

ORNITOLOGIA NEOTROPICAL 20: 321–337, 2009
© The Neotropical Ornithological Society

DINÁMICA ESTACIONAL Y PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE LA AVIFAUNA ASOCIADA A HUMEDALES SUBANTÁRTICOS EN LA RESERVA DE BIOSFERA CABO DE HORNOS (54–55°S), CHILE

José Tomás Ibarra^{1,2}, Ricardo Rozzi^{2,3}, Horacio Gilabert⁴, Christopher B. Anderson², Steven M. McGehee^{2,5}, & Cristián Bonacic¹

¹Laboratorio Fauna Australis, Programa de Recursos Naturales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Univ. Católica de Chile, Casilla 306–22, Santiago, Chile.
E-mail: jtibarra@uc.cl

²Parque Etnobotánico Omora (Sede Puerto Williams Universidad de Magallanes, Instituto Milenio de Ecología y Biodiversidad, Fundación Omora), Puerto Williams, Chile.

³Department of Philosophy & Religion Studies, Univ. of North Texas, Denton, Texas, USA.

⁴Programa de Recursos Naturales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Univ. Católica de Chile.

⁵Department of Biology, Univ. of Victoria, Victoria, B.C., Canada.

Abstract. – **Seasonal dynamics and distribution patterns of birds associated to sub-Antarctic wetlands in the Cape Horn Biosphere Reserve (54–55°S), Chile.** – Little is known about bird ecology in sub-Antarctic ecosystems of the Cape Horn Reserve (CHBR), Chile. We examined the role of altitude, seashore distance, lake size, season, and vegetation cover in affecting bird diversity and abundance on Navarino Island (54–55°S, 67°W) in the CHBR. We determined avian community composition, species richness and relative abundance for wetlands and their adjacent habitats on a seasonal basis. A total of 56 species belonging to 10 orders and 25 families were recorded, and significant seasonal changes for bird species ($P = 0,001$) and abundance ($P < 0,01$) were observed, with 33,9% residents, 48,2% winter migrants, and 17,9% with unknown migratory status. The distance of wetlands from the coastline was the main predictor variable for annual species richness ($P < 0,01$) and total avian abundance ($P < 0,05$). Wetlands far from the seashore and at higher altitudes had lower diversity and abundance, although the change in elevation was relatively slight (< 300 m). These data show the seasonal patterns and dynamics, as well as the major underlying mechanisms, for birds of wetlands and adjacent habitats in the CHBR.

Resumen. – El rol de las aves en la ecología de los ecosistemas subantárticos de la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos (RBCH), Chile, ha sido poco estudiado. Se estudió el efecto de la altitud, distancia al borde costero, tamaño del espejo de agua, estación del año y cobertura vegetal sobre la diversidad y abundancia de aves de humedales y de sus hábitats adyacentes en isla Navarino (54–55°S,

67°W) en la RBCH. Se cuantificó la composición específica, riqueza de especies y abundancias relativas de aves de humedales y de sus hábitats adyacentes, de manera estacional. Se registró un total de 56 especies pertenecientes a 10 órdenes y 25 familias, con una marcada estacionalidad en riqueza ($P = 0,001$) y número total de individuos ($P < 0,01$). De ellas, 33, 9% fueron residentes, 48,2% llegan en primavera-verano y para un 17,9% se desconoce su estacionalidad. La distancia a la costa marina es la variable que mejor explica tanto la riqueza ($P < 0,01$) como el número total de individuos ($P < 0,05$). Humedales a mayor distancia de la costa y altitud, presentaron menor diversidad de aves, a pesar de que los cambios en altitud fueron bajos (<300 m). Este trabajo muestra los patrones de estacionalidad y dinámica, así como los mecanismos subyacentes, de la avifauna de humedales y sus hábitats adyacentes en la RBCH. *Aceptado el 20 de Mayo de 2009.*

Key words: Avifauna, wetlands, seasonal variations, Cape Horn, Navarino Island, sub-Antarctic.

INTRODUCCIÓN

Los humedales son decisivos para el cumplimiento de los ciclos de vida de múltiples plantas y animales, constituyendo el hábitat de una gran diversidad de organismos, especialmente el de aves migratorias tanto acuáticas como terrestres (Hauenstein *et al.* 2002). En Chile, la avifauna de ambientes acuáticos continentales conforma el 29% del total de aves registradas (Martínez & González 2004). Para el caso del archipiélago Cabo de Hornos, que se encuentra dentro de una de las 24 ecorregiones más prístinas del planeta (Mittermeier *et al.* 2002, Rozzi *et al.* 2006), las aves constituyen el grupo de vertebrados terrestres con mayor riqueza específica y abundancia (Anderson *et al.* 2006). Previos estudios sobre los ensambles de aves del extremo austral americano se han centrado fundamentalmente en su descripción mediante muestreos puntuales, como por ejemplo para la isla Hoste (e.g., Oustalet 1891, Sielfeld 1977, Venegas & Sielfeld 1998), el archipiélago Cabo de Hornos (e.g., Reynolds 1935, Olrog 1950, Venegas 1981, 1991, Venegas & Sielfeld 1998) y las islas Diego Ramírez (e.g., Schlatter & Riveros 1987). En estos trabajos se presentan sólo algunas de las aves de hábitats acuáticos dulceacuáticos y marino-costeros de los ambientes subantárticos. En otras áreas de la Patagonia, los trabajos describen aves de ambientes de bosque, estepa y tundra

magallánica (incluyendo turberas esfagnosas) (e.g., Venegas 1976, Guzmán *et al.* 1985, Vuilleumier 1998, Blanco *et al.* 2004, Schlatter 2004). Garay *et al.* (1991) hacen el primer estudio sistemático de aves de humedales del tipo lagos y lagunas, y su estacionalidad, en el Parque Nacional Torres del Paine (51°S).

Para el caso de isla Navarino (54°55'S, 67°36'W), Barros (1971, 1976) realiza los primeros listados de la avifauna observada en la zona oriental de la isla donde se mencionan algunas especies de humedal. Posterior a estas descripciones, el estado del conocimiento de las comunidades de aves de bosque de isla Navarino se ha incrementado bastante durante las últimas décadas (e.g., Anderson & Rozzi 2000, Anderson *et al.* 2002, Rozzi & Massardo 2002, Ippi & Rozzi 2004). A pesar de esto, la información generada hasta ahora por el proyecto ornitológico a largo plazo del Parque Etnobotánico Omora (véase Anderson *et al.* 2002), no ha abordado la conformación del ensamble de aves de humedales y de las aves terrestres que utilizan sus hábitats adyacentes, así como sus dinámicas estacionales, las que son escasamente conocidas y sobre las cuales no existen trabajos sistemáticos a la fecha. Por otra parte, diversos autores han estudiado factores ambientales que podrían explicar patrones de diversidad de avifauna de humedales, como una asociación entre tamaño del espejo de agua y diversidad

de avifauna (e.g., Sillén & Solbreck 1977, Garay *et al.* 1991, Elmberg *et al.* 1994). No obstante, dichos autores estudiaron esta relación sólo en algunas especies y solamente el estudio de Garay *et al.* (1991) fue realizado en la Patagonia chilena. Al mismo tiempo, estudios sobre la diversidad de avifauna en gradientes altitudinales se han desarrollado bastante en otras zonas del mundo (e.g., Navarro 1992, Rahbek 1997, Hawkins 1999, Kessler *et al.* 2001), pero no existen trabajos comparativos para el extremo austral de América.

