.55 ± 65.95	158 ± 49.84
Gaviota cahuil	45.96 ± 0.79	287.01 ± 184.97	133.26 ± 55.22	340.18 ± 115.80	208.83 ± 149.34
Gaviota dominicana	724.77 ± 414.05	1342.28 ± 823.87	851.74 ± 300.27	690.24 ± 168.22	408.61 ± 176.25
Gaviota Franklin	1.69 ± 1.69	681.51 ± 394.63	2567.15 ± 1492.26	2371.41 ± 1366.49	3785.12 ± 1769.62
Gaviota garuma	7.56 ± 6.56	138.24 ± 119.87	20.96 ± 7.29	19.76 ± 17.44	6.14 ± 0.81
Gaviotín elegante	0.94 ± 0.94	286.81 ± 226.28	245.74 ± 202.65	254.79 ± 194.28	559.12 ± 523.57
Gaviotín piquerito	10.37 ± 3.74	5.07 ± 2.51	3.68 ± 2.68	0.35 ± 0.22	0.11 ± 0.06
Gaviotín sudamericano	17.68 ± 0.07	22.64 ± 21.31	21.77 ± 21.47	47.62 ± 29.05	20.39 ± 20.39
Gaviotín monja	0 ± 0	0.08 ± 0.08	0.17 ± 0.17	2.08 ± 2.08	0 ± 0
Rayador	39.68 ± 39.58	1090.89 ± 619.68	1006.24 ± 576.74	1303.17 ± 648.8	2273 ± 316.99
Salteador chileno	0 ± 0	0.03 ± 0.03	0 ± 0	0.02 ± 0.02	0 ± 0
Perrito	11.26 ± 5.87	57.22 ± 8.99	31.16 ± 10.16	15.76 ± 4.69	2.89 ± 0.56
Becacina	0 ± 0	0.31 ± 0.18	0.29 ± 0.2	0.88 ± 0.51	1.14 ± 1.14
Pitotoy chico	0 ± 0	2.6 ± 2.52	0.91 ± 0.83	1.72 ± 1.54	0.61 ± 0.56
Pitotoy grande	0.81 ± 0.81	1.33 ± 1.33	0.54 ± 0.51	1.21 ± 0.94	0.17 ± 0.17
Playero artico	0 ± 0	0.02 ± 0.02	0.17 ± 0.14	0 ± 0	0 ± 0
Playero blanco	0.08 ± 0.08	2.39 ± 1.62	0.97 ± 0.43	7.51 ± 3.85	9.17 ± 9.17
Playero de Baird	15.79 ± 7.46	18.12 ± 8.83	17.45 ± 12.89	35.49 ± 20.27	13.94 ± 13.95
Playero grande	0 ± 0	0.06 ± 0.06	0.03 ± 0.03	0 ± 0	0 ± 0
Zarapito	14.55 ± 13.09	19.65 ± 6.71	17.47 ± 6.98	16.36 ± 5.81	24.72 ± 7.83
Zarapito pico recto	1.67 ± 1.67	0.41 ± 0.23	0.95 ± 0.58	1.70 ± 1.25	0.22 ± 0.06
Perdicita	0.29 ± 0.04	1.95 ± 1.65	0.23 ± 0.09	0.41 ± 0.21	0.70 ± 0.70
Cuervo de pantano	0 ± 0	0.21 ± 0.21	0.25 ± 0.25	0 ± 0	0 ± 0
Garza boyera	0 ± 0	0 ± 0	0.02 ± 0.02	0.02 ± 0.02	0 ± 0
Garza chica	1.23 ± 1.1	23.89 ± 18.94	14.52 ± 10.65	29.63 ± 22.88	27.95 ± 14.22
Garza cuca	0.15 ± 0.02	0.54 ± 0.16	0.43 ± 0.12	0.57 ± 0.26	1.14 ± 0.2
Garza grande	0.58 ± 0.08	1.98 ± 1.76	2.3 ± 2.07	4.01 ± 3.38	5.36 ± 3.14
Huairavo	0.13 ± 0.13	0.67 ± 0.67	1.1 ± 1.02	0.03 ± 0.03	0.14 ± 0.14
Aguila pescadora	0 ± 0	0 ± 0	0.01 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
Piden	0 ± 0	0.06 ± 0.06	0 ± 0	0.01 ± 0.01	0 ± 0
Pilpilén	12.44 ± 5.44	77.28 ± 33.99	34.69 ± 9.49	40.64 ± 17.27	86.64 ± 8.03
Tagua chica	0 ± 0	14.26 ± 9.31	8.26 ± 7.84	30.83 ± 20.85	5.92 ± 5.92
Tagua comun	7.94 ± 6.56	23.1 ± 9.71	16.28 ± 13.98	30.42 ± 25.88	22.86 ± 13.7
Taguita	0.03 ± 0.03	0.08 ± 0.06	0 ± 0	0.01 ± 0.01	0.03 ± 0.03
Churrete acanelado	0.25 ± 0.25	2.26 ± 1.37	0.92 ± 0.5	0.31 ± 0.31	0.14 ± 0.14
Churrete chico	0 ± 0	0 ± 0	0.01 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
Churrete comun	0.22 ± 0.22	0.13 ± 0.09	0.06 ± 0.06	0.06 ± 0.06	0.14 ± 0.14
Trabajador	0 ± 0	0.03 ± 0.03	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Trile	0.06 ± 0.06	1.07 ± 0.52	0 ± 0	0.04 ± 0.04	0 ± 0
Bailarin chico	1 ± 0	1.42 ± 0.31	0.58 ± 0.09	0.37 ± 0.1	0.22 ± 0.22
Colegial	1.57 ± 0.18	2.76 ± 0.41	1.36 ± 0.45	1.53 ± 0.5	0.81 ± 0.53
Dormilona tontita	0.13 ± 0.13	0.52 ± 0.3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Run-run	0 ± 0	0.02 ± 0.02	0.02 ± 0.02	0 ± 0	0 ± 0
Pelicano	1194.69 ± 825.94	1060.97 ± 906.77	1262.93 ± 705.83	959.73 ± 498.18	363.28 ± 145.58
Piquero	0.31 ± 0.2	1 ± 0.37	1.95 ± 1.69	0.51 ± 0.33	0.06 ± 0.06
Yeco	318.31 ± 103.83	393.55 ± 90.56	405.05 ± 30.95	624.94 ± 90.72	367.78 ± 50.26
Flamenco chileno	4.33 ± 4.33	1.72 ± 1.02	1.15 ± 0.79	0.22 ± 0.13	0.11 ± 0.11
Blanquillo	40.88 ± 5.88	90.38 ± 40.82	25.81 ± 14.09	49.77 ± 24.71	56.64 ± 56.59
Huala	0.53 ± 0.03	2.22 ± 1.48	6.89 ± 3.98	7.89 ± 4.26	8.36 ± 6.64
Pimpollo	0.11 ± 0.11	10.52 ± 2.79	8.49 ± 3.52	9.47 ± 5.65	10.06 ± 2.72
Picurio	0 ± 0	0.5 ± 0.23	0.35 ± 0.25	0.89 ± 0.51	0.22 ± 0

