

# ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL

(2016) 27: 77–87

## ORIGINAL ARTICLE



### CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL Y ESTACIONAL DEL ENSAMBLE DE AVES ACUÁTICAS DE LA MESETA DEL LAGO STROBEL, PATAGONIA, ARGENTINA

Mirna L. Pohorylow<sup>1</sup> · Alejandro J. Gatto<sup>2</sup> · Julio L. Lancelotti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Boulevard Almirante Brown 3051, 9120, Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

<sup>2</sup>Centro Nacional Patagónico (CENPAT – CONICET), Boulevard Almirante Brown 2915, 9120, Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

E-mail: Mirna L. Pohorylow · mirnalow@gmail.com

**RESUMEN** · Los humedales se encuentran entre los ecosistemas más relevantes debido a su papel como reservorios de biodiversidad y su rol ecológico es particularmente importante en las regiones áridas. Este estudio analiza la estructura de los ensambles de aves acuáticas de la Meseta del Lago Strobel, un sitio importante para la conservación de las aves en Patagonia. Se analizó la composición de especies, abundancia, riqueza y diversidad específica considerando variaciones estacionales y el uso de ambientes particulares. Durante cinco años se realizaron 243 conteos en 102 lagunas, en las estaciones primavera, verano y otoño. Se analizó el uso de ambientes en base a una clasificación previa que definió cuatro tipos de lagunas: grandes no vegetadas (GNV), grandes vegetadas (GV), pequeñas vegetadas (PV) y turbias (TB). Se registraron 18 especies de aves acuáticas, pertenecientes a 5 familias y 12 géneros. La mayor abundancia de aves se observó en primavera y en lagunas GV, y el máximo de diversidad se registró en verano en las lagunas TB. La familia Anatidae dominó los ensambles en todos los tipos de lagunas y estaciones del año analizadas, tanto en términos de abundancia como en frecuencia de ocurrencia. Dos especies amenazadas incluidas en este estudio (Macá Tobiano, *Podiceps gallardoi* y Flamenco Austral, *Phoenicopterus chilensis*) y un migrante Neártico (Falaropo Común, *Phalaropus tricolor*) formaron parte de las especies importantes del ensamble. Este estudio muestra la relevancia de las características particulares de los ambientes en la conformación y dinámica temporal de los ensambles de aves acuáticas de la meseta de lago Strobel. Las lagunas de la meseta constituyen un mosaico dinámico con importantes variaciones interanuales en la abundancia de lagunas y sus características limnológicas. En este contexto las aves dependerían de la red de lagunas más que de cuerpos de agua individuales. Las acciones de manejo dirigidas a la conservación deberían contemplar al sistema completo de lagunas, considerando además su variación temporal.

#### **ABSTRACT** · Spatial and seasonal characterization of the waterbird assemblage of The Strobel Plateau, Patagonia, Argentina

Wetlands are key ecosystems due to their role as biodiversity reservoirs, and are particularly important in arid environments. We studied the waterbird assemblage structure of the Strobel Plateau, an important bird conservation area in southern Patagonia. The effects of spatial and seasonal variation on species composition, abundance, richness, and diversity were analyzed based on 243 counts in 102 shallow lakes during spring, summer, and autumn. Habitat utilization was assessed based on a previous classification which defined 4 different types of lakes: large non-vegetated (GNV), large vegetated (GV), small vegetated (PV), and turbid (TB). We recorded 18 waterbird species comprising five families and 12 genera. Maximum waterbird abundance was observed in spring in the GV lakes, while highest diversity appeared in summer at the TB lakes. Ducks and swans (family Anatidae) dominated the assemblages in all kind of lakes and during all evaluated seasons, both in abundance and frequency of occurrence. The threatened species (Hooded Grebe, *Podiceps gallardoi*; Chilean Flamingo, *Phoenicopterus chilensis*) and the only Neartic migrant (Wilson's Phalarope, *Phalaropus tricolor*) recorded were an important part of the assemblage. This study shows the importance of habitat characteristics in determining the structure of waterbird assemblages and their temporal dynamics in Lake Strobel Plateau. The plateau lakes are a dynamic mosaic showing marked seasonal variation in number and limnological characteristics. In this context, aquatic birds may depend more on the network of lakes than on individual lakes. Thus, conservation management actions need to take into account the lake system as a whole and its temporal patterns of variation.

**Key words** · Freshwater mosaics, Habitat use, Hooded Grebe, *Podiceps gallardoi*, Seasonal variation, Waterbird assemblages

Received 23 April 2015 · Revised 22 June 2015 · Accepted 14 June 2016 · Published online 26 July 2016

Communicated by Ignacio Roesler © The Neotropical Ornithological Society

## INTRODUCCIÓN

Los humedales se encuentran entre los ecosistemas más relevantes del planeta debido principalmente a su papel como reservorios de biodiversidad (Abell et al. 2008). Estos sistemas tienen un rol ecológico fundamental a escala regional y global, constituyendo uno de los principales proveedores de servicios ecosistémicos (Dugan 1990, Blanco 1999). Las aves acuáticas constituyen uno de los componentes más característicos en los humedales y tanto su riqueza como su abundancia dependen de diversos factores, como el régimen hidrológico, la estructura de la vegetación y la heterogeneidad ambiental (Weller 1999). Por lo tanto, las especies responden a variaciones en las características ambientales locales y raramente se distribuyen de manera homogénea (Paracuellos & Tellería 2004, González-Gajardo et al. 2009).

El rol ecológico de los humedales es particularmente importante en las regiones áridas, donde la supervivencia de especies animales y vegetales se encuentra limitada por la disponibilidad de agua. Tal es el caso de la estepa patagónica, en la que la precipitación media anual no supera los 300 mm (Cabrera 1976). En esta extensa región una importante porción de agua se encuentra formando lagos y lagunas, localizadas en un extenso sistema de mesetas basálticas. La Meseta del Lago Strobel es una de las mesetas basálticas más importantes en términos de superficie (más de 2500 km<sup>2</sup>) y número de lagunas que alberga (más de 1000; Lancelotti et al. 2010a). Esta meseta representa el hábitat primario para especies de aves amenazadas, como el Macá Tobiano (*Podiceps gallardoi*, críticamente amenazado), el Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*, cercano a la amenaza) y el Chorlo Ceniciento (*Pluvianellus socialis*, cercano a la amenaza) (Birdlife International 2015) y es un sitio de alimentación y reproducción de varias especies de aves acuáticas (Lancelotti et al. 2009a, Roesler et al. 2012, Roesler & Imberti 2015). Por ello esta meseta ha sido designada como Área Importante para la Conservación de la Aves (AICA) en la Argentina (Imberti 2007). Sin embargo, a pesar de su reconocida importancia ecológica (Fjeldså 1986, Scott & Carbonell 1986, Beltran et al. 1992, Johnson 1997, Imberti 2007, Lancelotti 2009, Roesler et al. 2012, Roesler & Imberti 2015), es poco lo que se conoce acerca de cómo se estructuran las comunidades de aves en función de la variabilidad ambiental y estacional.