Dada la importancia de la avifauna en la representación de los vertebrados de la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos (RBCH), es prioritario conocer su diversidad y abundancia para poder establecer lineamientos de conservación, monitoreo y manejo (Heywood 1995). Del mismo modo, es necesario conocer sus atributos, tales como los ámbitos de distribución, uso de hábitat y temporalidad, muchos de los cuales son desconocidos, incluso para un taxón tan conspicuo como las aves. En este contexto, el presente estudio pretende abordar algunos patrones de composición, estructura y dinámica del grupo de aves de humedal y de sus hábitats adyacentes, en el archipiélago subantártico, lo que permitiría reconocer actuales o futuras variaciones en su composición y/o estructura, debido a eventos de origen natural o antrópico.

Específicamente, este estudio cuantifica la composición específica, riqueza y abundancia de aves de humedales y de sus hábitats adyacentes. Para explicar los patrones encontrados, se ponen a prueba varios mecanismos posibles que subyacen estos, incluyendo a) estacionalidad, b) distancia al borde costero-altitud, c) área del espejo de agua, y d) la cobertura vegetal de los humedales. Adicionalmente, se realiza una clasificación de acuerdo a los requerimientos de hábitat de las aves que utilizan estos ambientes subantárti-

cos en isla Navarino, y se discuten sus patrones de uso del componente acuático de los humedales y de estacionalidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

De un total de 49 humedales recorridos en isla Navarino (Fig. 1), se seleccionaron aleatoriamente 10 de ellos. Estos sitios se ubicaron desde la costa al interior de las zonas montañosas del área de estudio; por lo que la distancia a la costa marina aumenta al ascender a través de cuencas hidrográficas hacia el cordón montañoso Dientes de Navarino, desde el nivel del mar hasta los 379 m de altitud (Tabla 1). Los humedales estuvieron separados por una distancia mínima de 1,5 km y máxima de 7,5 km entre ellos, con una distancia de 31,5 km entre los dos más lejanos. Los cuerpos de agua se encuentran separados por cerros, vegetación densa y relieve abrupto y los únicos humedales a 1,5 km (distancia menor registrada entre humedales) están separados por la ciudad de Puerto Williams. Los humedales estudiados corresponden a lagos (humedales 2, 8 y 9), lagunas (humedales 3, 4, 5, 6, 7 y 10) y una albufera (humedal 1) (Tabla 1, véase Ibarra 2007 para mayor detalle).

Se realizaron conteos estacionales de aves mediante recorridos periféricos y en puntos fijos en cada uno de los 10 cuerpos de agua entre las 06:00 y las 11:30 h, utilizando binoculares (7-20x21, 10x30 y 10x42). Los muestreos se realizaron en los meses de Enero (verano), Abril (otoño), Agosto (invierno) y Octubre (primavera) de 2006. Se utilizaron estaciones de conteo con un radio fijo de 25 m (Bibby *et al.* 1992, Elmberg *et al.* 1994, Rozzi *et al.* 1996, González *et al.* 2004). Las estaciones en el borde del espejo de agua contabilizaron las aves presentes hasta 100 m dentro del cuerpo de agua, pero con un radio de 25 m hacia las áreas fuera de éste. Los conteos comenzaron al llegar a cada estación

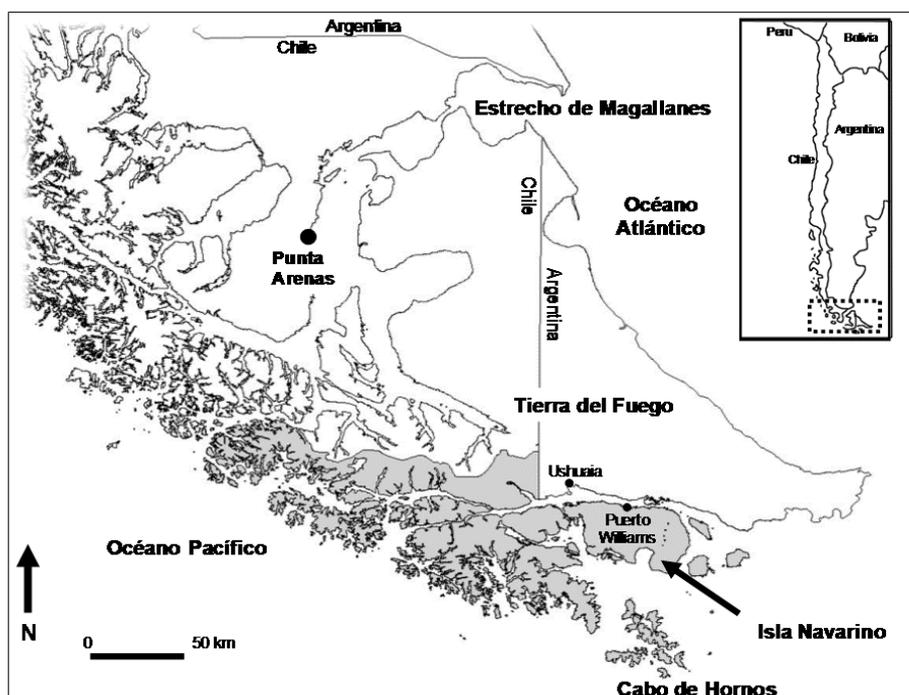


FIG. 1. Mapa de Sudamérica del sur, con la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos (en gris). Los sitios de estudio se localizaron en isla Navarino ($54\text{--}55^{\circ}\text{S}$, 67°W), Chile.

(Ralph *et al.* 1995, Jiménez 2000) y en cada una se registraron las aves escuchadas u observadas desde el centro de la estación, por un período de 5 minutos. Este período es conveniente ya que mientras mayor sea el tiempo de registro, más aumentan las posibilidades de doble conteo (Bibby *et al.* 1992). Adicionalmente, se realizó un listado con todas las especies que se avistaron fuera de las estaciones de escucha y del recorrido periférico del espejo de agua, durante el período de tiempo de censo en cada humedal para confeccionar la lista patrón de aves del área de estudio.

Se dispuso un total de 12 estaciones de conteo por humedal, ordenadas de manera sistemática y a una distancia nunca menor de 100 m entre ellas (Bibby *et al.* 1992, Rozzi *et al.* 1995). La disposición de las estaciones se realizó mediante cuatro transectos lineales de

200 m desde el borde de cada cuerpo de agua, establecidas en función de los puntos cardinales. En cada uno de los transectos se ubicó la primera estación en el borde del espejo de agua (punto norte, sur, este y oeste). A partir de ésta, se establecieron otras dos estaciones a 100 y 200 m desde el borde del cuerpo de agua hacia fuera de éste.

Se determinó la composición, riqueza de especies y abundancias relativas respecto al total de individuos registrados en los humedales para cada estación del año. Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Weaver o H' (Zar 1984). Se utilizó logaritmo en base e (natural) y en base 10, debido a que ambas se utilizan en estudios de este tipo (Schemnitz 1980). También se calculó el índice inverso de Simpson o C_{inv} . Estos dos índices, H' y C_{inv} , no responden precisamente de la misma forma a los cambios en la riqueza

TABLA 1. Características generales de los 10 humedales estudiados estacionalmente en relación al ensamble de aves en isla Navarino. ¹Coordenadas en DATUM WGS 84 y corresponden al punto norte de cada humedal. ²Discriminación entre lagos o lagunas sigue a Garay *et al.* (1991). Espejos de agua ≥ 10 ha corresponden a lagos.

Número de humedal	Coordenadas UTM ¹	Altitud general (msnm)	Distancia a costa marina (m)	Área espejo (ha) ²	Congelamiento invierno (%)
1	3911991 594707	4	26,1	7,38	0
2	3912036 586920	10	146,1	23,84	100
3	3911164 587149	26	455,7	2,44	100
4	3910637 588622	31	821,4	3,04	100
5	3912079 581337	12	368,9	1,48	100
6	3916006 566397	41	401,5	0,83	100
7	3912282 563368	220	3525,9	2,93	100
8	3912708 564743	214	2826,2	12,04	100
9	3912265 573934	131	2154,4	20,90	85
10	3906193 583626	379	5398,8	6,13	100

de especies o en igualdad. C_{inv} es más sensible a los cambios en igualdad, mientras que H' es más sensible a los cambios en riqueza de especies (Feisinger 2003). Por esta razón, el cálculo y comparación de ambos índices permite tener una mejor comprensión de la estructura comunitaria avifaunística.