La abundancia promedio para los periodos 2006 y 2010 sólo incluye datos de invierno-primavera y verano-otoño, respectivamente, mientras que para los periodos 2007 al 2009 se incluyeron datos a lo largo de todo el año.

Mean abundance for 2006 and 2010 only includes data for winter-spring and summer-autumn, respectively, whereas for 2007 and 2009, data for the entire year were included.

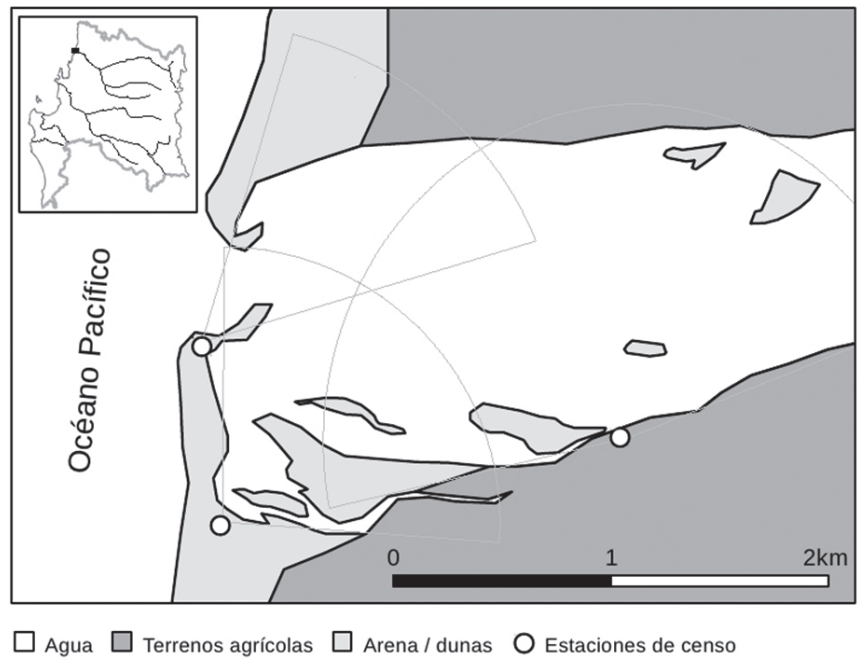


FIGURA 1. Area de estudio. Humedal del río Itata (Región del Bío Bío) mostrando las zonas de espejo de agua, terrenos agrícolas, barras de duna/arena y los puntos de censo.

FIGURE 1. Sampling location. Itata wetland (Region del Bío bío) showing open water areas, agricultural fields, dune/sand systems and censuses points.

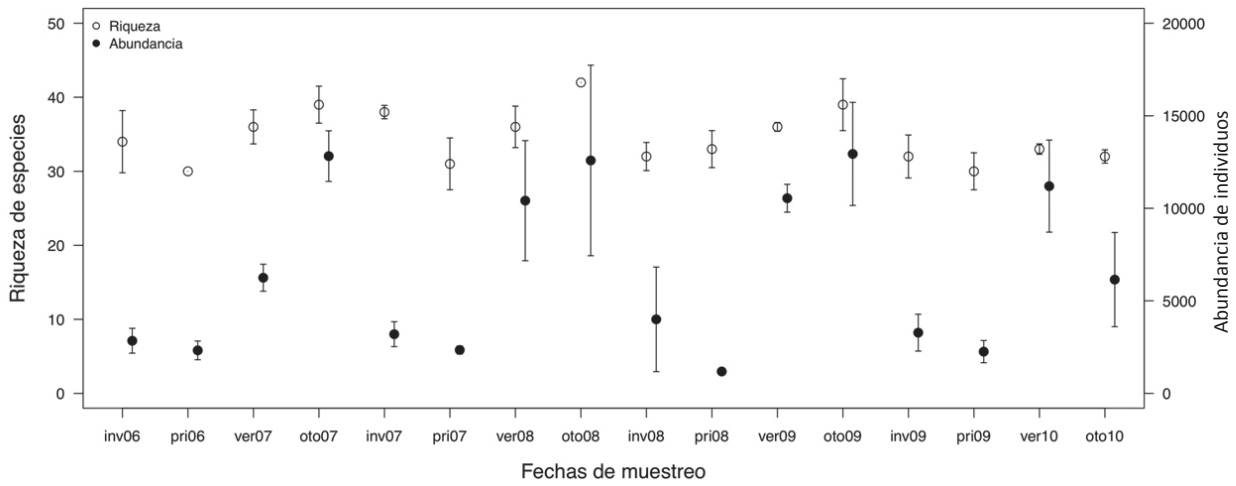


FIGURA 2. Promedio (± error estándar) de la riqueza de especies y abundancia de individuos de aves en el humedal del río Itata entre invierno del 2006 y otoño 2010.