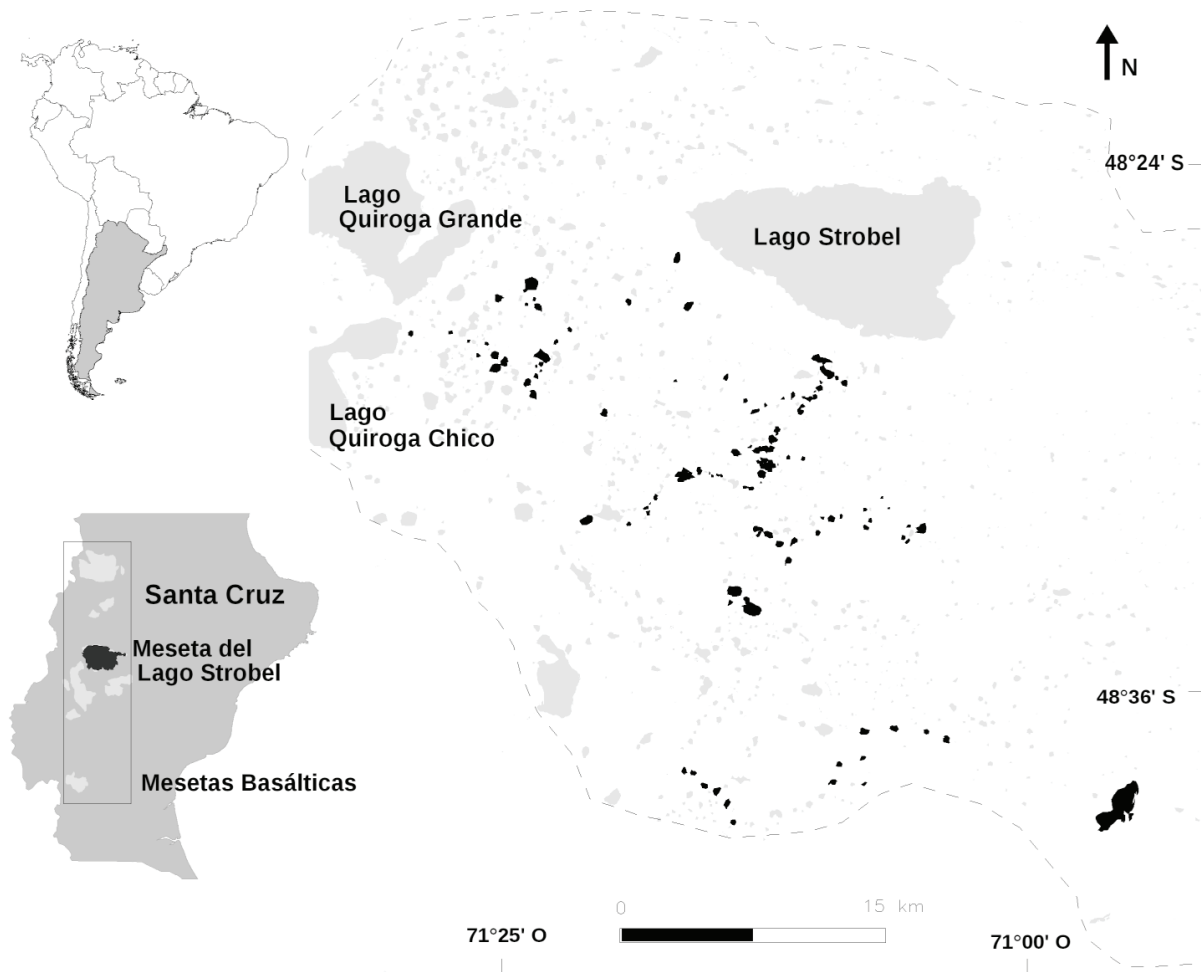
Estudios previos en la región han proporcionado un inventario general de las especies de aves acuáticas (Lancelotti et al. 2009a), han relacionado la presencia de especies con características particulares de las lagunas (Lancelotti et al. 2010b, Roesler & Imberti 2015) y han evaluado la importancia de ambientes particulares para el conjunto de aves acuáticas (Lancelotti et al. 2009a). Sin embargo, hasta el momento no se ha evaluado el uso de ambientes particulares por cada una de las especies que componen el ensamble de aves acuáticas y cómo es su variación estacional. Es esperable que las especies utilicen dis-

tintos tipos de ambientes de acuerdo a requerimientos particulares de alimentación, de hábitat de reproducción y en relación a otros aspectos relacionados con su biología y ciclos de vida, como por ejemplo durante las migraciones (Blanco 1999, Weller 1999, Gatto et al. 2008). Por lo tanto, es fundamental generar esta información para conocer el valor de ambientes particulares como hábitat para la avifauna. El objetivo de este trabajo fue caracterizar los ensambles de aves acuáticas que utilizan el sistema de lagunas de la Meseta del Lago Strobel, analizando la variación en su composición, abundancia, riqueza y diversidad específica, entre tipos de lagunas característicos y en tres estaciones del año en que las aves usan estos ambientes (primavera–otoño).

## MÉTODOS

**Área de estudio.** La Meseta del Lago Strobel (48°50'S, 71°20'O, Figura 1) está ubicada en la región centro-oeste de la provincia de Santa Cruz, Patagonia, Argentina. Esta meseta forma parte de un sistema de mesetas basálticas generadas durante el período Terciario (Panza & Franchi 2002). El hundimiento del manto basáltico dio origen a numerosas depresiones que almacenan el agua del derretimiento de la nieve y el hielo invernal, generando un extenso sistema de lagunas. Esta meseta presenta un gradiente altitudinal en el eje este–oeste, con alturas desde los 700 a los 1300 m s.n.m.. La región tiene clima seco y frío (Pereyra et al. 2002) y alta frecuencia de tormentas de viento intenso durante todo el año (Lancelotti 2009).

Las lagunas de la Meseta del Lago Strobel presentan un amplio rango de tamaños, profundidades, cobertura vegetal y turbidez (Lancelotti et al. 2009b). La vegetación acuática (macrófitas) está compuesta principalmente por vinagrilla (*Myriophyllum quitense*, Haloragaceae), la cual presenta una marcada variación espacial y temporal, llegando en algunos casos a cubrir la totalidad de la superficie de las lagunas (Lancelotti et al. 2009b). La diversidad ambiental de las lagunas puede reducirse a cuatro tipos generales, en base a una clasificación objetiva mediante el desarrollo de un análisis multivariado de diez variables limnológicas, incluyendo tanto variables morfológicas (superficie, profundidad, largo máximo, largo oeste–este), como físico-químicas (conductividad, pH, sólidos en suspensión, materia orgánica particulada en suspensión) y biológicas (cobertura de macrófitas) (ver detalles y metodología en Lancelotti et al. 2009b). Esta clasificación permitió definir cuatro tipos de lagunas: a) las “lagunas grandes no vegetadas” (GNV), que incluyen cuerpos de agua de entre 1 a 78 ha, hasta 22 m de profundidad y hasta el 5% de la superficie cubierta por vegetación acuática; b) las “lagunas grandes vegetadas” (GV), que presentan rangos de tamaño de entre 7 a 71 ha y profundidades de hasta 12 m donde las macrófitas cubren hasta el 65% de su área; c) las “lagunas pequeñas vegetadas” (PV), que son las lagunas de menor tamaño (1–10 ha)



**Figura 1.** Meseta del Lago Strobel en la Provincia de Santa Cruz, Argentina. Las áreas grises en el mapa regional muestran la distribución de las mesetas basálticas. La zona ampliada corresponde a una imagen satelital (Landsat 7) de la Meseta del Lago Strobel, en la cual se enmascaró la tierra para resaltar los lagos y las lagunas (polígonos grises). Las lagunas incluidas en este estudio están resaltadas en color negro.

y profundidades menores a 2 m, las cuales presentan más del 90% del área cubierta por macrófitas; y d) las “lagunas turbias” (TB), que están caracterizadas por presentar una alta conductividad ( $> 2000 \mu\text{s}$ ), tienen tamaño variable (2–76 ha), no poseen cobertura por macrófitas y en general son someras (profundidades  $< 4$  m).

