

# Patrones de distribución de la avifauna de los bosques de la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos: Un antecedente básico para la planificación del aviturismo sustentable

*Distribution patterns of forest birds in the Cape Horn Biosphere Reserve: A scientific baseline for planning sustainable Birdwatching*

Erik M. Sandvig<sup>1,2,3</sup>, Claudio S. Quilodrán<sup>1,4</sup>, Francisco Aguirre<sup>1</sup>, Juan Rivero de Aguilar<sup>1,2,3</sup>, Omar Barroso<sup>1</sup>, Rodrigo A. Vásquez<sup>1,3</sup> & Ricardo Rozzi<sup>1,5</sup>

## Resumen

La Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos está inserta en una de las zonas más prístinas del planeta. Sus aves de bosque, varias de ellas especies carismáticas, constituyen uno de los focos de interés tanto de los turistas como de la comunidad local en la reserva. Sin embargo, aspectos básicos sobre la distribución de las aves en estos ecosistemas son aún poco conocidos. En este estudio caracterizamos los patrones de distribución de las aves de bosque en la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos. Distinguimos cuatro patrones, clasificando las especies de aves según variaciones de distribución geográfica y temporal dentro de la reserva. Observamos variaciones en la distribución de especies residentes y migratorias, presumiblemente asociadas al tipo de vegetación boscosa. Encontramos que los bosques mixtos de *Nothofagus betuloides* y *N. pumilio* son importantes para la presencia de varias especies de baja abundancia y de interés para el aviturismo, entre ellas el carpintero negro (*Campephilus magellanicus*). Estos resultados nos permiten identificar áreas prioritarias para la conservación del ensamble de aves de los bosques de la ecorregión subantártica de Magallanes. Adicionalmente, se resalta la isla Navarino como el área con la mayor diversidad de especies de bosques presentes, y de fácil acceso, en la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos.

## Palabras clave:

ecoturismo, patrones de distribución, ecorregión subantártica de Magallanes, conservación, aves migratorias.

## Abstract

The Cape Horn Biosphere Reserve is located in one of the most pristine areas on the planet. Its forest birds, some of them charismatic species, are one of the focus interests for both tourists and the local community. However, basic aspects of bird distribution in these ecosystems are still poorly understood. In this study, we characterized the distribution patterns of forest birds in the Cape Horn Biosphere Reserve. We distinguish four patterns, classifying bird species according to variations in geographic and temporal

<sup>1</sup> Programa de Conservación Biocultural Subantártica, Parque Etnobotánico Omora, Universidad de Magallanes - Instituto de Ecología y Biodiversidad, Puerto Williams, Chile. <https://orcid.org/0000-0002-4180-000X> ✉ erik.sandvig.c@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto de Ecología y Biodiversidad, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Las Palmeras #3425, Ñuñoa, Santiago, Chile

<sup>3</sup> Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile

<sup>4</sup> Department of Zoology, University of Oxford, OX 1 3PS, Oxford, United Kingdom.

<sup>5</sup> Sub-Antarctic Biocultural Conservation Program, Department of Philosophy and Religion & Department of Biological Sciences, University of North Texas, Denton, TX, USA

distribution within the reserve. We observed variations in the distribution of resident and migratory species related to the type of forest vegetation. We found that mixed forests of *Nothofagus betuloides* and *N. pumilio* are important for the presence of several low abundance species and of interest to birdwatchers, including the Magellanic Woodpecker (*Campephilus magellanicus*). These results allow us to identify priority areas for the conservation of the forest bird community of the Magellanic subantarctic ecoregion. Additionally, they highlight Isla Navarino as the area with the highest diversity of forest species, and is easily accessible, in the Cape Horn Biosphere Reserve.

### Key words:

ecotourism, distribution patterns, Magellanic subantarctic ecoregion, conservation, migratory birds.

## INTRODUCCIÓN

En la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos (RBCH) se procura un modelo de conservación que integra las “5 E”: ecología, educación, economía, ecoturismo y ética biocultural (Rozzi *et al.* 2020a). Para ello, las reservas de la biosfera proveen una figura de conservación que permite trabajar en la preservación de la biodiversidad al unísono con investigación, educación y transferencia al turismo científico (Rozzi *et al.* 2006a). La RBCH incluye aves emblemáticas cuyo nombre científico las señala como originalmente descritas a partir de especímenes colectados en el extremo austral de América. Entre ellas, llaman la atención el pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*), las grandes colonias de cormorán de las rocas (*Phalacrocorax magellanicus*), el búho más grande de Chile, el tucúquere (*Bubo magellanicus*), el rinocriptido más austral del mundo, el churrín del sur (*Scytalopus magellanicus*) y una de las mayores atracciones para los observadores de aves, el carpintero negro (*Campephilus magellanicus*), el más grande de Sudamérica (Rozzi *et al.* 2006b).