FIGURE 2. Mean species richness and bird individual abundance (± standard error) in the Itata wetland between winter 2006 and autumn 2010.

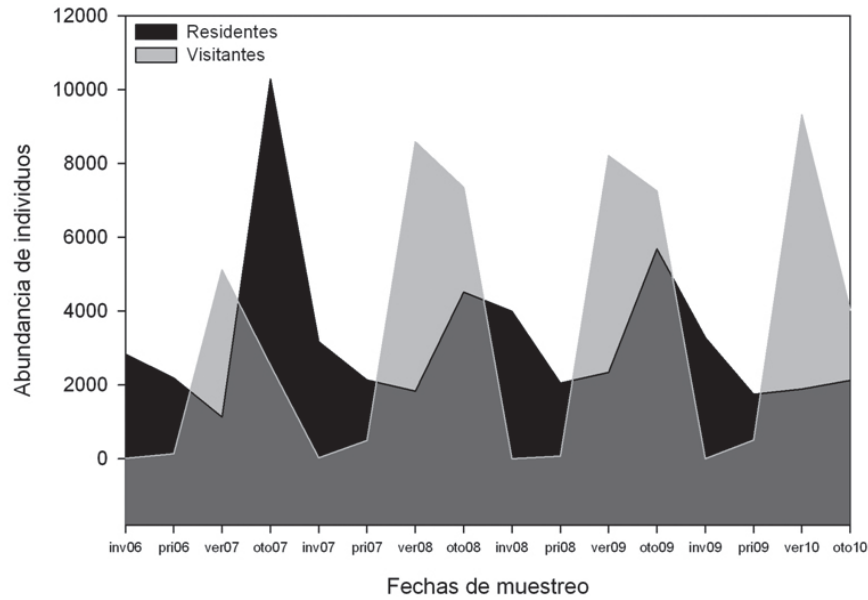


FIGURA 3. Abundancia de individuos de especies residentes y visitantes en el humedal del río Itata entre invierno del 2006 y otoño del 2010.

FIGURE 3. Abundance of resident and visitor birds in the Itata wetland between winter 2006 to autumn 2010.

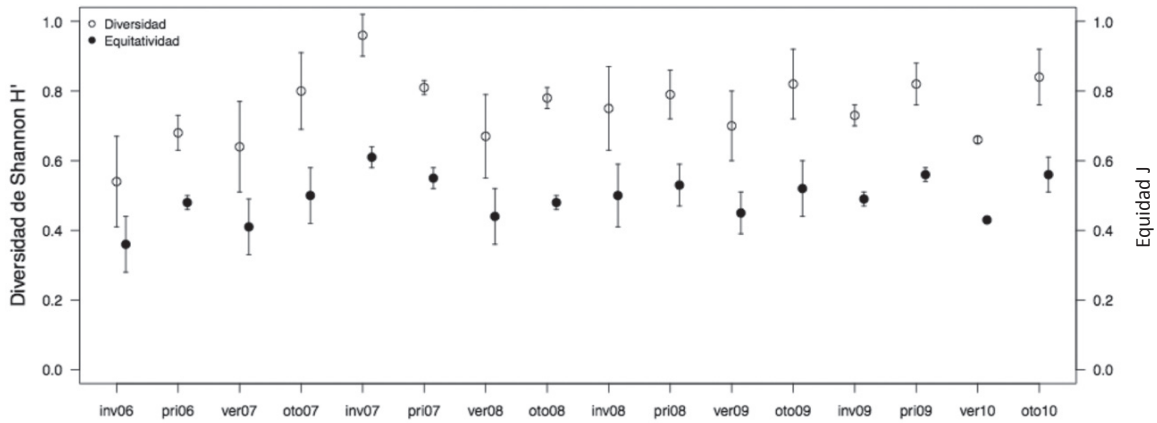


FIGURA 4. Promedio (\pm error estándar) de la diversidad y equidad de aves (definido por el índice de diversidad (H') y de equidad (J) de Shannon en el humedal del río Itata entre invierno del 2006 y otoño del 2010.

FIGURE 4. Mean species diversity and equitability (\pm standard error) in the Itata wetland between winter 2006 and autumn 2010.

una composición de especies similar (Fig. 6). El análisis basado en la abundancia de individuos mostró asociaciones temporales más marcadas que aquel basado sólo en la presencia/ausencia de éstas. Se observaron cuatro grupos significativos (A, B, C y D) agrupándose los períodos de otoño-verano debido a las altas abundancias de aves registradas, especialmente de especies pertenecientes a las familias Laridae, Pelecanidae, Scolopacidae y Rallidae, y los períodos de primavera-invierno, períodos en los cuales las abundancias de estas aves disminuyen, pero incrementa la abundancia de algunas especies pertenecientes a Charadriidae, Laridae y Phalacrocoracidae (Fig. 7).