**Conteos de aves acuáticas.** Para llevar a cabo el objetivo del presente estudio se complementó considerablemente la toma de datos iniciada anteriormente en la región (Lancelotti et al. 2009a) duplicando tanto el número de lagunas relevadas como las visitas a la zona de estudio. Se efectuaron 243 conteos de aves acuáticas (incluyendo los correspondientes a Lancelotti et al. 2009a) abarcando 102 lagunas de la Meseta del Lago Strobel a lo largo de cinco años (2004, 2005, 2006, 2009 y 2010). Los conteos se realizaron durante el período en que las aves están presentes en la meseta, que se extiende desde mediados de primavera, e incluye el verano hasta el inicio del otoño, momento en el cual la superficie de las lagunas se

congela y las aves se desplazan a otras regiones. Los conteos fueron efectuados durante diez visitas a la zona de estudio, cuatro durante la primavera, cuatro durante el verano y dos durante el otoño. Debido a la variabilidad anual y estacional del régimen hidrológico y a impedimentos logísticos (estados de los caminos, ríos crecidos, etc.) no fue posible la realización de los conteos sobre el mismo grupo de lagunas en todas las visitas. Sin embargo, durante cada visita se intentó lograr un diseño equilibrado en cuanto a la representación de los cuatro tipos de lagunas. Se registró la presencia y abundancia de aves acuáticas mediante conteos directos, utilizando binoculares (10x50) y telescopios (25x y 40x) desde uno o más puntos de observación, registrándose la totalidad de las aves de cada ambiente y se identificó cada individuo a nivel de especie siguiendo la nomenclatura de Remsen et al. (2015). En los casos en que se generó incertidumbre en los conteos de una determinada especie, debido al movimiento de las aves, al alto número de individuos o a agregaciones densas, se hicieron conteos repetidos de dicha especie en ese

ambiente (durante la misma visita al sitio) y se registró el valor promedio del recuento (Lancelotti et al. 2009a). El protocolo de muestreo sólo incluyó el conteo de las especies de aves que utilizaron el espejo de agua, por lo que no fueron incluidos el Chorlo Ceniciento (*Pluvianellus socialis*), Chorlo Doble Collar (*Charadrius falklandicus*) y Chorlo Pecho Canela (*Charadrius modestus*); el Playerito Rabadilla Blanca (*Calidris fuscicollis*), Playerito Unicolor (*C. bairdii*), Gaviota Cocinera (*Larus dominicanus*), Gaviota Capucho Café (*Chroicocephalus maculipennis*), Cauquén Común (*Chloephaga picta*) y Ostrero Austral (*Haematopus leucopodus*), ni aves paseriformes que se observan en las orillas y alrededores de las lagunas.

**Análisis de datos.** Se determinó la frecuencia de ocurrencia de cada familia y especie registrada como el porcentaje de conteos en donde la especie o familia estuvo presente. Se realizó un análisis de abundancia, riqueza y diversidad específica para los cuatro tipos de lagunas y para cada estación del año analizada, agrupando los conteos de todo el período de estudio. La abundancia estacional por especie se definió por medio de un indicador relativo, como la suma del número máximo de individuos observados de cada especie por tipo de laguna para cada estación (Gatto et al. 2005). Siguiendo el mismo procedimiento se calculó la abundancia relativa de cada especie para cada tipo de laguna como la suma del número máximo de individuos de cada especie observados por estación del año para cada tipo de laguna.

Se calculó la riqueza específica observada, como el número de especies observadas, y la riqueza específica estimada mediante curvas de rarefacción, de modo de efectuar las comparaciones necesarias (entre tipos de laguna y estaciones del año) mediante los intervalos de confianza (95%) generados por el mismo análisis. Este método es necesario para comparar la riqueza específica cuando las muestras difieren en tamaño (Gotelli & Colwell 2011), utilizando como referencia el menor tamaño de muestra para cada análisis (Krebs 1999, Gotelli & Colwell 2011). Por otro lado, se estimó la diversidad específica utilizando el índice de diversidad y equitatividad de Simpson (Krebs 1999). Se graficaron curvas de rango-abundancia (gráficos de dominancia-diversidad o curvas de Whittaker) para cada estación y tipo de laguna (Krebs 1999, Feinsinger 2001). Sumado a esto se utilizó la interpretación conjunta de los índices de Sørensen y Morisita-Horn (Krebs 1999, Jost et al. 2011) como estimadores de la diversidad beta entre los ensambles de aves acuáticas de las lagunas. El primero de los índices se enfoca en la proporción de especies compartidas entre los ensambles comparados; mientras que el segundo tiene en cuenta además la abundancia relativa de las especies, pudiendo interpretarse como la probabilidad de que al tomar al azar un individuo de cada uno de los ensambles comparados, estos pertenezcan a la misma especie.

Se utilizó además el Índice de Importancia Relativa (IIR) utilizado por Gatto et al. (2005) como un

estimador de la importancia de cada especie en el ensamble general. Este índice analiza en forma conjunta la frecuencia de ocurrencia, la abundancia y la variación temporal en el ensamble de aves:

$$IIR = \frac{N_i}{N_t} * \frac{L_i + E_i}{L_t + E_t} * 100$$

donde  $N_i$  es la suma de las abundancias relativas estacionales de la especie  $i$ ,  $N_t$  es la suma de las abundancias relativas generales estacionales,  $L_i$  es el número de lagunas de cada tipo en las cuales la especie  $i$  estuvo presente,  $E_i$  es el número de estaciones del año en las cuales la especie  $i$  estuvo presente,  $L_t$  y  $E_t$  son el número total de lagunas y estaciones del año respectivamente. En base a este índice se consideran como relevantes para el ensamble aquellas especies que tengan un valor por encima de 0,5 (Echevarría & Chani 2000).

Todos los análisis fueron efectuados mediante el programa estadístico R versión 2.15.1 (R Core Team 2012) utilizando funciones incluidas en el núcleo básico del programa y el paquete específico de ecología de comunidades “vegan” (Oksanen et al. 2012).

## RESULTADOS

**Estructura taxonómica.** Se registraron 18 especies de aves acuáticas, representando un total de 37.380 individuos. Las especies registradas pertenecieron a cinco familias dentro de cinco órdenes. La estructura taxonómica del ensamble de aves acuáticas estuvo dominada por especies de la familia Anatidae, representada por 11 especies (Tabla 1). La familia Podicipedidae, representada por tres especies, fue la segunda familia más importante (Tabla 1). Por otro lado, las familias Rallidae, Phoenicopteridae y Scolopacidae estuvieron representadas por dos especies la primera y por una especie las restantes (Tabla 1).