Por otra parte, el uso de hábitat se determinó basándose en los requerimientos de microhábitat por observación directa, complementado con lo reportado en la literatura (Rottmann 1995, Araya & Millie 1996, González *et al.* 2004, Martínez & González 2004). De esta manera, las aves se clasificaron fundamentalmente en dos grandes grupos: (1) acuáticos y (2) terrestres. El primer grupo requiere total o parcialmente de ambientes

húmedos (asociados a cuerpos o cursos de agua) en sus ciclos de vida (Rottmann 1995, González *et al.* 2004). El segundo son aves que tienen un ciclo de vida terrestre, pero que utilizan ambientes húmedos o adyacentes a estos de manera oportunista (Figuroa *et al.* 2000). Ya que a 0 m del espejo de agua se consideró una superficie mayor de conteo que a 100 y 200 m fuera de éste (aves sobre el espejo de agua hasta 100 m desde el borde fueron registradas), no se realizaron comparaciones entre estas estaciones de conteo en términos de riqueza ni abundancia de individuos. Sin embargo, se determinó si las aves clasificadas como acuáticas, terrestres o acuáticas-terrestres variaron entre los puntos de conteo a 0, 100 y 200 m, en términos de composición de especies.

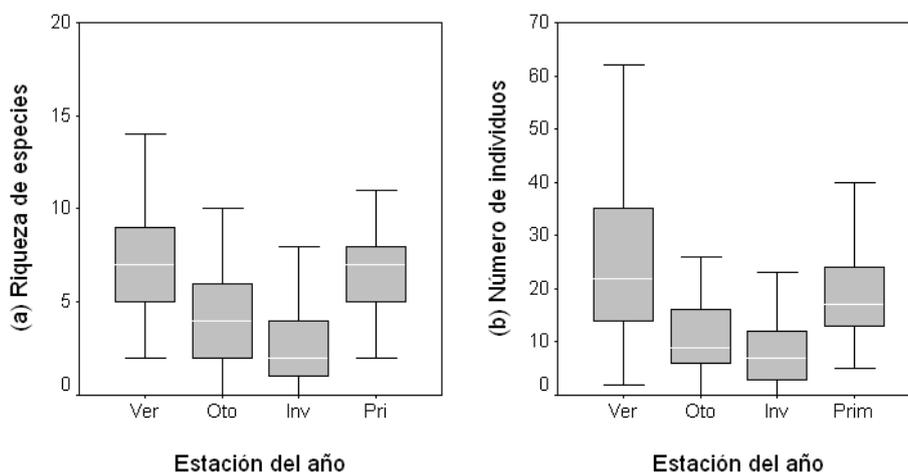


FIG. 2. Box-plots de (a) Riqueza de especies y (b) Número total de individuos, registrados estacionalmente en 10 humedales y sus hábitats adyacentes en isla Navarino durante 2006. Estaciones del año fueron significativamente diferentes (test ANDEVA de muestras repetidas en el tiempo), para la riqueza de especies ($F_{3,7} = 19,164$, $P = 0,001$) y para el número total de individuos ($F_{3,7} = 13,837$, $P = 0,003$). Barras indican IC (95%).

La riqueza de especies y el número total de individuos se compararon mediante análisis de varianza de muestras repetidas en el tiempo con contraste SIMPLE, para el número de especies y número total de individuos por estación del año (Scheiner & Gurevitch 1993). Se testearon los supuestos de normalidad, esfericidad y pruebas de ajuste con los test Pillai's trace y Wilks lambda. Los registros fueron complementados con información referente a las variaciones estacionales de la avifauna en la región austral (Garay *et al.* 1991, base de datos: 8 años de programa de anillamiento del Parque Omora). Una especie fue considerada como residente cuando individuos fueron registrados permanentemente en el área de estudio durante los meses más fríos (Newton 1998), complementando esta información con la base de datos de 8 años de anillamiento del Parque Omora (datos no publicados).

Mediante análisis de regresión múltiple se determinó si la riqueza y el número total de

individuos anuales tienen una relación significativa con la altitud del humedal (msnm), distancia del cuerpo de agua a la costa marina (m), área del espejo de agua (ha), por la cobertura (%) de cada uno de los tipos biológicos presentes (leñoso alto, leñoso bajo, herbáceo y turbera) y por el promedio general de cobertura de los hábitats adyacentes para cada uno de los 10 humedales (Bennett *et al.* 2004, Mason & Macdonald 2005). Se realizó un análisis de correlación de Pearson entre el factor distancia a la costa marina y los índices de diversidad de Shannon-Weaver (H') e Inverso de Simpson (C_{inv}).

Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa SPSS versión 10.0 (SPSS 1999).

RESULTADOS

Diversidad taxonómica y clasificación de uso de hábitat. Se registró un total de 56 especies que utilizaron los humedales y/o sus hábitats

adyacentes en isla Navarino durante 2006 (Apéndice 1). Este total de aves representa aproximadamente al 12% de las aves registradas para Chile (Martínez & González 2004) y al 36% de las registradas para el archipiélago Cabo de Hornos (Couve & Vidal 2000).

Las aves registradas incluyen 10 órdenes y 25 familias. El orden Passeriformes fue el mejor representado con 23 especies, siendo las familias Tyrannidae, Furnariidae y Emberizidae las más numerosas de este grupo (Apéndice 1). El orden Anseriformes fue el segundo más numeroso con 10 especies. Otro orden de importancia fue el de los Charadriiformes con 9 especies pertenecientes a 5 familias. A nivel de familias, Anatidae fue la más numerosa de todas las identificadas en estos hábitats con 10 especies, lo que representa al 34,5% de los anátidos registrados a nivel nacional (Vilina & Cofré 2006). Entre las especies de anátidos registrados, *Tachyeres pteneres*, *Tachyeres patachonicus*, *Lophonetta specularioides*, *Anas sibilatrix*, *Anas flavirostris*, *Anas georgica* y *Anas platalea* se observaron sólo en el cuerpo de agua (estación a 0 m) (Apéndice 1).

De esta manera y acorde a la clasificación por especie en función del hábitat utilizado, 13 de las 56 especies de aves (23,2%) se registraron sólo en el espejo de agua y pueden ser consideradas estrictamente acuáticas. Estas aves incluyen a todas las especies de las familias Podicipedidae, Rallidae, Phalacrocoracidae y a la mayoría de Anatidae. Entre estas últimas, los gansos *Chloephaga picta* y *C. poliocephala* utilizaron frecuentemente los hábitats aledaños al espejo de agua (100 y 200 m). Entre las 13 especies estrictamente acuáticas, tres especies (*Chloephaga hybrida*, *T. pteneres* y *Phalacrocorax atriceps*) estuvieron asociadas a hábitats de costa marina (Apéndice 1). Un 26,8% (15 especies) de las 56 especies registradas utilizaron alternativamente el hábitat acuático y terrestre. Entre estas aves, una especie *Haematopus leucopodus*, estuvo asociadas

a hábitats cercanos a costa marina (Apéndice 1). La mayoría de las familias de aves registradas presentan especies que fueron observadas a 0, 100 y 200 m del espejo de agua, desplegando un carácter más generalista en términos de uso de hábitat. En base a estos registros y antecedentes de la historia natural de cada una de las especies, se determinó que el 50% (28 especies) de las registradas tienen hábitos principalmente terrestres (Apéndice 1). Por lo tanto, el ensamble de aves asociada a humedales subantárticos en Cabo de Hornos incluye tanto aves estrictamente acuáticas, como también a aves que utilizan los cuerpos de agua facultativamente.