El valor indicador (IndVal) de las especies de aves mostró que

existen 11 especies de aves que caracterizan significativamente los distintos períodos de muestreo en el río Itata. El grupo A conformado por una asociación de fechas de otoño y verano se caracterizó por el mayor número de especies indicadoras: *F. leucoptera* (79%, $P < 0.05$), *L. pipixcan* (76%, $P < 0.01$), *L. haemastica* (69%, $P < 0.05$), *V. chilensis* (50%, $P < 0.05$), *S. hirundinacea* (39%, $P < 0.01$), *C. modestus* (47%, $P < 0.01$), *L. modestus* (33%, $P < 0.05$) y *L. dominicanus* (36%, $P < 0.01$). Los grupos B (invierno) y C (invierno y primavera de diversos años) se caracterizan por la presencia y abundancia de *L. maculipennis* (11%, $P < 0.05$) en B, y *P. occipitalis* (36%, $P < 0.05$) e *H. melanurus* (25%, $P < 0.01$) en C, mientras que el grupo D (verano y otoño del 2010) sólo se caracteriza por un efecto significativo de *C. modestus* (25%, $P < 0.01$).

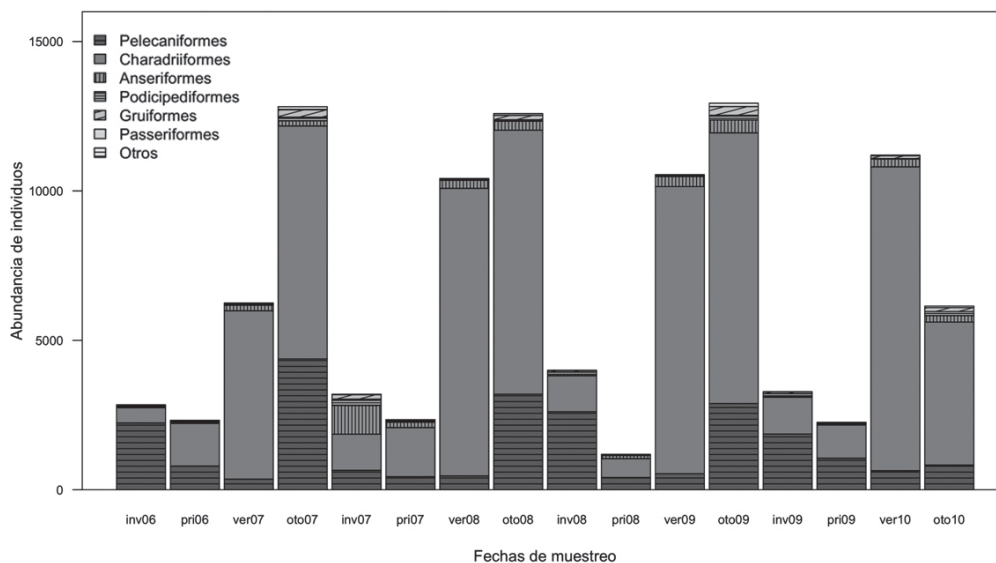


FIGURA 5. Variación temporal en la abundancia de individuos de distintos órdenes de aves acuáticas registradas en el humedal del río Itata entre invierno del 2006 y otoño del 2010. La categoría otros incluye los siguientes órdenes: Falconiformes, Ciconiiformes y Phoenicopteriformes.

FIGURE 5. Temporal variation in the bird abundance by taxonomic order in the Itata wetland between winter 2006 and autumn 2010. Falconiformes, Ciconiiformes and Phoenicopteriformes were included in the category “others”.

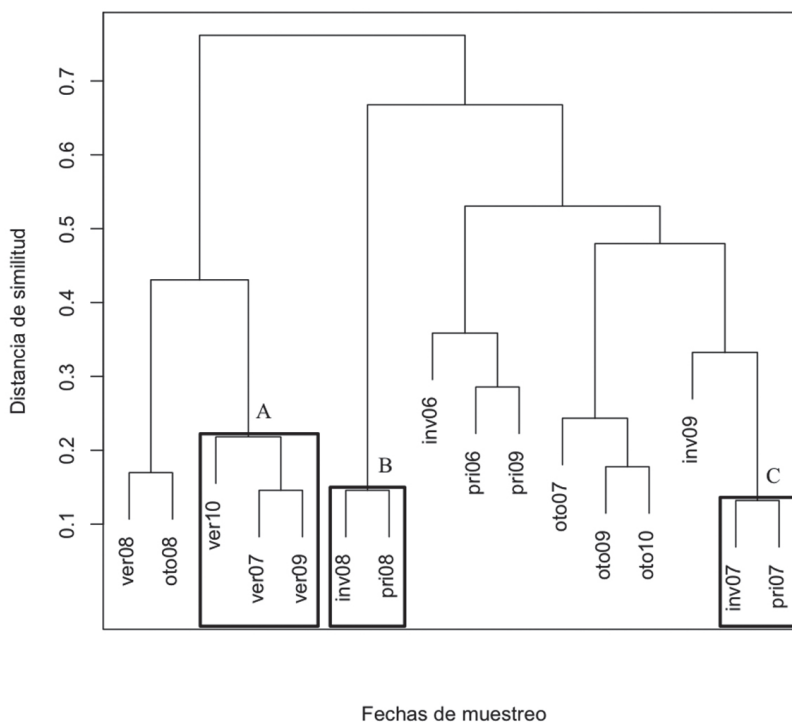


FIGURA 6. Dendrograma basado en la composición de especies de aves del humedal del río Itata entre los períodos de invierno del 2006 al otoño del 2010. Los rectángulos negros y las distintas letras muestran los clusters significativos ($P < 0.05$).

FIGURE 6. Dendrogram showing similarity in bird species composition at the Itata wetland between winter 2006 to autumn 2010. The black rectangles and letters indicate significant clusters ($P < 0.05$).