La familia Anatidae también mostró la mayor frecuencia de ocurrencia, con presencia en más del 90% de los conteos (Tabla 1). El Pato Crestón y el Quetro Volador estuvieron presentes en más de la mitad de los conteos realizados (Tabla 1). La familia Podicipedidae estuvo presente en más del 30% de los conteos. La familia Rallidae estuvo representada principalmente por la Gallareta Chica, mientras que la familia Phoenicopteridae estuvo representada por el Flamenco Austral (Tabla 1). Entre las especies menos frecuentes se encontraron Pato Picazo, Pato Zambullidor Chico, Pato Zambullidor Grande y Falaropo Común (Tabla 1).

Las especies más abundantes (Cisne Cuello Negro, Pato Overo y Pato Cuchara) obtuvieron los valores más altos del IIR y fueron las especies dominantes del ensamble general (Tabla 1 y 2). Mientras que otras especies con alta frecuencia de ocurrencia, pero comparativamente menos abundantes, como Pato Crestón y Quetro Volador, obtuvieron valores menores

**Tabla 1.** Índice de importancia relativa (IIR), frecuencia de ocurrencia de las familias y de las especies de aves acuáticas que utilizaron las lagunas de la Meseta del Lago Strobel, provincia de Santa Cruz, Argentina durante el período de estudio. El código representa la forma abreviada de identificar cada especie de ave acuática estudiada. <sup>R</sup>: Reproducen en las lagunas. <sup>MN</sup>: Migrador Neártico.

Familia	Nombre común	Nombre científico	Frecuencia de ocurrencia	IIR	Código
Podicipedidae			37		
	Macá Tobiano	<i>Podiceps gallardoi</i> <sup>R</sup>	28	1,74	MT
	Macá Plateado	<i>Podiceps occipitalis</i> <sup>R</sup>	22	3,85	MP
	Macá Común	<i>Rollandio rolland</i>	25	0,06	MC
Phoenicopteridae			32		
	Flamenco Austral	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	32	2,76	FA
Anatidae			93		
	Pato Crestón	<i>Lophonetta specularioides</i> <sup>R</sup>	54	3,34	PC
	Quetro Volador	<i>Tachyeres patachonicus</i> <sup>R</sup>	53	1,85	QV
	Cisne Cuello Negro	<i>Cygnus melancoryphus</i> <sup>R</sup>	48	29,33	CCN
	Pato Overo	<i>Anas sibilatrix</i>	46	18,72	PO
	Pato Cuchara	<i>Anas platalea</i>	44	14,68	PCU
	Pato Maicero	<i>Anas georgica</i>	34	5,91	PM
	Coscoroba	<i>Coscoroba coscoroba</i>	22	1,94	CO
	Pato Barcino	<i>Anas flavirostris</i>	18	2,71	PB
	Pato Picazo	<i>Netta peposaca</i>	6	0,15	PP
	Pato Zambullidor Chico	<i>Oxyura vittata</i>	3	0,16	ZC
	Pato Zambullidor Grande	<i>Oxyura jamaicensis</i>	2	0,10	ZG
Rallidae			25		
	Gallareta Chica	<i>Fulica leucoptera</i> <sup>R</sup>	22	9,04	GC
	Gallareta Ligas Rojas	<i>Fulica armillata</i> <sup>R</sup>	3	0,16	GLR
Scolopacidae			3		
	Falaropo Común	<i>Phalaropus tricolor</i> <sup>MN</sup>	3	2,44	FC

para este índice, formando parte de las especies principales del ensamble general (Tablas 1, 2). El 72% de las especies registradas en el ensamble presentaron valores de IIR superiores a 0,5 (Tabla 1), y sólo cinco de las especies del ensamble general obtuvieron valores menores a uno.

Siete de las especies registradas (39%) fueron observadas reproduciendo en las lagunas (Tabla 1). La mayoría de los individuos de Macá Tobiano fueron observados en colonias y gran parte de los individuos de Quetro Volador pertenecieron a parejas reproductoras. Sin embargo, el resto de las especies de aves que reproducen en la región presentaron números sustancialmente bajos de eventos reproductivos en relación a su abundancia observada y en ningún caso los pichones llegaron a representar más del 1% de la población observada.

**Abundancia y diversidad específica estacional.** Para la totalidad de las especies estudiadas el valor máximo de abundancia se observó en primavera,

descendiendo durante el verano y alcanzando el valor mínimo en el otoño (Tabla 2). Durante el verano se observó el valor máximo de diversidad específica y equitatividad, siendo menores y similares en las restantes estaciones (Tabla 2). Asimismo, la riqueza de especies fue similar durante la primavera y el verano ( $P > 0,05$ , Tabla 2), registrándose un ensamble más rico en especies durante estos meses que durante el otoño ( $P < 0,05$ , Tabla 2).

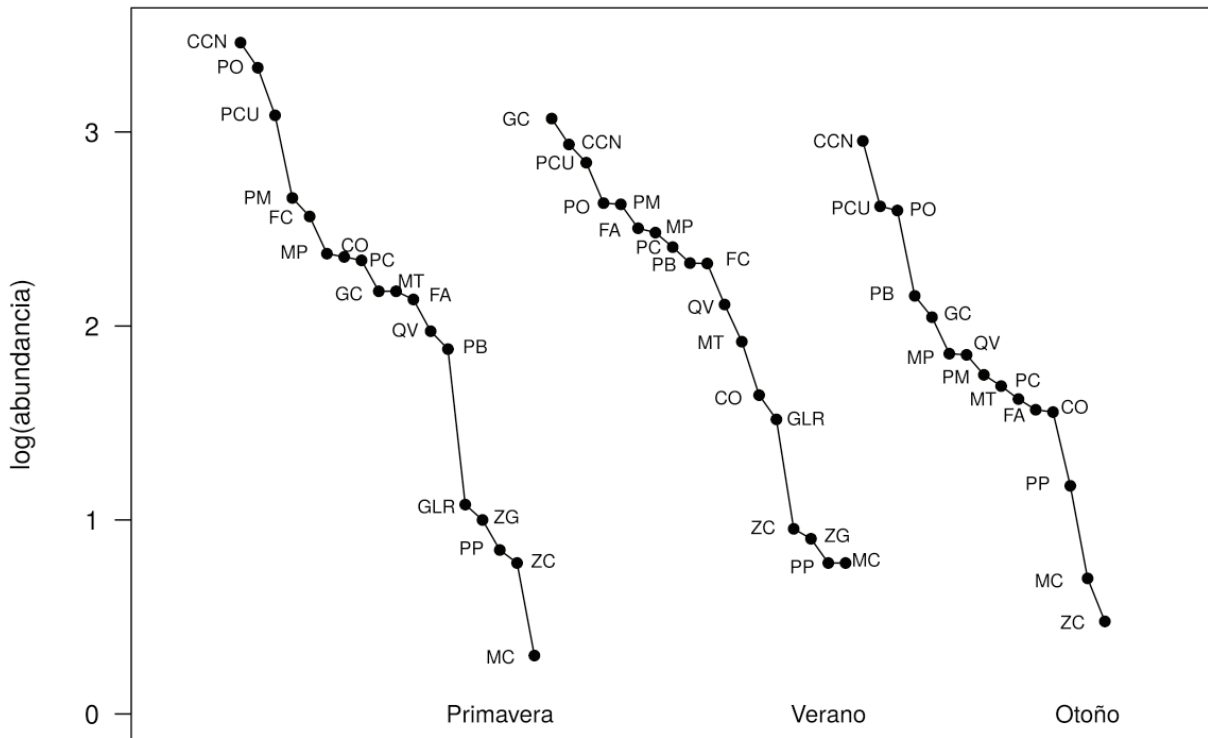
Las tres especies más abundantes, Cisne Cuello Negro, Pato Overo y Pato Cuchara, obtuvieron valores de abundancias máximos en primavera, mientras que el valor mínimo de abundancia para el Cisne Cuello Negro se registró en verano, en tanto que para Pato Overo y Pato Cuchara fue registrado en otoño. La abundancia general observada varió de manera similar para las estaciones estudiadas (Tabla 2), mientras que la abundancia máxima de la Gallareta Chica (la cuarta especie más abundante) fue detectada en verano (Tabla 2), siendo una especie dominante en dicha estación. Las especies dominantes restantes