Las aves de bosque constituyen uno de los focos de interés tanto de los turistas como de la comunidad local en la RBCH. El Parque Etnobotánico Omora, entre los años 2003 y 2006, participó en el conteo de aves de Navidad

(*Christmas Bird Count*) organizado por la Audubon Society (LeBaron, 2004, 2005, 2006), con la participación de miembros de la Comunidad Indígena Yagán de Bahía Mejillones, la Agrupación de Medio Ambiente de Puerto Williams (ADEMAWI), el grupo de Scouts de Cabo de Hornos, el Museo Martín Gusinde, personal de la Armada, voluntarios de Puerto Williams, estudiantes de la Universidad de Magallanes y otras universidades. Los censos incluyeron tanto aves de bosque como aves costeras y altoandinas, y se realizaron a lo largo de la costa norte de la isla Navarino, los bosques del Parque Omora y las zonas altoandinas del cerro Bandera. Estos conteos de aves de Navidad suscitaron el interés de realizar comparaciones entre las aves subantárticas de Cabo de Hornos con las aves subárticas de América del Norte, donde la región boreal cubre un área extensa, que representa uno de los mayores ecosistemas forestales intactos (Alaback, 1996; Canadian Boreal Initiative, 2003; Rich *et al.* 2004). En medio del rápido cambio global, desafortunadamente se sabe muy poco acerca de las especificidades de las asociaciones de aves con los tipos de bosques tanto subantárticos (Rozzi *et al.* 2014) como subárticos o boreales (Niven *et al.* 2004). Para contribuir a resolver este vacío en la información, el cual además sirve para identificar los lugares con mayor valor para la observación de aves, en el Parque Omora se ha mantenido un monitoreo de aves de bosque mensual desde enero del año 2000 hasta la fecha (Rozzi & Jiménez, 2014). En este programa ornitológico a largo plazo, se ha mantenido una continua participación de alumnos del Liceo Donald McIntyre y en enero de cada año se ha dictado un curso de observación de aves dirigido tanto a estudiantes como a otros miembros de la comunidad de Puerto Williams, incluyendo a operadores turísticos (Pizarro *et al.* 2014; Rozzi *et al.* 2014, 2020a; Barroso *et al.* en este volumen). Finalmente, el Parque Omora recibe la visita continuada de la población local, estudiantes y turistas, siendo al día de hoy un lugar clave en el estudio, la conservación y la observación de aves subantárticas.

En este estudio investigamos los patrones de distribución de la avifauna de los bosques de la RBCH y su asociación con tipos vegetacionales, con el fin de proveer información para la toma de decisiones en conservación, facilitar futuras comparaciones con

los bosques subárticos y entregar una caracterización que contribuya a la planificación del aviturismo en la mencionada reserva. Específicamente, examinamos una gran cantidad de datos de monitoreo de aves en los hábitats boscosos registrados entre los años 2000 y 2010. A partir de este análisis, clasificamos las especies de aves de bosque de acuerdo a su distribución en la RBCH, en función de la variación geográfica en la conducta residente o migratoria, tanto local y regional. Adicionalmente, se discuten los patrones de distribución y los posibles determinantes biológicos que podrían influenciarlos. Nuestro objetivo es representar los patrones de distribución de las especies de aves de bosque en la RBCH, destacar la importancia de ciertas zonas de la reserva citada para la conservación de la avifauna en la ecorregión subantártica de Magallanes e identificar zonas especialmente aptas para el aviturismo, de manera de orientar esta actividad hacia una sustentabilidad tanto social y económica, como ambiental.

### *Bosques subantárticos y su avifauna*

La RBCH se ubica en las latitudes más australes del cono sur y alberga los bosques más australes del mundo (Rozzi *et al.* 2007). Los bosques de la ecorregión subantártica de Magallanes, dominados por árboles del género *Nothofagus*, varían entre siempreverdes, caducifolios e intermedios mixtos (Rozzi *et al.* 2014). A pesar de esta distinción entre tipos de vegetación boscosa y el marcado gradiente de precipitaciones en la reserva (Garreaud *et al.* 2013; Quilodrán en preparación), los patrones de distribución de las especies de aves aún permanecen poco conocidos.