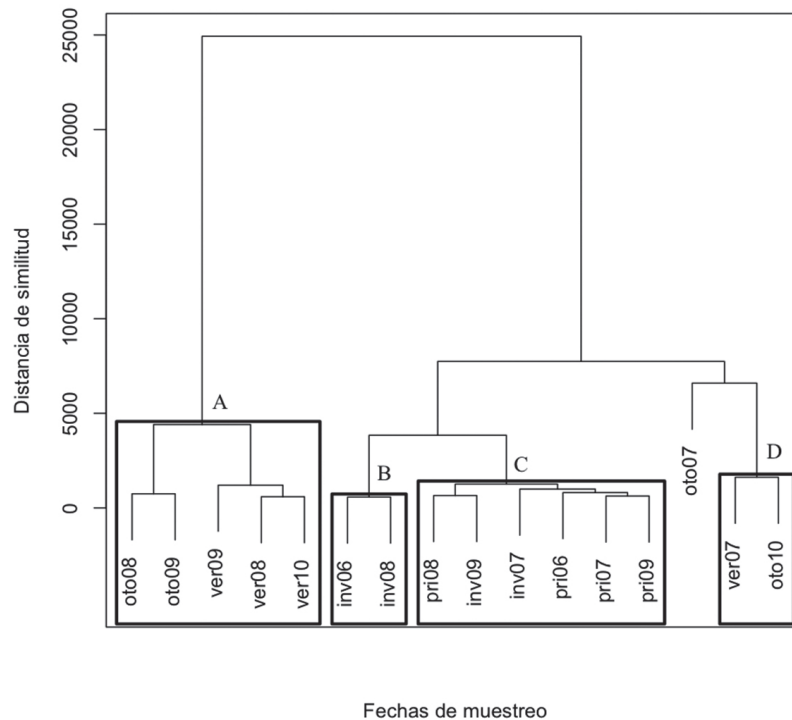


FIGURA 7. Dendrograma basado en la abundancia de aves del humedal del río Itata entre los periodos de invierno del 2006 al otoño del 2010. Los rectángulos negros y las distintas letras muestran los clusters significativos ($P < 0.05$).

FIGURE 7. Dendrogram showing similarity in bird abundance at the Itata wetland between winter 2006 to autumn 2010. The black rectangles and letters indicate significant clusters ($P < 0.05$).

DISCUSIÓN

Nuestros resultados muestran que el humedal del río Itata cumple un rol importante a nivel regional y nacional como hábitat de aves acuáticas. Sin perjuicio de que sin una corrección por esfuerzo de muestreo no es posible hacer una comparación detallada, al contrastar la riqueza de especies registrada en el humedal del Itata con otros humedales costeros bien estudiados, como son los humedales de la bahía de Coquimbo (66 especies; Tabilo *et al.* 1996, 2001), la laguna El Peral (55 especies; Riveros *et al.* 1981), el humedal El Yali (96 especies; Vilina 1994), las lagunas urbanas de la intercomuna Concepción-Talcahuano-San Pedro (26 especies; González *et al.* 2009), o el humedal del río Cruces (103 especies; Schlatter & Sielfeld 2006), se observa que las 71 especies registradas en el humedal del Itata sobrepasan la riqueza de especies de la mayoría de estos humedales, con excepción del Yali y el río Cruces, humedales catalogados como sitios Ramsar (Victoriano *et al.* 2006). La baja riqueza de especies registradas en las lagunas urbanas de la intercomuna Concepción-Talcahuano-San Pedro (González *et al.* 2009) y en la laguna El Peral (Riveros *et al.* 1981) comparada con lo registrado en el humedal del río Itata puede deberse en parte a que el humedal del Itata registra la presencia de un gran número de aves visitantes,

el que alcanza a un 20% del total de aves registradas en este sistema. Destaca también el aumento de individuos de especies visitantes en el humedal durante los periodos de otoño y verano.

La riqueza de especies registrada en el humedal del río Itata representa el 54% del total de especies de aves que habitan en aguas continentales o en ambientes de ecotono mar-agua dulce (Victoriano *et al.* 2006). Esta alta riqueza de especies puede estar asociada a la diversidad de microambientes que conforman el humedal del río Itata, entre éstos se encuentran zonas de barras de arena las cuales son mayoritariamente usadas por especies de Pelecaniformes y Ciconiiformes; zonas con vegetación ripariana donde dominan los Podicipediformes y Gruiformes; zonas de praderas húmedas, aguas someras y profundas donde destacan los Anseriformes y Podicipediformes, y las playas de duna y fango donde dominan los Charadriiformes y Scolopacidae (Estades *et al.* 2009). Por otra parte, destaca la presencia de la especie introducida *A. platyrhynchos*. Esta especie originaria del Hemisferio Norte ha sido registrada en la Laguna El Peral (Brito & Galofré 2004) y en diversos humedales del borde costero de la IX Región (Céspedes 2006). Numerosos estudios han mostrado que humedales topográficamente diversos mantienen una mayor riqueza

de especies (Paracuellos & Tellería 2004; Asfeld *et al.* 2010), y los humedales de tipo estuarino se caracterizan por una gran diversidad de condiciones ambientales dado que representan zonas ecotonales entre el agua salada del mar y el agua dulce de ríos. Esta característica junto a su alto dinamismo (i.e. efecto de las mareas y cambios en el caudal del río) influencia la estructura comunitaria de aves acuáticas, y les permite mantener una alta diversidad de especies con distintos requerimientos ecológicos (Weller 1999; Ravenscroft & Beardall 2003).

El alto dinamismo sumado a la presencia de ganado y a las diversas actividades industriales, silvícolas, hacen que en el humedal del río Itata sean casi inexistentes los hábitat de pajonal (Estades *et al.* 2009; Zaror *et al.* 2009). Esta situación determina la ausencia de algunas especies características de este tipo de ambiente como el sietecolores (*Tachuris rubrigastra* (Vieillot, 1817)) y chercán de las vegas (*Cistothorus platensis* (Latham, 1790)), además de limitar la actividad reproductiva de las aves en este sistema. Durante el período de estudio de este humedal, el registro de nidos y/o juveniles de distintas especies fue bajo.