Estacionalidad de la avifauna y relaciones entre el hábitat y diversidad. El ensamble avifaunístico presentó una marcada estacionalidad en cuanto a riqueza de especies ($F_{3,7} = 19,164$, $P = 0,001$, Pillai's Trace = 0,891, Wilks Lambda = 0,109) y número total de individuos ($F_{3,7} = 13,837$, $P = 0,003$, Pillai's Trace = 0,856, Wilks Lambda = 0,144) (Tabla 2, Fig. 2). La riqueza de especies en verano ($13,8 \pm 5,5$) y primavera ($13,4 \pm 5,0$) es mayor que en otoño ($8,9 \pm 4,5$, $F = 22,77$, $P = 0,001$), y alcanza un mínimo en invierno ($5,9 \pm 3,4$, $F = 48,9$, $P < 0,001$). En invierno la riqueza de especies es solo un 42,7% de la riqueza registrada en verano. Para la abundancia de aves, el valor promedio para el número total de individuos contabilizados fue mayor en verano ($80,1 \pm 14,5$) y primavera ($65,3 \pm 12,1$), y disminuyó marcadamente en otoño ($48,2 \pm 14,1$, $F = 7,1$, $P = 0,026$), alcanzando un mínimo en invierno ($25,9 \pm 5,0$, $F = 21,8$, $P = 0,001$). En invierno se registró un 32,3% del promedio de individuos contabilizados en verano (Fig. 2, Apéndice 1).

Del total de especies registradas en los humedales, 19 (33,9%) especies fueron residentes y 27 (48,2%) llegaron durante el período estival. Para 10 especies (17,9%) no fue posible determinar su estacionalidad

TABLA 2. Riqueza, abundancias totales e índices de diversidad de especies para 10 humedales y sus hábitats adyacentes en isla Navarino durante 2006.

Humedal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Número de especies (S)	31	36	20	23	21	20	13	19	11	9
Número de individuos (N)	416	475	192	244	174	182	102	214	112	84
H' (log10)	1,23	1,3	1,07	1,16	1,11	1,11	0,99	1,09	0,82	0,84
H' (loge)	2,82	2,98	2,46	2,68	2,56	2,50	2,29	2,50	1,88	1,95
C _{inv}	12,47	12,36	7,74	11,07	9,67	8,65	8,42	9,29	4,25	6,26

debido a la escasez de datos o a que no existen menciones en la literatura al respecto (Apéndice 1). La especie terrestre y migratoria *Tachycineta meyeni* fue la más abundante en verano (12,7%), mientras que la especie terrestre y residente *Aphrastura spinicauda* ocupó el primer lugar en otoño (19,7%) e invierno (35,9%), y la terrestre y migratoria *Zonotrichia capensis* en primavera (17,2 %). Dentro de las aves principalmente acuáticas, las más abundantes en cada estación fueron: *C. picta* en verano (6,4%) y primavera (10,4%), *A. sibilatrix* en otoño (10,6%), y *T. patachonicus* en invierno (4,2%).

Los sitios con mayor número de especies y mayores valores en los índices de diversidad fueron los humedales cercanos a la costa 1 y 2, en tanto que los más pobres fueron los de interior 9 y 10 (Tabla 2). Las variables ambientales que resultaron significativas para explicar este patrón fueron: (a) la distancia del humedal a la costa marina explicó de forma negativa la riqueza de especies ($r^2_{\text{adj}} = 0,544$, $N = 10$, $P = 0,009$) y el número total de individuos ($r^2_{\text{adj}} = 0,349$, $N = 10$, $P = 0,042$) de forma anual (Fig. 3), y (b) área del espejo de agua, que determinó un aumento en riqueza y número total de individuos al presentarse una mayor superficie (Tabla 3).

Se observó una correlación negativa entre la variable distancia a la costa marina con respecto a ambos índices de diversidad (Tabla 4). El índice C_{inv} presentó una mayor disminución hacia el interior de la isla e relación a

los otros índices, que no tienen una tendencia clara (Fig. 4).

DISCUSIÓN

Composición y estacionalidad de la avifauna. El ensamble de aves de humedal y de sus hábitats adyacentes presenta una marcada estacionalidad en la isla Navarino, RBCH. En particular, las especies acuáticas demuestran este patrón más fuerte, mientras las especies terrestres tienden a ser residentes. Esta diferencia entre los dos grupos de aves que utilizan hábitats de humedal se explicaría por el congelamiento que sufre el componente acuático de los humedales entre los meses de Mayo–Junio y Septiembre. La estacionalidad de aves acuáticas es un patrón compartido con otras partes de la Patagonia, como por ejemplo Torres del Paine (Garay *et al.* 1991). En ese caso, las aves acuáticas comienzan su migración en el mes de Marzo, y en Mayo–Junio han desaparecido de los lagos y lagunas, cuando estos sitios se encuentran congelados.

Nuestro muestreo no nos permitió establecer el mes exacto en que las especies emprendieron sus migraciones, pero en el mes de Agosto (invierno) se registraron individuos de la especie migratoria *C. picta* (base de datos: 8 años de anillamiento del Parque Omora). Su presencia en el fin del invierno podría marcar el inicio de la época reproductiva, momento en que las parejas adultas de esta especie llegan a la zona austral (de

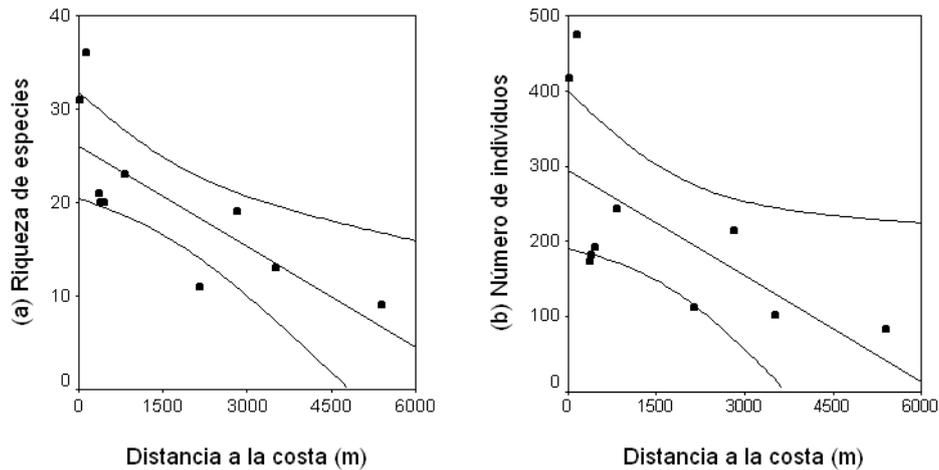


FIG. 3. Variaciones en (a) Riqueza de especies (análisis de regresión múltiple, $r^2_{\text{adj}} = 0,544$, $N = 10$, $P = 0,009$) y (b) Número de individuos totales (análisis de regresión múltiple, $r^2_{\text{adj}} = 0,349$, $N = 10$, $P = 0,042$), a distintas distancias a la costa marina (m), para 10 humedales y sus hábitats adyacentes en isla Navarino. Se muestran línea ajustada e intervalos de confianza (95%).

regreso de su migración) con el objetivo de buscar territorio para la reproducción (Summers & McAdam 1993). Además, dentro de las acuáticas y acuáticas/terrestres, *C. picta* fue la más abundante en hábitats de humedal, lo que es concordante con lo encontrado por Garay *et al.* (1991) en el sector de Torres del Paine. Esta especie, junto a *C. poliocephala*, fueron las únicas pertenecientes a la familia Anatidae que se observaron a 100 y 200 m del espejo de agua. Esto se explica en que ambas son características de humedales, pero igualmente hacen uso de pastizales y turberas (Rottmann 1995), y en el caso de *C. poliocephala*, utiliza ambientes boscosos (para reproducción, descanso y alimentación) en los ecosistemas subantárticos (Schlatter *et al.* 2002).