TABLA 2. Abundancia y diversidad específica estacional y por tipo de laguna de las aves acuáticas que utilizaron las lagunas de la Meseta del Lago Strobel, provincia de Santa Cruz, Argentina durante el período de estudio. Los números entre paréntesis corresponden al número de conteos realizados para cada categoría. La abundancia fue estimada utilizando un indicador relativo (ver métodos). EE: error estándar. IC: intervalo de confianza del 95%. Ver abreviaturas de los nombres de los tipos de lagunas en la sección de Métodos.

Especie	Estación				Tipo de lagunas			Total (243)
	Primavera (86)	Verano (115)	Otoño (42)	GNV (77)	GV (54)	PV (62)	TB (50)	
Cisne Cuello Negro	2890	863	899	260	3224	723	445	4652
Pato Overo	2145	430	394	99	1564	681	625	2969
Pato Cuchara	1219	695	414	145	535	394	1254	2328
Gallareta Chica	151	1173	111	868	484	78	5	1435
Pato Maicero	457	424	56	118	421	245	153	937
Macá Plateado	236	303	72	30	179	29	373	611
Falaropo Común	367	210		43	190		344	577
Pato Crestón	218	255	49	66	61	194	201	522
Flamenco Austral	137	319	37	125	127	53	188	493
Pato Barcino	76	211	143	45	137	191	57	430
Coscoroba	227	44	36	14	138	32	123	307
Quetro Volador	94	129	71	150	60	15	69	294
Macá Tobiano	151	83	42	65	166	20	25	276
Gallareta Ligas Rojas	12	33			27	18		45
Pato Picazo	7	6	15		18	9	1	28
Pato Zambullidor Chico	6	9	3	3	11	4		18
Pato Zambullidor Grande	10	8		8	4	5	1	18
Macá Común	2	6	5		10	3		13
Riqueza específica	18	18	15	15	18	17	15	
Riqueza estimada ( $\pm$ EE)	17,2 $\pm$ 0,7	17,9 $\pm$ 0,3			17,7 $\pm$ 0,5	17,0 $\pm$ 0,1	14,0 $\pm$ 0,7	
IC Riqueza estimada	[15,8–18,6]	[17,4–18,4]			[16,6–18,7]	[16,7–17,3]	[12,6–15,4]	
Abundancia general	8405	5201	2347	2039	7356	2694	3864	15.953
Diversidad específica	<b>4,7</b>	<b>8,1</b>	<b>4,6</b>	<b>4,53</b>	<b>3,95</b>	<b>5,64</b>	<b>5,87</b>	
Equitatividad	<b>0,26</b>	<b>0,45</b>	<b>0,26</b>	<b>0,25</b>	<b>0,22</b>	<b>0,31</b>	<b>0,33</b>	

fueron en general las mismas durante todas las estaciones (Figura 2). El resto de las especies mostró variaciones relativamente bajas en su importancia relativa y, en términos generales el ensamble no mos-

tró cambios sustanciales en su composición (Figura 2). Es importante destacar que el Faloropo Común fue una especie importante del ensamble durante la primavera y el verano, a pesar de su relativamente baja



**Figura 2.** Curvas de rango-abundancia de las especies de aves acuáticas por estación del año durante el período de estudio en lagunas de la Meseta del Lago Strobel en la Provincia de Santa Cruz, Argentina. El eje horizontal representa la secuencia de especies ordenada de mayor a menor abundancia relativa. La abundancia relativa está expresada como el logaritmo en base 10 de la abundancia. Los códigos de las especies se muestran en la Tabla 1.

abundancia a nivel general. Asimismo, las dos especies analizadas en categoría de amenaza, Macá Tobiano y Flamenco Austral, también formaron parte importante del ensamble.

**Abundancia y diversidad específica por tipo de laguna.** Se observaron variaciones sustanciales en la abundancia y diversidad entre los tipos de lagunas de la Meseta del Lago Strobel. Las lagunas GV presentaron la mayor abundancia (Tabla 2), mientras que las lagunas GNV, que tienen el mismo rango de tamaño que las anteriores, presentaron el menor valor de abundancia general (Tabla 2). En las lagunas PV y TB se observaron valores intermedios (Tabla 2).

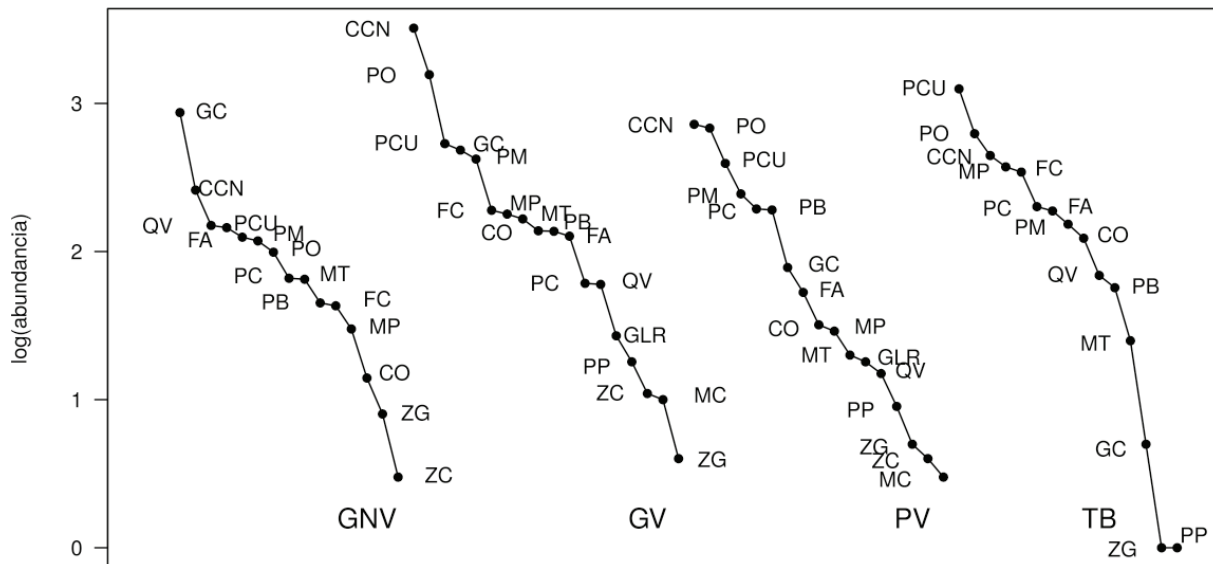
Los valores más altos de riqueza se obtuvieron para las lagunas vegetadas (PV y GV) y los menores para las lagunas sin vegetación (GNV y TB). No se encontraron diferencias significativas en la riqueza de las lagunas GV y PV ( $P > 0,05$ , Tabla 2), ni entre las lagunas GNV y TB ( $P > 0,05$ , Tabla 2). En cambio, el número de especies presentes fue significativamente diferente entre el primer par de lagunas (GV-PV) y el segundo par de lagunas (GNV-TB) ( $P < 0,05$ , Tabla 2). En las lagunas TB y las PV se registraron los valores más altos de diversidad específica (Tabla 2), mientras que las lagunas GV presentaron el valor mínimo de este índice.