Los análisis de diversidad y equidad del humedal del Itata sugieren que este sistema mantiene poblaciones de aves que son dominantes en términos de su abundancia. La alta representatividad numérica de individuos de las familias Laridae y Pelecanidae, y la rareza de individuos de las familias Charadriidae, Recurvirostridae y Scolopacidae, entre otros, evidencia la baja equidad de este sistema. Esto puede deberse en parte, a que la presencia de especies pertenecientes a estas familias usan el humedal durante el verano austral y no permanecen para su reproducción. Por otra parte, la presencia de 20 especies de aves costeras sugiere que este ecosistema es también importante para especies migratorias. El uso de humedales costeros por parte de estas aves ha sido documentado para otros humedales nacionales como el El Yali, y el estuario del río Lluta dónde se ha informado la presencia de hasta 12 especies de aves costeras (Vilina & Drouilly 1990; Vilina & López-Calleja 1996; Peredo & Miranda 2001). La presencia de estas especies en mayor abundancia durante los períodos de verano-otoño y su disminución o ausencia durante primavera-invierno al parecer determina el patrón temporal en la estructura del ensamble de aves asociadas a este humedal (Estades *et al.* 2009). Esta similitud temporal en la composición de especies y abundancia de individuos está asociada al uso de este humedal como sitio de descanso o alimentación por las aves migratorias (Estades *et al.* 2009).

Como mostró el análisis IndVal, un número considerable de especies de diferentes familias, aunque con dominancia de especies pertenecientes a los Charadriiformes, son indicadores de los cambios en la estructura del ensamble de aves del río

Itata a través del tiempo. Estas especies, que en su mayoría son visitantes, caracterizan significativamente un cluster temporal dadas sus abundancia y frecuencias de ocurrencia, las que podrían responder a cambios en distintas condiciones ambientales como disponibilidad de alimento, nivel de agua u otro. De hecho, variaciones diarias, estacionales y anuales en la hidrología de los humedales regulan procesos ecológicos clave asociados con la diversidad biológica (Keddy 2002). Por ejemplo, *V. chilensis* es una especie indicadora del período de otoño-verano. Se ha demostrado que esta especie es muy sensible a la presencia humana y de ganado por su efecto sobre la disponibilidad de alimento y los hábitats de forrajeo de esta especie (Galbraith 1988a, Milsom *et al.* 2002, Devereux *et al.* 2004). También se sabe que el consumo de alimento por parte de *Vanellus* sp disminuye con la humedad del suelo dado que la densidad de invertebrados es mayor en sitios húmedos (pero no inundados) (Milsom *et al.* 2002). Estas condiciones pueden encontrarse durante otoño y verano cuando el nivel del agua en el humedal es más bajo y la intensidad de las lluvias no es tan alta, lo cual puede causar aumentos en la frecuencia de ocurrencia y abundancia de individuos de esta especie. No obstante lo anterior, dada la complejidad de factores ecológicos y climáticos que influyen el uso de humedales costeros en la zona centro-sur de Chile por parte de las aves (Vilina & Cofré 2000; Vilina *et al.* 2002; Schlatter *et al.* 2002), es necesario caracterizar cualitativa y cuantitativamente las preferencias ambientales de las especies indicadoras (De Cáceres *et al.* 2010). Dado que el índice de valoración de especies ha sido usado para estudiar el rol de distintas especies en el funcionamiento de los ecosistemas, puede ser aplicado como herramienta útil de manejo y conservación de ecosistemas (Paton *et al.* 2009; Khan 2010; Podani & Csányi 2010). Por lo tanto, es necesario realizar estudios a largo plazo que integren el efecto de factores endógenos y exógenos sobre la estructura y dinámica de los ensambles de aves (Estades *et al.* 2009). Esta información será de gran utilidad para implementar estrategias de manejo y conservación de la biodiversidad de aves acuáticas en este humedal costero.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el financiamiento proporcionado por la empresa Arauco a través de un proyecto adjudicado a C.F.E. de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile. Agradecemos la colaboración en terreno de Verónica López, Roberto Thomson, Ana María Venegas, Romina Chiappe y Nicolás Fuentes. Gracias a Pámela Martínez por su ayuda en las gráficas.