También fueron registrados individuos de *Colorbambus parvirostris* en invierno (Agosto), indicando que al contrario de resultados preliminares sobre esta especie en la RBCH que lo clasificaron como migratorio (McGehee *et al.* 2004), *C. parvirostris* sería una especie en la

que algunos individuos son residentes (hecho confirmado por el programa de anillamiento de largo plazo del Parque Etnobotánico Omora, datos no publicados).

La marcada estacionalidad de la avifauna en Cabo de Hornos tiene implicancias significativas para la dieta de depredadores, incluyendo entre ellas al visón (*M. vison*). Se ha demostrado que para esta especie exótica recientemente arribada a la RBCH, las aves constituyen un componente fundamental de su dieta en verano y primavera, en cambio depende de roedores exóticos para alimentarse en otoño e invierno (Ibarra *et al.* 2009). Es interesante considerar también que las aves constituyeron un elemento fundamental en las poblaciones humanas que han habitado el archipiélago desde hace al menos 7000 años (Legoupil 1993). En yacimientos arqueológicos de isla Navarino, Legoupil (2003) identificó una proporción significativa de restos óseos de aves acuáticas en conchales yaganas. Estos antecedentes sugieren una larga historia de interacción entre la avifauna de los

TABLA 3. Variables que explican la riqueza de especies y número total de individuos de aves en los humedales y hábitats adyacentes de isla Navarino. Se muestran los valores de r^2_{adj} y los P significativos (análisis de regresión múltiple, $P < 0,05$).

Riqueza de especies				Número total de individuos		
Variable explicatoria		r^2_{adj}	P	Variable explicatoria	r^2_{adj}	P
Estación del año	Verano	n.s.	n.s.	Estación del año	Verano	n.s.
	Otoño	0,5392	<0,0001	Otoño	0,3951	0,0003
	Invierno	0,4227	<0,0001	Invierno	0,2094	0,0005
	Primavera	n.s.	n.s.	Primavera	n.s.	n.s.
Área espejo de agua (ha)		0,5763	0,0019	Área espejo de agua (ha)	0,449	0,0403

humedales y las poblaciones de esta etnia en Cabo de Hornos.

Mecanismos subyacentes sobre los patrones de diversidad de la avifauna. La riqueza y número total de individuos en estos ambientes, son explicadas, en gran medida, por la distancia a la costa marina de los humedales. Por ejemplo, los humedales cercanos a la costa fueron los más diversos por compartir especies marinas, dulceacuícolas y terrestres. En el caso del humedal de albufera, se observan especies características de ambientes marino-costeros tales como *C. hybrida*, *H. leucopodus*, *Leucophaeus scoresbii*, *P. atriceps* y *T. pteneres*.

El patrón de distancia a la línea de costa afectó mayormente al índice de diversidad Inverso de Simpson (C_{inv}) que al de Shannon-Weaver (H'), lo que se explica en que ambos índices responden de distinta manera en la riqueza de especies o en igualdad. C_{inv} es más sensible a los cambios en igualdad o equidad, mientras que H' es más sensible a los cambios en riqueza de especies (Feisinger 2003), donde la diversidad máxima posible para un número dado de especies ocurre si todas están presentes en números iguales, lo que corresponde a la equidad (Schemnitz 1980). Este patrón observado sugiere que en los

humedales y sus hábitats adyacentes en isla Navarino, la distancia a la costa marina afecta mayormente a la igualdad en el número de individuos de las especies, que a la riqueza de especies por sí sola. Para algunas especies se pudo observar que utilizan principalmente los ambientes húmedos cercanos a la costa marina pero que, de igual manera, ellas se dispersan en menor número hacia el interior de la isla. Para ejemplificar este patrón es interesante considerar el caso de *C. picta*. Los individuos de esta especie llegan en gran número a isla Navarino durante el período reproductivo austral, concentrándose en zonas costeras y humedales cercanos al canal de Beagle, pero algunos individuos se reproducen en humedales del interior de la isla en verano. Este mismo patrón fue observado para otros anátidos del área como *T. patachonicus* y *L. specularioides*. Una especie que fue frecuente durante el período reproductivo, aunque se observó en bajo número en los conteos sistemáticos, fue *Charadrius modestus*. Esta especie reside tanto en Chile como Argentina, dispersándose hasta Uruguay y Brasil, migrando para reproducirse en el sur de la Patagonia, alcanzando los humedales del Cabo de Hornos (Couve & Vidal 2000). Esta especie llegó durante la primavera a reproducirse

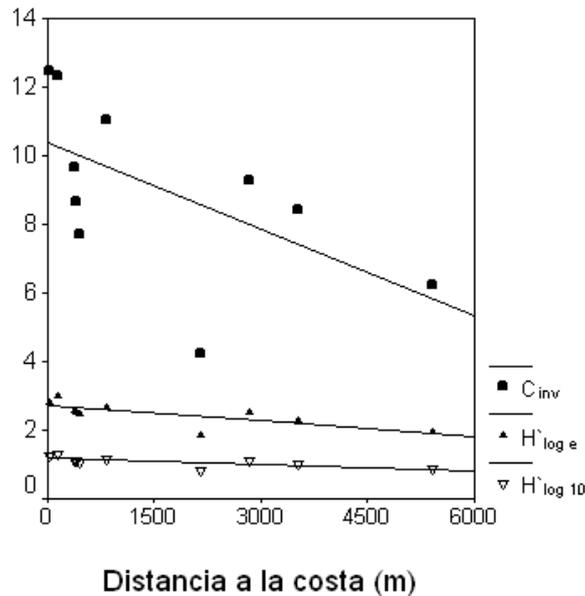


FIG. 4. Respuesta de los índices de diversidad de aves para 10 humedales y sus hábitats adyacentes, a distintas distancias a la costa marina (m) en isla Navarino (Análisis de correlación de Pearson, $P < 0,05$). Nota: C_{inv} es el que mejor refleja la relación entre distancia a la costa (m) y disminución en índices de diversidad de aves.

en humedales esfagnosos del interior de la isla.

En isla Navarino se observó la mayor diversidad de aves en humedales cercanos al mar y la menor en los humedales del interior, estableciendo un verdadero gradiente de diversidad avifaunística en un gradiente altitudinal de humedales. Cabe recordar que los humedales interiores ascienden a través de cuencas alejándose de la línea de costa, por lo que la distancia al mar está correlacionada positivamente con la altitud en el área. Esto determina que la diversidad de especies disminuya al aumentar la distancia a la costa y la altitud. Esto puede deberse a que las condiciones de hábitat (menor temperatura, mayor período de congelamiento del agua durante el año, menor oferta de alimento, menos vegetación acuática y/o más achaparrada) son atributos que determinarían condiciones adversas para la nidificación, refugio y alimen-

tación de algunas especies. La permanencia en zonas aledañas a los humedales de mayor altitud podría ser de menor duración en comparación con los humedales cercanos al nivel del mar. Este patrón altitudinal entre diversidad de especies y elevación sobre el mar es un aspecto común en la determinación de las estructuras de las comunidades bióticas (Kessler *et al.* 2001) y ha sido descrito como un patrón análogo al gradiente latitudinal de la riqueza de especies (Stevens 1989, 1992).

Este último patrón latitudinal tiene sentido en la interpretación de nuestros resultados también, al comparar la riqueza de aves (18 especies) encontrada por Garay *et al.* (1991) en Torres del Paine (51°S), la que es menor en isla Navarino (54–55°S) con sólo 11 especies estrictamente acuáticas. Las especies acuáticas comúnmente encontradas en el norte de Magallanes y que no alcanzan las cuencas forestadas más australes del planeta

TABLA 4. Valores de correlación entre la distancia a la costa marina, con los índices de diversidad de Shannon-Weaver e Inverso de Simpson (análisis de correlación de Pearson, $P < 0,05$).