Las cuatro especies más abundantes mostraron diferencias particulares en el uso de los tipos de lagu-

nas. Las mayores abundancias de Cisne Cuello Negro y Pato Overo se observaron en lagunas GV y valores mínimos en lagunas GNV (Tabla 2). El Pato Cuchara presentó valores máximos de abundancia en lagunas TB, donde fue una especie dominante, y mínimos en lagunas GNV (Tabla 2). Los valores máximos de abundancia de la Gallareta Chica fueron observados en lagunas GNV (Figura 3), donde fue la única especie dominante (Tabla 2). Cisne Cuello Negro y Pato Overo fueron parte de las especies dominantes en casi todos los tipos de lagunas, y particularmente en ambos tipos de lagunas vegetadas, a excepción de las lagunas GNV (Figura 3). Las especies con abundancias menores mostraron variación en cuanto a su presencia en los tipos de lagunas (Figura 3). El Macá Tobiano mostró las mayores abundancias las lagunas GV, mientras que el Flamenco Austral utilizó principalmente lagunas grandes (vegetadas y no vegetadas) y turbias y el Falaropo Común utilizó en mayor número lagunas TB y GV y no fue observado utilizando lagunas PV.

El análisis de diversidad beta entre los tipos de laguna mostró que los ensambles comparten gran parte de las especies de aves acuáticas entre sí (entre el 88% y el 97%, índice de Sørensen, Tabla 3). Sin embargo, cuando se tiene en cuenta también sus abundancias relativas su similitud se reduce notablemente (entre el 11% y el 46%, índice de Morisita-Horn, Tabla 3).





**Figura 3.** Curvas de rango-abundancia de las especies de aves acuáticas por tipo de laguna de la Meseta del Lago Strobel en la Provincia de Santa Cruz, Argentina. El eje horizontal representa la secuencia de especies ordenada de mayor a menor abundancia relativa. La abundancia relativa está expresada como el logaritmo en base 10 de la abundancia. Los códigos de las especies se muestran en la Tabla 1.

**DISCUSIÓN**

Los valores de abundancia de aves acuáticas observados indican que la Meseta del Lago Strobel tiene un rol ecológico importante a nivel regional, en sintonía con otros trabajos publicados para el mismo sitio (Fjeldsá 1986, Scott & Carbonell 1986, Beltran et al. 1992, Johnson 1997, Imberti 2007, Lancelotti 2009, Roesler et al. 2012, Roesler & Imberti 2015). Las 18 especies de aves acuáticas observadas en esta meseta representan casi la mitad (41%) de las aves acuáticas descritas para la zona (Coconier & Blanco 2005, Narosky & Yzurieta 2012). En estudios previos (Lancelotti et al. 2009a) donde se analizó de forma preliminar la información para las primeras dos temporadas de este trabajo, se registró el mismo número de especies. Estos resultados indican que el ensamble de aves es poco variable entre años, incluso considerando que el estudio incluyó períodos de años húmedos (2004, 2005 y 2006) y secos (2009 y 2010).

Este tipo de ensamble dominado por unas pocas especies de anátidos ha sido observado en otros humedales de la región patagónica (Santos Gollan 1951, Garay et al. 1991, Kusch et al. 2008, Lisnizer et al. 2008, Pescador & Peris 2009). Este patrón podría responder a factores relacionados con la abundancia poblacional global de cada especie, a diferencias en los rangos de distribución y/o requerimientos específicos de hábitat. Sin embargo, es poco lo que se conoce acerca de estos aspectos para las especies de la región.

Es importante destacar que si bien casi la mitad de las especies registradas fueron detectadas reproduciendo en el área, sólo se registraron escasos individuos reproduciendo en las lagunas estudiadas, exceptuando al Macá Tobiano y al Quetro Volador,

que contaron con numerosos registros de reproducción. Este hecho sugiere que las lagunas de la Meseta del Lago Strobel serían sitios de alimentación, mientras que varias de las especies utilizarían otros sitios como hábitat reproductivo, tales como ambientes de mallines de vertientes que rodean el borde inferior de la meseta (I. Roesler com. pers.).

Durante este estudio no fueron registradas especies de aves acuáticas de hábitos piscívoros. Esto puede deberse principalmente a que no se han detectado anfibios ni peces nativos en las lagunas de la Meseta del Lago Strobel (Lancelotti 2009). Sin embargo, más de 40 de estas lagunas han sido sembradas con trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), generando un sistema de cultivo extensivo (Lancelotti et al. 2009b). En algunas de las lagunas analizadas que han sido sembradas con salmónidos exóticos ocasionalmente se han observado ejemplares de Biguá (*Phalacrocorax brasilianus*) (J. Lancelotti observ. pers.). Asimismo, se han observado Garzas Blancas (*Ardea alba*) en la desembocadura del río Barrancoso sobre el Lago Strobel (este ambiente no ha sido incluido en este estudio).

La abundancia de aves acuáticas varió considerablemente a lo largo de las estaciones estudiadas. Esto puede deberse al patrón de dispersión estacional de varias de las especies observadas, las cuales se desplazan hacia el sur durante la primavera, llegando en muchos casos hasta la Isla de Tierra del Fuego, y luego hacia el norte siguiendo otras rutas que no incluirían estos humedales (Blanco et al. 2008). Asimismo, es esperable que ocurran variaciones estacionales en la abundancia y disponibilidad de alimento en el hábitat, que en general es menor en otoño que en primavera, debido principalmente a efectos de depredación y herbivoría y a la fenología de las macrófitas



**Tabla 3.** Índices utilizados como estimadores de la diversidad beta de los ensamblajes de aves acuáticas presentes en los diferentes tipos de lagunas de la Meseta del Lago Strobel, provincia de Santa Cruz, Argentina durante el período de estudio. En la parte superior de la diagonal se informa el índice de Sørensen, en la parte inferior el índice de Morisita-Horn. Ver abreviaturas de los nombres de los tipos de lagunas en la sección de Métodos.

	GNV	GV	PV	TB
GNV	-	0,91	0,88	0,97
GV	0,23	-	0,97	0,94
PV	0,17	0,11	-	0,91
TB	0,37	0,46	0,31	-

(Scheffer 1998, Badzinski et al. 2006, Hornung & Foote 2006).

Se observó mayor riqueza de especies durante la primavera y el verano, encontrándose en esta última estación el máximo de diversidad específica. La diferencia observada entre la riqueza de especies y la diversidad específica podría responder a la mayor abundancia de las especies dominantes del ensamblaje durante la primavera, resultando en valores relativamente menores de diversidad específica. Sin embargo, en verano la abundancia de las especies se equipara, lo que genera una mayor diversidad específica y equitatividad. Por ejemplo, en términos de abundancia la Gallareta Chica dominó el ensamblaje general de aves durante el verano, a pesar de no tener una alta frecuencia de ocurrencia en el ensamblaje general.