BIBLIOGRAFIA

ALSFELD, A.J., BOWMAN, J.L. & DELLER-JACOBS, A. 2010. The

- influence of landscape composition on the biotic community of constructed depressional wetlands. *Restoration Ecology* 18(Issue Supplement S2): 370-378.
- BILDSTEIN, K.L., BANCROFT, G.T., DUGAN, D.H., GORDON, R.M., EDWIN, R.M., NOEL, E., PAYNE, L.X. & SENNER, S.E. 1991. Approaches to the conservation of coastal wetlands in the Western Hemisphere. *Wilson Bulletin* 103(2): 218-254.
- BRITO, J.L. & GALOFRÉ, A. 2004. Registro de patos de collar (*Anas platyrhynchos*) asilvestrados en la laguna El Peral, El Tabo, Chile Central. *Boletín Chileno de Ornitología* 10:7-8.
- CÉSPEDES, P.F. 2006. Conectividad de humedales costeros y estructura de comunidades de aves acuáticas en la IX región, Chile. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- CHEKNICK, M.R. 2008. Bootstrap methods: a guide for practitioners and researchers. John Wiley & Sons Inc. New Jersey, US.
- DELUCA, W.V., STUDDS, C.E., ROCKWOOD, L.L. & MARRA, P.P. 2004. Influence of land use on the integrity of marsh bird communities of Chesapeake Bay, USA. *Wetlands* 24(4):837-847.
- DEVEREUX, C.L., MCKEEVER, C.L., BENTON, T.G. & WHITTINGHAM, M.J. 2004. The effect of sward height and drainage on Common Starlings *Sturnus vulgaris* and Northern Lapwings *Vanellus vanellus* foraging in grassland habitats. *Ibis* 146(Suppl. 2):115-122.
- DUFRESNE, M & LEGENDRE, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.* 67(3):345-366.
- DUGAN, P.J. 1990. Wetland Conservation. A review of current issues and required action. IUCN. Gland, Switzerland.
- DUSSAILLANT, A.R. 2009. Hidrología de la Cuenca del río Itata. En: La cuenca hidrográfica del río Itata. (Eds. Parra, O., J.C. Castilla, H. Romero, R. Quiñones, & A. Camaño). pp. 27-43. Editorial Universidad de Concepción. Concepción. Chile.
- ÉSTADES, C.F., VUKASOVIC, M.A. & LÓPEZ, V. 2009. Las aves acuáticas del río Itata. En: La cuenca hidrográfica del río Itata. (Eds. Parra, O., J.C. Castilla, H. Romero, R. Quiñones, & A. Camaño). pp. 213-227 Editorial Universidad de Concepción. Concepción. Chile.
- GALBRAITH, H. 1988. Effects of agriculture on the breeding ecology of lapwings *Vanellus vanellus*. *Journal of Applied Ecology* 25(2):487-503.
- GARAY, G., JOHNSON, W. & FRANKLIN, W. 1991. Relative abundance of aquatic birds and their use of wetlands in the Patagonia of southern Chile. *Revista Chilena Historia Natural* 64(1):127-137.
- GAUTHIER, G., OISGIROUX, J.F., REED, A., BE'CHET, A. & LANGER, L. 2005. Interactions between land use, habitat use, and population increase in greater snow geese: what are the consequences for natural wetlands? *Global Change Biology* 11(6):856-868.
- GHERMANDI, A., VAN DEN BERGH, J.C.J.M., BRANDER, L.M., DE GROOT, H.L.F. & NUNES, P.A.L.D. 2010. Values of natural and human-made wetlands: A meta-analysis. *Water Resources Research* 46(12):1-12.
- GONZÁLEZ, A.L., VICTORIANO, P. & SCHLATTER, R. 2009. Waterbird Assemblages and habitat characteristics in wetlands: influence of temporal variability on species-habitat relationships. *Waterbirds* 32 (2):225-233.
- GUADAGNIN, D.L., SCHMITZ, A., CARVALHO, L.F. & ALTCHIK, L. 2005. Spatial and temporal patterns of waterbird assemblages in fragmented wetlands of southern Brazil. *Journal of the Waterbird Society* 28(3):261-404.
- HABIT, E. & ORTIZ, N. 2009. Composición, distribución y conservación de los peces de agua dulce de la Cuenca del río Itata. En: La cuenca hidrográfica del río Itata. (Eds. Parra, O., J.C. Castilla, H. Romero, R. Quiñones, & A. Camaño). pp. 127-141. Editorial Universidad de Concepción. Concepción. Chile.
- HASSAN, R., SCHOLLES, R. & ASH, N. 2005. Ecosystems and human well-being. Current state and trends. Washington, DC: Island Press. USA.
- HOULAHAN, J.E., KEDDY, P.A., MAKKAY, K. & FINDLAY, S.C. 2006. The effects of adjacent land use on wetland species richness and community composition. *Wetlands* 26(1):79-96.
- KEDDY, P. A. 2002. *Wetland Ecology: Principles and Conservation*. Cambridge University Press, Great Britain.
- KHAN, T.N. 2010. Temporal changes to the abundance and community structure of migratory waterbirds in Santragachhi Lake, West Bengal, and their relationship with water hyacinth cover. *Current Science* 99(11):1570-1577.
- KREBS, C. 1999. *Ecological methodology*. Addison-Welsey Educational Publishers Inc. Canada.
- MCCUNE, B. & GRACE, J.B. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software Design, Gleneden Beach, OR. USA.
- MANUEL, P. 2003. Cultural perceptions of small urban wetlands: cases from the halifax regional municipality, Nova Scotia, Canada. *Wetlands* 23(4):921-940.
- MILSON, T.P., HART, J.D., PARKIN, W.K. & PEEL, S. 2002. Management of coastal grazing marshes for breeding waders: the importance of surface topography and wetness. *Biological Conservation* 103(2):199-207.
- MITSCH, W.J. & GOSSELINK, J.G. 2007. *Wetlands*, 4th ed., John Wiley & Sons, Inc., New York.
- MITSCH, W.J. & GOSSELINK, J.G. 2000. The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics* 35(1):25-33.
- PARACUELLOS, M. & TELLERÍA, J.L. 2004. Factors affecting the distribution of a waterbird community: the role of habitat configuration and bird abundance. *Waterbirds* 27(4):446-453.
- PATON, D.C., ROGERS, D.J., HILL, B.M., BAILEY, C.P. & ZIEMBICKI, M. 2009. Temporal changes to spatially stratified waterbird communities of the Coorong, South Australia: implications for the management of heterogenous wetlands. *Animal Conservation* 12(5):408-417.
- PEREDO, R. & MIRANDA, L. 2001. Nuevos registros para la avifauna del estuario del río Lluta (Arica, Región de Tarapacá). *Boletín Chileno de Ornitología* 8:2-9.
- PODANI, J. & CSANYI, B. 2010. Detecting indicator species: Some extensions of the IndVal measure. *Ecological Indicators* 10(6):1119-1124.
- QUEZADA, A.E., OYARZO, H. & RUIZ, V.H. 1987. Distribución de avifauna en los distintos "hábitats" del Estuario Andalién, Bahía de Concepción, Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 21:197-206.
- RAVENCROFT, N.O.M. & BEARDALL, C.H. 2003. The importance of freshwater flows over estuarine mudflats for wintering waders and wildfowl. *Biological Conservation* 113(1): 89-97.
- RIVEROS, G., SEREY, I. & DROUILLY, P. 1981. Estructura y diversidad