Variable		$H'_{\log_{10}}$	H'_{\log_e}	C_{inv}
Distancia de la	r^2	-0,75	-0,74	-0,72
costa marina	P	0,01	0,01	0,02

en la RBCH, corresponden a *Anas specularis*, *Anas versicolor*, *Coscoroba coscoroba*, *Cygnus melanocoryphus* y *Oxyura jamaicensis* (Anatidae); *Phoenicopterus chilensis* (Phoenicopteridae), y *Podiceps occipitalis* (Podicipedidae). Todas estas especies están presentes en lagos y lagunas de Tierra del Fuego (Venegas 1986), inmediatamente al norte del sitio de estudio. Para el caso de *P. occipitalis*, existe un registro de Barros (1971) en isla Picton, situada al oriente de Navarino y *C. melanocoryphus* ha sido registrada en algunas oportunidades, incluso, en la península Antártica (Orgeira & Fogliatto 1991, Quintana *et al.* 2000).

En conclusión, los estudios sobre aves de ambientes de humedal y sus hábitats adyacentes en Patagonia son escasos. Sin embargo, este trabajo demuestra lo diversos y abundantes que son estos ambientes, considerando sus hábitats adyacentes, en la RBCH. También muestra que el uso de ellos es marcadamente estacional, ya que muchas de las especies (fundamentalmente las acuáticas) son migratorias y podrían tener a su distribución meridional límite en la RBCH.

Este trabajo estudió algunos aspectos sobre la composición, estructura y dinámica del ensamble avifaunístico de humedales y sus hábitats adyacentes en la RBCH. Posterior a esta aproximación, es necesario desarrollar seguimientos y monitoreos de largo plazo, e investigaciones que abarquen otras zonas del archipiélago austral ricas en estos hábitats y que consideren características poblacionales, patrones de migración, distribuciones locales

y amenazas que puedan afectar a las aves y a los humedales del extremo austral de América.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Comisión Nacional del Medioambiente (CONAMA), proyecto 12-001-06 y por Wildlife Trust Alliance. Agradecemos al Instituto Milenio de Ecología y Biodiversidad (IEB) (ICM P05-002) y a la Sede Puerto Williams - Universidad de Magallanes por todo el apoyo logístico-financiero al equipo. Esta investigación fue posible gracias a quienes nos acompañaron en terreno: Tomás Altamirano, Antonia Barreau, Germán González y Ezio Firmani. Un especial agradecimiento a Santiago Imberti, Harvey Tastuyasu y André Weller por sus comentarios al manuscrito. Este trabajo forma parte de los programas de conservación y de investigación a largo plazo del Parque Omora - UMAG-IEB en la RBCH.

REFERENCIAS

- Anderson, C. B., & R. Rozzi. 2000. Bird assemblages in the southernmost forests in the world: Methodological variations for determining species composition. *An. Inst. Patagonia* 28: 89-100.
- Anderson, C. B., R. Rozzi, C. Elphick, & S. M. McGehee. 2002. El programa Omora de anillamiento de aves en los bosques subantárticos: la estandarización del tamaño de anillos apropiados para las aves de la región de Magallanes. *Bol. Chil. Ornitol.* 9: 2-11.
- Anderson, C. B., R. Rozzi, J. C. Torres-Mura, S. M. McGehee, M. F. Sherriffs, E. Schüttler, & A. D. Rosemond. 2006. Exotic vertebrate fauna in the remote and pristine sub-Antarctic Cape Horn Archipelago region of Chile. *Biodivers. Conserv.* 10: 3295-3313.
- Araya, B., M. Bernal, R. Schlatter, & M. Salaberry. 1995. Lista Patrón de las Aves de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

- Araya, B., & G. Millie. 1996. Guía de campo de las aves de Chile. 4th ed. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Barros, A. 1971. Aves observadas en las islas Picton, Nueva, Lennox y Navarino oriental. An. Inst. Patagonia 2: 166–180.
- Barros, A. 1976. Nuevas aves observadas en las islas Picton, Nueva, Lennox y Navarino oriental. An. Inst. Patagonia 7: 189–193.
- Bennett, A. F., S. A. Hinsley, P. E. Bellany, R. D. Swetnam, & R. Mac Nally. 2004. Do regional gradients in land-use influence richness, composition and turnover of bird assemblages in small woods? Biol. Conserv. 119: 191–206.
- Bibby C. J., N. D. Burgess, & D. A. Hill. 1992. Bird census techniques. Academic Press, London, UK.
- Blanco, D. E., V. M. de la Balze, & G. Pugnali. 2004. Avifauna de las turberas del centro de la Isla de Tierra del Fuego, Argentina. Pp. 113–118 en Blanco, D. E., & D. M. de la Balze (eds.). Los Turbales de la Patagonia: Bases para su inventario y la conservación de la biodiversidad. Wetlands International, Publicación 19, Buenos Aires, Argentina.
- Couve, E., & C. Vidal. 2000. Aves del canal Beagle y Cabo de Hornos. Editorial Fantástico Sur Birding LTDA, Punta Arenas, Chile.
- Elmberg, J., P. Nummi, H. Poysa, & K. Sjöberg. 1994. Relationships between species, lake size and resource diversity in assemblages of breeding waterfowl. J. Biogeogr. 21: 75–84.
- Feisinger, P. 2003. Diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. The Nature Conservancy. FAN-Wildlife Conservation Society, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Figueroa, R., C. Bravo, E. Corales, R. López, & S. Alvarado. 2000. Avifauna del Santuario de la Naturaleza Los Huemules del Nublino, región del Bío-Bío. Bol. Chil. Ornitol. 7: 2–12.
- Garay, G., W. E. Johnson, & W. L. Franklin. 1991. Relative abundance of aquatic birds and their use of wetlands in the Patagonia of southern Chile. Rev. Chil. Hist. Nat. 64: 127–137.
- González, D., C. Benavente, & R. Figueroa. 2004. Avifauna de la laguna Santa Elena, región del Bío Bío. Bol. Chil. Ornitol. 10: 13–18.
- Guzmán, L., A. Atala, & C. Venegas. 1985. Composición específica y estructura de la comunidad de aves de verano en el complejo de la Tundra Magallánica. An. Inst. Patagonia 16: 75–86.
- Grossman, G. D., D. M. Nickerson, & M. C. Freeman. 1991. Principal component analysis of assemblage structure data: utility of tests based on Eigenvalues. Ecology 72: 341–347.
- Hauenstein, E., M. González, F. Peña-Cortés, & A. Muñoz-Pedrerros. 2002. Clasificación y caracterización de la flora y vegetación de los humedales de la costa de Toltén (IX región, Chile). Gayana Bot. 59: 87–100.
- Hawkins, A. F. A. 1999. Altitudinal and Latitudinal Distribution of East Malagasy Forest Bird Communities. J. Biogeogr. 26: 447–458.
- Heywood, C. A. 1995. Global biodiversity and assessment. Cambridge Univ. Press, New York, New York.
- Hoover, J. P. 2006. Water depth influences nest predation for a wetland-dependent bird in fragmented bottomland forests. Biol. Conserv. 127: 37–45.
- Ibarra, J. T. 2007. El visón en *Upushmaia*: variaciones estacionales de la avifauna en ambientes de humedal y de su depredación por la especie exótica invasora *Mustela vison* (Schreber) en isla Navarino, Reserva de Biosfera Cabo de Hornos, Chile. M.Sc. Tesis Recursos Naturales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Univ. Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Ibarra, J. T., L. Fasola, D. W. Macdonald, R. Rozzi, & C. Bonacic. 2009. Invasive American mink *Mustela vison* in wetlands of the Cape Horn Biosphere Reserve, southern Chile: what are they eating? Oryx 43: 87–90.
- Ippi, S., & R. Rozzi. 2004. Actividad diurna y nocturna del concón (*Strix rufipes*) en los bosques del Cabo de Hornos. Bol. Chil. Ornitol. 10: 9–12.
- Jiménez, J. E. 2000. Effect of sample size, plot size, and counting time on estimates of avian diversity and abundance in a Chilean rainforest. J. Field Ornithol. 71: 66–87.
- Kessler, M., S. K. Herzog, J. Fjeldsa, & K. Bach. 2001. Species richness and endemism of plant and bird communities along two gradients of elevation, humidity and land use in the Bolivian Andes. Divers. Distrib. 7: 61–77.