Los ensamblajes de aves acuáticas presentaron diferencias importantes entre los cuatro tipos de lagunas. En las lagunas GV se observaron las mayores abundancias de individuos de las especies dominantes, por lo que a la vez se obtuvieron valores menores de diversidad específica en comparación con las lagunas TB y las lagunas PV, que presentaron menores abundancias de aves. Estos tres tipos de lagunas además presentaron diferencias a nivel específico, ya que el Cisne Cuello Negro y el Pato Overo fueron las especies dominantes en las lagunas GV, mientras que en las lagunas TB y GNV fueron respectivamente más abundantes Pato Cuchara y Gallareta Chica. Las diferencias observadas en la estructura de los ensamblajes entre los tipos de lagunas sugieren que la diversidad de ambientes sustenta la alta diversidad y abundancia de aves acuáticas en la meseta, como ha sido observado en otros sistemas (Riffell et al. 2003).

Varios estudios indican que el tamaño de las lagunas es una variable importante para explicar la presencia y la abundancia de aves acuáticas (Pescador & Peris 2009, Sebastián-González & Green 2013). Sin embargo, en el presente estudio la abundancia y riqueza específica fue mayor en las lagunas GV que en las lagunas GNV, a pesar de que ambas tuvieron el mismo rango de tamaños. Asimismo, en las lagunas

PV se observaron mayores abundancias para la mayoría de las especies que en las lagunas GNV. Este resultado indica que en esta región además del área otras características ambientales son también relevantes para la avifauna acuática. Las lagunas vegetadas podrían ofrecer relativamente mayor disponibilidad y diversidad de alimento (Hanson & Butler 1994, Longcore et al. 2006). A la vez, las macrófitas representan una barrera física para el oleaje generado las frecuentes tormentas de vientos de la región, por lo que en las lagunas vegetadas las aves están menos expuestas a las inclemencias climáticas y por lo tanto son frecuentemente usadas para la alimentación, descanso y reproducción.

En el caso particular del Falaropo Común los resultados de este trabajo coinciden en términos generales con lo observado en la misma región por Roesler & Imberti (2015). Esta especie se encontró en altas concentraciones pero en un número reducido de lagunas. Roesler & Imberti (2015) sugieren que la abundancia de Falaropo Común está positivamente correlacionada con la superficie de las lagunas. Los resultados del presente trabajo en parte muestran una tendencia similar, ya que esta especie no estuvo presente en lagunas PV. Sin embargo, la mayoría de los ejemplares fueron observados en lagunas poco profundas y con alta conductividad, lo que sugiere que la profundidad y salinidad (una variable no analizada en el trabajo citado) también podría ser relevantes para explicar la presencia y abundancia de esta especie.

Las especies de aves mostraron variaciones estacionales en el uso de los tipos de lagunas de la meseta, demostrando la importancia de las características particulares de los ambientes en la conformación y dinámica temporal de los ensamblajes de aves acuáticas de la región. A la vez, este sistema de lagunas presenta importantes variaciones interanuales, tanto en el número cuerpos de agua como en sus características limnológicas (Lancelotti et al. 2010a), indicando que las aves varían su distribución espacial en función de la disponibilidad de ambientes. En este contexto, los resultados obtenidos apoyan la premisa de que tanto la abundancia y riqueza (Riffell et al. 2003) como la supervivencia (Skagen & Knopf 1994, Williams 1999) de las aves depende de redes de humedales más que de cuerpos de agua individuales. Por lo tanto, las acciones de manejo dirigidas a la conservación de las especies de aves acuáticas de la región y su hábitat deberían contemplar al sistema completo de lagunas, considerando además su variación temporal.

## AGRADECIMIENTOS

Al Centro Nacional Patagónico (CENPAT – CONICET) por el apoyo institucional. Este estudio fue posible gracias a la invaluable colaboración de los propietarios de los campos en que se realizaron los conteos: Ángel y Alberto Rodríguez (Ea. Lago Strobel), Julio Citadini (Ea. Laguna Verde) y Marcelo Martínez (Ea.

La Justita). Durante las campañas participaron Federico Márquez, Luciana Pozzi, Aníbal Lezcano, Lucas Bandieri y Cristian Gómez. Parte de las campañas fueron financiadas gracias a la beca “Conservar la Argentina de Aves Argentinas”.