- de la comunidad de aves acuáticas de la laguna El Peral, Chile Central. *Anales del Museo de Historia Natural* 14:189-196.
- SALAMANCA, M. & PANTOJA, S. 2009. Caracterización química en la zona marina adyacente a la desembocadura del río Itata. En: *La cuenca hidrográfica del río Itata*. (Eds. Parra, O., J.C. Castilla, H. Romero, R. Quiñones, & A. Camaño). pp. 177-191. Editorial Universidad de Concepción. Concepción. Chile.
- SCHLATTER, R.P. & SIELFELD, W. 2006. Avifauna y Mamíferos acuáticos de humedales en Chile. Capítulo V. En: *Macrófitos y Vertebrados de los Sistemas Límpicos de Chile*. Ed. Universitaria, Santiago, Chile.
- SCHLATTER, R.P., NAVARRO, R.A. & CORTI, P. 2002. Effects of El Niño southern oscillation on numbers of black-necked swans at Río Cruces Sanctuary, Chile. *Waterbirds* 25 (Suppl. 1):114-122.
- SHINE, C. & KLEMM, C. 1999. *Wetlands, Water and the Law: Using Law to Advance Wetland Conservation and Wise Use*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Gland, Switzerland.
- SUZUKI, R. & SHIMODAIRA, H. 2005. Pvcust: hierarchical clustering with P-values. R package version 1.0-3. <http://www.is.titech.ac.jp/wshimo/prog/pvcust/>.
- TABILO, E.R., RIQUELME, J.R., MONDACA, A., LABRA, C., CAMPUSANO, J., TABILO, M., VARELA, M. & SALLABERRY, M. 1996. Management and conservation of the habitats used by migratory shorebirds at Coquimbo, Chile. *International Waders Studies* 8:79-84.
- TABILO, E., JORGE, R. & MONDACA, V. 2001. Aves acuáticas en humedales costeros de la región de Coquimbo, Chile. *Boletín Chileno de Ornitología* 8:13-17.
- VALDOVINOS, C., MANCILLA, G. & FIGUEROA, R. 2009. Biodiversidad dulceacuática de Chile central: macroinvertebrados bentónicos del río Itata. En: *La cuenca hidrográfica del río Itata*. (Eds. Parra, O., J.C. Castilla, H. Romero, R. Quiñones, & A. Camaño). pp. 111-125. Editorial Universidad de Concepción. Concepción. Chile.
- VERHOEVEN, J.T.A., BELTMAN, B., WHIGMAM, D.F. & BOBBINK, R. 2006. Wetland functioning in a changing world: implications for natural resources management. En *Wetlands and natural resource management*. (Eds. Verhoeven, J.T.A., B. Beltman, R. Bobbink, & D.F. Whigham). pp. 1-12. Berlin: Springer-Verlag.
- VICTORIANO, P.F., GONZÁLEZ, A.L. & SCHLATTER, R. 2006. Estado de conocimiento de las aves de aguas continentales de Chile. *Gayana* 70(1):140-162.
- VILINA, Y. & DROUILLY, P. 1991. New information about the distribution of the Collared plover *Charadrius collaris* in Chile. *Wader Study Group Bulletin* 59:29.
- VILINA, Y.A. 1994. Apuntes para la conservación del humedal "Estero El Yali". *Boletín Chileno de Ornitología* 1:15-20.
- VILINA, Y.A., COFRÉ, H., SILVA-GARCÍA, M.D. & PÉREZ-FRIEDENTHAL, C. 2002. Effects of El Niño on Abundance and Breeding of Black-necked Swans on El Yali Wetland in Chile. *Waterbirds* 25 (Special publication 1):123-127.
- VILINA, Y.A. & COFRÉ, H. 2000. El Niño effects on the abundance and habitat association patterns of four grebes species in Chilean wetlands. *Waterbirds* 23(1):95-101.
- VILINA, Y. & LÓPEZ-CALLEJA, V. 1996. The Neotropical plovers of estero El Yali in central Chile. *Shorebird Ecology and Conservation in the Western Hemisphere. International Wader Studies* 8:85-92.
- WELLER, M.W. 1999. *Wetland Birds: Habitat Resources and Conservation Implications*. Cambridge Univ Press. London. UK.
- WOLFSON, L., MOKMA, D., SCHULTINK, G. & DERSCK, E. 2002. Development and use of a wetland information system for assessing wetland functions. *Lakes and Reservoirs: research and management* 7(3):207-216.
- ZAROR, C., URRUTIA, R., VIDAL, G. & GONZÁLEZ, P. 2009. Aspectos ambientales de las actividades humanas de la cuenca del río Itata. En: *La cuenca hidrográfica del río Itata*. (Eds. Parra, O., J.C. Castilla, H. Romero, R. Quiñones, & A. Camaño). pp. 311-324. Editorial Universidad de Concepción. Concepción. Chile.
- ZEDLER, J.B. & KERCHER, S. 2005. Wetland resources: Status, trends, ecosystem services, and restorability. *Annual Review of Environment and Resources* 30:39-74.
- ZEDLER, J.B. 2003. Wetlands at your service: Reducing impacts of agriculture at the watershed scale. *Ecological Environment* 1(2):65-72.
- ZHU, W.X. & EHRENFELD, J.G. 1999. Nitrogen mineralization and nitrification in suburban and undeveloped Atlantic white cedar wetlands. *Journal of Environmental Quality* 28(2):523-529.

Recibido: 08.08.11
Aceptado: 21.09.11