- Koenen, M. T., & S. Gale. 2000. Effects of fire on birds in paramo habitat of northern Ecuador. *Ornitol. Neotrop.* 11: 155–163.
- Legoupil, D. 1993. El archipiélago del Cabo de Hornos y la costa sur de la isla Navarino: poblamiento y modelos económicos. *An. Inst. Patagonia* 22: 101–121.
- Legoupil, D. 2003. Cazadores-recolectores de Ponsobny (Patagonia Austral) y su paleoambiente desde VI al III milenio A.C. *Magallania* 31, Volumen especial.
- McGehee, S., R. Rozzi, C. B. Anderson, S. Ippi, R. A. Vásquez, & S. Woodland. 2004. Late-summer presence of the Patagonian tyrant, *Colorbampus parvirostris* (Darwin) in Navarino Island, Cape Horn county, Chile. *An. Inst. Patagonia* 32: 25–33.
- Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey.
- Martínez, D., & G. González. 2004. Las aves de Chile: Nueva guía de campo. Ediciones del Naturalista, Santiago, Chile.
- Mason, C. F., & S. M. Macdonald. 2005. The bird assemblage of coastal borrowdykes in relation to habitat features. *Folia Zool.* 54: 293–300.
- Mittermeier, R. A., C. G. Mittermeier, P. Robles-Gil, J. D. Pilgrim, W. R. Konstant, G. A. B. DaFonseca, & T. M. Brooks (eds.). 2002. Wilderness: Earth's last wild places. CEMEX-Conservation International, Mexico.
- Navarro, A. G. 1992. Altitudinal distribution of birds in the Sierra Madre del Sur, Guerrero, Mexico. *Condor* 94: 29–39.
- Newton, I. 1998. Population limitation in birds. 1st ed. Academic Press, San Diego, California.
- Olrog, C. C. 1950. Mamíferos y aves del archipiélago de Cabo de Hornos. *Acta Zool. Lilloana* 9: 505–532.
- Orgeira, J. L., & O. N. Fogliatto. 1991. Presence of the Black-necked Swan *Cygnus melanocoryphus* in Antarctica. *Mar. Ornithol.* 19: 140–143.
- Oustalet, E. 1891. Oiseaux mission scientifique du Cap Horn 1882–1883. *Zoologie* 6: 1–341.
- Quintana, R. D., V. Cirelli, & J. L. Orgeira. 2000. Abundance and spatial distribution of bird populations at Cierva point, Antarctic peninsula. *Mar. Ornithol.* 28: 21–27.
- Rahbek, C. 1997. The relationship among area, elevation, and regional species richness in Neotropical birds. *Am. Nat.* 149: 875–902.
- Ralph, C. J., S. Droege, & J. R. Sauer. 1995. Managing and monitoring birds using point counts: Standards and applications. Pp. 161–168 *en* Ralph, C. J., J. R. Sauer, & S. Droege (eds.). Monitoring bird populations by point counts. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Albany, California.
- Reynolds, P. W. 1935. Notes on the birds of Cape Horn. *Ibis* 5, Ser. 13: 65–101.
- Rottmann, J. 1995. Guía de identificación de aves de ambientes acuáticos. Unión de Ornitólogos de Chile, Santiago, Chile.
- Rozzi, R., D. Martínez, M. F. Willson, & C. Sabag. 1995. Avifauna de los bosques templados de Sudamérica. Pp. 135–152 *en* Armesto, J. J., C. Villagrán, & M. T. K. Arroyo (eds.). Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Rozzi, R., J. Armesto, A. Correa, J. C. Torres-Mura, & M. Sallaberry. 1996. Avifauna de bosques primarios templados en islas deshabitadas del archipiélago de Chiloé, Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 69: 125–139.
- Rozzi, R., & F. Massardo. 2002. Antecedentes de biodiversidad y sitios prioritarios en la comuna Cabo de Hornos: recopilación de información sobre los ecosistemas subantárticos en apoyo a la estrategia y plan de acción para la biodiversidad. Informe técnico. Comisión Nacional del Medio Ambiente XII Región, Punta Arenas, Chile.
- Rozzi, R., F. Massardo, A. Berghöfer, C. B. Anderson, A. Mansilla, M. Mansilla, J. Plana, U. Berghöfer, P. Araya, & E. Barros. 2006. Reserva de Biosfera Cabo de Hornos: documento de base para la incorporación del territorio insular del Cabo de Hornos a la Red Mundial de reservas de biosfera. Programa MaB-Unesco. Ediciones de la Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.
- Scheiner, S. M., & J. Gurevitch. 1993. Design and analysis of ecological experiments. 2nd ed. Oxford Univ. Press, Oxford, UK.
- Schemnitz, S. D. 1980. Wildlife Management Techniques Manual. 4th ed. The Wildlife Society, Washington, D.C.

- Schlatter, R. P., & G. M. Riveros. 1987. Historia natural del archipiélago Diego Ramírez, Chile. *Serie Cient. INACH (Chile)* 47: 87–112.
- Schlatter, R. P., P. Vergara, & M. Briones. 2002. El Canquén (*Chloephaga poliocephala*) en bosques de Tierra del Fuego: Distribución y depredadores. *An. Inst. Patagonia* 30: 61–66.
- Schlatter, R. P. 2004. Fauna de turberas de la XII Región y Tierra del Fuego. Pp. 107–112 *en* Blanco, D. E., & D. M. de la Balze (eds.). *Los Turbales de la Patagonia: bases para su inventario y la conservación de la biodiversidad*. Wetlands International, Publicación 19, Buenos Aires, Argentina.
- Sielfeld, W. H. 1977. Reconocimiento macrofaunístico terrestre en el área de Seno Ponsonby (isla Hoste). *An. Inst. Patagonia* 8: 275–296.
- Sillén, B., & C. Solbreck. 1977. Effects of area and habitat diversity on bird species richness in lakes. *Ornis Scandinavica* 8: 185–192.
- SPSS Inc. 1999. *SPSS Base 10.0 for Windows User's Guide*. SPSS Inc., Chicago, Illinois.
- Stevens, G. C. 1989. The latitudinal gradient in geographical range: how so many species coexist in the tropics. *Am. Nat.* 133: 240–256.
- Stevens, G. C. 1992. The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *Am. Nat.* 140: 893–911.
- Summers, R., & J. McAdam. 1993. *The Upland Goose*. Bluntisham Books, Huntingdon, UK.
- Venegas, C. 1976. Observaciones ornitológicas en la Tundra Magallánica I. – Recuento descriptivo del área y de las observaciones aviales entre los paralelos 51°31'S y 52°09'S. *An. Inst. Patagonia* 7: 171–184.
- Venegas, C. 1981. Aves de las islas Wollaston y Bayly, Archipiélago del Cabo de Hornos. *An. Inst. Patagonia* 12: 213–219.
- Venegas, C. 1986. *Aves de Patagonia y Tierra del Fuego chileno-argentina*. Ediciones de la Univ. de Magallanes, Punta Arenas, Chile.
- Venegas, C. 1991. Ensamblajes avifaunísticos estivales del archipiélago Cabo de Hornos. *An. Inst. Patagonia* 20: 69–82.
- Venegas, C., & W. Sielfeld. 1998. *Catálogo de los vertebrados de la Región de Magallanes y Antártica Chilena*. Ediciones de la Univ. de Magallanes, Punta Arenas, Chile.
- Vilina, Y., & H. Cofré. 2006. Aves acuáticas continentales. Pp. 270–277 *en* CONAMA (eds.). *Biodiversidad de Chile: patrimonio y desafíos*. Ocho Libros Editores, Santiago, Chile.
- Vuilleumier, F. 1998. Avian biodiversity in forest and steppe communities of Chilean Fuego-Patagonia. *An. Inst. Patagonia* 26: 41–57.
- Wright, J. P., C. G. Jones, & A. S. Flecker. 2002. An ecosystem engineer, the beaver, increases species richness at the landscape scale. *Oecologia* 132: 96–101.
- Zar, J. H. 1984. *Biostatistical analysis*. 2nd ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