## REFERENCIAS

- Abell, R, ML Thieme, C Revenga, M Bryer, M Kottelat, N Bogutskaya, B Coad, N Mandrak, S Contreras Balderas, W Bussing, ML Stiassny, P Skelton, GR Allen, P Unmack, A Naseka, R Ng, N Sindorf, J Robertson, E Armijo, JV Higgins, TJ Heibel, E Wikramanayake, D Olson, HL López, RE Reis, JG Lundberg, MH Sabaj Pérez & P Petry (2008) Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience* 58: 403–415.
- Badzinski, SS, DC Ankney & SA Petrie (2006) Influence of migrant Tundra Swans (*Cygnus columbianus*) and Canada Geese (*Branta canadensis*) on aquatic vegetation at Long Point, Lake Erie, Ontario. *Hydrobiologia* 567: 195–211.
- Beltran, J, C Bertonatti, A Johnson, A Serret & P Sutton (1992) Actualizaciones sobre la distribución, biología y estado de conservación del Macá Tobiano (*Podiceps gallardoi*). *Hornero* 13: 193–199.
- BirdLife International (2015) *Country profile: Argentina*. Descargado el 18 de noviembre de 2015 de <http://www.birdlife.org/datazone/country/argentina>.
- Blanco, DE (1999) Los humedales como hábitat de aves acuáticas. Pp 219–228 en Malvarez, AI (ed). *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. ORCYT-UNESCO, Montevideo, Uruguay.
- Blanco, DE, B López Lanús & RJ Baigún (2008) *Mapping waterbird distribution and migration in South America*. Wetlands International, Buenos Aires, Argentina.
- Cabrera, AL (1976) Regiones fitogeográficas argentinas. Pp 1–85 en *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Acme, Buenos Aires, Argentina.
- Coconier, E & DE Blanco (2005) Reporte final aves acuáticas en la Argentina. La Conservación de las Aves Acuáticas para las Américas (Waterbird Conservation for the Americas). Wetlands International, Buenos Aires, Argentina.
- Dugan, PJ (1990) Wetland conservation: a review of current issues and required action. IUCN, Gland, Switzerland.
- Echevarría, AL & JM Chani (2000) Estructura de la comunidad de aves acuáticas del ensamble El Cadillal, Tucumán, Argentina. *Acta Zoológica Lilloana* 45: 219–232.
- Feinsinger, P (2001) *Designing field studies for biodiversity conservation*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Fjeldså, J (1986) Feeding ecology and possible life history tactics of the Hooded Grebe *Podiceps gallardoi*. *Ardea* 74: 40–58.
- Garay, G, WE Johnson & WL Franklin (1991) Relative abundance of aquatic birds and their use of wetlands in the Patagonia of southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 64: 127–137.
- Gatto, A, F Quintana & P Yorio (2008) Feeding behavior and habitat use in a waterbird assemblage at a marine wetland in coastal Patagonia, Argentina. *Waterbirds* 31: 463–471.
- Gatto, A, F Quintana, P Yorio & N Lisnizer (2005) Abundancia y diversidad de aves acuáticas en un humedal marino del Golfo San Jorge, Argentina. *Hornero* 20: 141–152.
- González-Gajardo, A, SV Sepúlveda & R Schlatter (2009) Waterbird assemblages and habitat characteristics in wetlands: influence of temporal variability on species-habitat relationships. *Waterbirds* 32: 225–233.
- Gotelli, NJ & RK Colwell (2011) Estimating species richness. Pp 39–54 en Magurran, AE & BJ Mc Gill (eds). *Biological diversity: Frontiers in measurement and assessment*. Oxford Univ. Press, Oxford, UK.
- Hanson, MA & MG Butler (1994) Responses to food web manipulation in a shallow waterfowl lake. *Hydrobiologia* 279–280: 457–466.
- Hornung, JP & LA Foote (2006) Aquatic invertebrate responses to fish presence and vegetation complexity in western boreal wetlands, with implications for waterbird productivity. *Wetlands* 26: 1–12.
- Imberti, S (2007) Meseta Lago Strobel. Pp 415–416 en Di Giacomo, AS, MV De Franceso & E Coconier (eds). *Áreas importantes para la conservación de las aves en la Argentina. Sitios Prioritarios para la conservación de la biodiversidad*. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Johnson, AE (1997) *Distribución geográfica del Macá Tobiano (Podiceps gallardoi)*. Buenos Aires. Boletín Técnico 33. Fundación Vida Silvestre, Buenos Aires, Argentina.
- Jost, L, A Chao & RL Chazdon (2011) Composition similarity and beta diversity. Pp 66–84 en Magurran, AE & BJ Mc Gill (eds). *Biological diversity: Frontiers in measurement and assessment*. Oxford Univ. Press, Oxford, UK.
- Krebs, CJ (1999) *Ecological methodology*. 2<sup>nd</sup> ed. Benjamin/Cummings & Addison-Wesley Educational Publishers, Inc., Menlo Park, California, USA.
- Kusch, A, J Cárcamo & H Gómez (2008) Aves acuáticas en el humedal urbano de Tres Puentes, Punta Arenas (53° S). Chile Austral: *Anales del Instituto de la Patagonia (Chile)* 36: 45–51.
- Lancelotti, JL (2009) Caracterización limnológica de lagunas de la Provincia de Santa Cruz y efectos de la introducción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) sobre las comunidades receptoras. Tesis Doctoral, Univ. Nac. del Comahue, Río Negro, Argentina.
- Lancelotti, JL, LM Pozzi, F Márquez, P Yorio & MA Pascual (2009a) Waterbird occurrence and abundance in the Strobel Plateau, Patagonia Argentina. *Hornero* 24: 13–20.
- Lancelotti, J, LM Pozzi, P Yorio, M Diéguez & MA Pascual (2009b) Fishless shallow lakes of Southern Patagonia as habitat for waterbirds at the onset of trout aquaculture. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 19: 497–505.
- Lancelotti, JL, MA Pascual & A Gagliardini (2010a) A dynamic perspective of shallow lakes of arid Patagonia as habitat for waterbirds. Pp 83–102 en Meyer, PL (ed). *Ponds: Formation, characteristics and uses*. Nova Science Publisher, New York, New York, USA.
- Lancelotti, JL, LM Pozzi, PM Yorio, MC Diéguez, MA Pascual (2010b) Precautionary rules for exotic trout aquaculture in fishless shallow lakes of Patagonia: minimizing impacts on the threatened Hooded Grebe (*Podiceps gallardoi*). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20: 1–8.
- Lisnizer, N, A Gatto, C Villanueva, G Escudero, D Gonzalez Zevallos, S Copello, A Gómez Laich & P Edelaar (2008) *Abundancia y diversidad estacional de aves acuáticas de un humedal antrópico de la ciudad de Puerto Madryn, Chubut*. XII Reunión Argentina de Ornitología, San Martín de los Andes, Neuquén, Argentina.
- Longcore, JR, DG, Mcauley, GW Pendelton, CR Bennatti, TM Mingo & KL Stromborg (2006) Macroinvertebrate abundance, water chemistry, and wetland characteristics affect use of wetlands by avian species in Maine. *Hydrobiologia* 567: 143–167.
- Narosky, T & D Yzurieta (2012) *Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay*. Vazquez-Mazzini (ed), Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires.

- Oksanen, J, FG Blanchet, R Kindt, R Legendre, PR Minchin & RB O'Hara (2012) *Vegan: Community ecology package*, R Package Version 2.1. Descargado en noviembre de 2012.
- Panza, J & M Franchi (2002) Magmatismo basáltico cenozoico extrandino. Pp 201–236 en Haller, MJ (ed). *Geología y recursos naturales de Santa Cruz*. Asociación Geológica Argentina, El Calafate, Argentina.
- Paracuellos, M & JL Tellería (2004) Factors affecting the distribution of a waterbird community: the role of habitat configuration and bird abundance. *Waterbirds* 27: 446–453.
- Pereyra, F, L Fauqué & E González Díaz (2002) Geomorfología. Pp 325–352 en Haller, MJ (ed). *Geología y recursos naturales de Santa Cruz*. Asociación Geológica Argentina, El Calafate, Argentina.
- Pescador, M & S Peris (2009) Seasonal and water mass size effects on the abundance and diversity of waterbirds in a patagonian national park. *Waterbirds* 32: 25–35.
- R Core Team (2012) R: A software language and environment for statistical computing. R Foundation of Statistical Computing. Available at <http://www.r-project.org>.
- Remsen, JV Jr, JI Areta, CD Cadena, A Jaramillo, M Nores, JF Pacheco, J Pérez-Emán, MB Robbins, FG Stiles, DF Stotz, & KJ Zimmer. Version: 9 December 2015. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. Descargado el 20 de diciembre de 2015 de <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>.
- Riffell, SK, BE Keas & TM Burton (2003) Birds in North American Great Lakes coastal wet meadows: is landscape context important? *Landscape Ecology* 18: 95–111.
- Roesler, I & S Imberti (2015) Abundance and habitat use of Nearctic shorebirds in the highland lakes of western Santa Cruz province, Argentinean Patagonia. *Waterbirds* 38: 86–91.
- Roesler, I, S Imberti, H Casañas, B Mahler & JC Rebores (2012) Hooded Grebe *Podiceps gallardoi* population decreased by eighty per cent in the last twenty-five years. *Bird Conservation International* 22: 371–382.
- Santos Gollan, J (1951) Un refugio de aves acuáticas. El Parque Nacional Laguna Blanca. *Hornero* 9: 280–287.
- Scheffer M (1998) *Ecology of shallow lakes*. Chapman & Hall, New York, New York, USA.
- Scott, DA & M Carbonell (1986) *A directory of Neotropical wetlands*. IUCN Conservation Monitoring Centre, Gland, Switzerland & Cambridge, UK.
- Sebastián-González, E, C Fuentes, M Ferrandez, JL Echevarrias & AJ Green (2013) Habitat selection of Marbled Teal and White-headed Duck during the breeding and wintering seasons in south-eastern Spain. *Bird Conservation International* 23: 344–359.
- Skagen, SK & FL Knopf (1994) Migrating shorebirds and habitat dynamics at a prairie wetland complex. *Wilson Bulletin* 106: 91–105.
- Weller, MW (1999) *Wetlands birds: habitat resources and conservation implications*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
- Williams, WD (1999) Conservation of wetlands in drylands: a key global issue. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 9: 517–522.