APENDICE 1. Composición, número total y abundancias relativas (%) de especies para 4 estaciones del año 2006 en humedales de isla Navarino (+ indica presencia fuera de muestreo sistemático). ¹A: anual, E: estival, D: desconocido; ²Δ: acuático, T: terrestre, *exclusivamente marino.

Familia	Especie	No. Verano	No. Otoño	No. Invierno	No. Primavera	Estacionalidad ¹	Habitat ²
Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	27 (0.034)	8 (0.017)	+	26 (0.040)	E	A
	<i>Anas georgica</i>	25 (0.031)	28 (0.058)	0	14 (0.021)	E	A
	<i>Anas platalea</i>	15 (0.019)	11 (0.023)	0	0	E	A
	<i>Anas sibilatrix</i>	40 (0.050)	51 (0.106)	0	13 (0.020)	E	A
	<i>Chloephaga hybrida</i>	0	9 (0.019)	4 (0.015)	+	A	A*
	<i>Chloephaga picta</i>	51 (0.064)	43 (0.089)	9 (0.035)	68 (0.104)	E	A/T
	<i>Chloephaga poliocephala</i>	+	2 (0.004)	0	6 (0.009)	E	A/T
	<i>Lophonetta specularioides</i>	6 (0.007)	7 (0.015)	10 (0.039)	19 (0.029)	A	A
	<i>Tachyeres patachonicus</i>	0	12 (0.025)	11 (0.042)	14 (0.021)	A	A
	<i>Tachyeres pteneres</i>	0	5 (0.010)	4 (0.015)	0	A	A*
Podicipedidae	<i>Podiceps major</i>	3 (0.004)	0	0	3 (0.005)	E	A
	<i>Rollandia rolland</i>	+	1 (0.002)	0	1 (0.002)	E	A
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax atriceps</i>	2 (0.002)	2 (0.004)	1 (0.004)	1 (0.002)	A	A*
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	+	3 (0.006)	0	1 (0.002)	A	A
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	+	2 (0.004)	0	+	D	A/T
Threskiornithidae	<i>Theristicus melanopus</i>	5 (0.006)	2 (0.004)	0	15 (0.023)	E	T
Accipitridae	<i>Accipiter bicolor</i>	+	0	0	0	D	T
	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	0	0	0	+	D	T
Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	9 (0.011)	19 (0.039)	17 (0.066)	8 (0.012)	A	T
	<i>Falco sparverius</i>	7 (0.009)	+	0	1 (0.002)	D	T
	<i>Milvago chimango</i>	8 (0.010)	21 (0.044)	19 (0.073)	41 (0.063)	A	T
Rallidae	<i>Fulica armillata</i>	3 (0.004)	1 (0.002)	0	0	E	A
Haematopodidae	<i>Haematopus leucopodus</i>	0	0	0	+	E	A/T*
Charadriidae	<i>Charadrius modestus</i>	0	0	0	4 (0.006)	E	A/T
	<i>Vanellus chilensis</i>	10 (0.012)	0	0	3 (0.005)	E	A/T
Scolopacidae	<i>Gallinago paraguaiiae</i>	+	+	0	6 (0.009)	E	A/T
	<i>Tringa melanoleuca</i>	+	0	0	0	E	A/T
Stercorariidae	<i>Stercorarius chilensis</i>	1 (0.001)	0	0	+	D	A/T
Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	9 (0.011)	21 (0.044)	7 (0.027)	31 (0.047)	A	A/T

APÉNDICE 1. Continuación.

Familia	Especie	No. Verano	No. Otoño	No. Invierno	No. Primavera	Estacionalidad ¹	Habitat ²
Laridae	<i>Leucophaeus scoresbii</i>	+	0	0	2 (0.003)	D	A/T*
	<i>Sterna hirundinacea</i>	6 (0.007)	0	0	+	E	A/T
Psittacidae	<i>Enicognathus ferrugineus</i>	8 (0.010)	6 (0.012)	0	+	E	T
Picidae	<i>Campybilus magellanicus</i>	2 (0.002)	1 (0.002)	1 (0.004)	5 (0.008)	A	T
Furnariidae	<i>Aphrastura spinicauda</i>	95 (0.119)	95 (0.197)	93 (0.359)	57 (0.087)	A	T
	<i>Cinclodes fuscus</i>	1 (0.001)	1 (0.002)	0	+	D	A/T
	<i>Cinclodes patagonicus</i>	3 (0.004)	0	1 (0.004)	1 (0.002)	D	A/T
	<i>Pygarrhichas albogularis</i>	6 (0.007)	1 (0.002)	4 (0.015)	2 (0.003)	A	T
Rhinocryptidae	<i>Scytalopus magellanicus</i>	1 (0.001)	1 (0.002)	0	+	A	T
Tyrannidae	<i>Anairetes parulus</i>	1 (0.001)	3 (0.006)	11 (0.042)	2 (0.003)	A	T
	<i>Colorhamphus parvirostris</i>	0	+	2 (0.008)	0	E	T
	<i>Elaenia albiceps</i>	45 (0.056)	0	0	5 (0.008)	E	T
	<i>Lessonia Rufa</i>	+	0	0	11 (0.017)	E	T
	<i>Muscisaxicola maclovianus</i>	2 (0.002)	0	0	30 (0.046)	E	T
	<i>Xolmis pyrope</i>	31 (0.039)	22 (0.046)	3 (0.012)	10 (0.015)	A	T
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	3 (0.004)	0	0	0	E	T
	<i>Tachycineta meyeri</i>	102 (0.127)	0	0	+	E	T
Troglodytidae	<i>Cistothorus platensis</i>	1 (0.001)	2 (0.004)	0	4 (0.006)	E	A/T
	<i>Troglodytes musculus</i>	59 (0.074)	4 (0.008)	0	43 (0.066)	E	T
Turdidae	<i>Turdus falckandii</i>	48 (0.060)	21 (0.044)	33 (0.127)	29 (0.044)	A	T
Motacilidae	<i>Anthus correndera</i>	0	0	0	+	D	T
Emberizidae	<i>Melanodera xanthogramma</i>	+	0	0	0	D	T
	<i>Phrygilus patagonicus</i>	50 (0.062)	44 (0.091)	25 (0.097)	41 (0.063)	A	T
	<i>Zonotrichia capensis</i>	61 (0.076)	0	0	112 (0.172)	E	T
Icteridae	<i>Curaeus curaens</i>	+	0	0	10 (0.015)	A	T
	<i>Sturnella loyca</i>	+	0	0	1 (0.002)	E	T
Fringillidae	<i>Carduelis barbata</i>	55 (0.069)	33 (0.068)	4 (0.015)	13 (0.020)	A	T
	No. especies	36	32	19	37		
	No. individuos	801	482	259	653		