Los bosques templados del cono sur se caracterizan por tener un ensamble de aves relativamente simple comparado con sus homónimos del hemisferio norte. En los bosques templados del cono sur, específicamente los de *Nothofagus*, se observa una disminución en la riqueza de especies a medida que aumenta la latitud (Rozzi *et al.* 1996a; Anderson & Rozzi, 2000). Se ha documentado una reducción del 33% de la riqueza de especies dentro de un rango de 10 grados de latitud (entre Navarino y Chiloé) (Rozzi *et al.* 1996b; Schlatter *et al.* 1997). El ensamble de aves que ocupa los bosques de la RBCH está constituido por una treintena

de especies pertenecientes a 20 familias de aves paseriformes y no paseriformes (Ippi *et al.* 2009; Jara *et al.* 2020); del total de especies, el 70% son residentes y el 30% migratorias (Ippi *et al.* 2009). En comparación al bosque subártico y debido al efecto oceánico, la ecorregión subantártica de Magallanes alberga un mayor número de especies residentes (Rozzi *et al.* 2014). Las condiciones climáticas, comparativamente menos hostiles con respecto al bosque subártico, permitirían la permanencia de una mayor proporción de especies durante todo el año (Rozzi *et al.* 2014).

Entre las especies que habitan los bosques subantárticos existen tanto especies generalistas, es decir, las que ocupan diferentes tipos de bosque, como especies restringidas a un cierto tipo de vegetación boscosa (Ippi *et al.* 2009). A su vez, los patrones de distribución se relacionan con el carácter migratorio o residente de las aves. En la RBCH, existen especies migratorias para la región, como el chincol (*Zonotrichia capensis*) y el fio-fío (*Elaenia albiceps*) (Jiménez *et al.* 2016); especies que presentan individuos residentes y migratorios, como la viudita (*Colorhamphus parvirostris*) y el churrete acanelado (*Cinclodes fuscus*); y especies residentes durante todo el año, como el cometocino patagónico (*Phrygilus patagonicus*) y el rayadito (*Aphrastura spinicauda*) (Rozzi *et al.* 2014; Billerman *et al.* 2020).

## MÉTODOS

### *Área de estudio*

La RBCH tiene una superficie terrestre de 19.172 km<sup>2</sup>, y pertenece a la ecorregión subantártica de Magallanes (Rozzi & Jiménez, 2014). Los hábitats boscosos encontrados en la reserva están dominados por coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), lenga (*N. pumilio*), ñirre (*N. antarctica*), y bosques mixtos de *Nothofagus* (Pisano, 1977; Rozzi & Jiménez, 2014). Basados en Rozzi y colaboradores (2006b), se distinguen tres tipos de hábitats boscosos en la RBCH: 1) C (Coigüe de Magallanes): dominado por un bosque siempreverde de coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), el que se asocia frecuentemente con leñadura (*Maytenus magellanica*) y canelo (*Drymis winteri*); 2) CL (mixto): bosque mixto,

representado por especies de árboles deciduos y siempreverdes, el que está dominado por lenga (*N. pumilio*) y coigüe de Magallanes (*N. betuloides*); 3) CÑT (Coigüe de Magallanes-Ñirre-Tundra): bosque mixto, representado por especies de árboles deciduos y siempreverdes, un bosque achaparrado, el que está dominado por coigüe de Magallanes (*N. betuloides*) y ñirre (*N. antarctica*), que además incluye zonas abiertas de tundra o turberas, del género *Sphagnum* (Fig. 1).

El sotobosque es influenciado por el gradiente pluviométrico de la región (Pisano, 1977, 1980; Rozzi *et al.* 2006b). En zonas más húmedas de la reserva (con una precipitación promedio anual mayor a 2.000 mm), el sotobosque está dominado por líquenes (e.g. *Pseudocyphelaria* spp.) y hepáticas (e.g. *Gackstroemia magellanica*, *Schistochilla lamelata*). En las zonas de humedad intermedia (precipitación promedio anual entre 1.000 y 2.000 mm), el sotobosque está dominado por musgos, así como también por helechos leñosos

(incluyendo *Blechnum magellanica* y *Gleichenia pinnatifolia*) y arbustos, como el coicopihue (*Philesia magellanica*). En zonas de menor humedad (precipitación promedio anual menor a 1.000 mm), el coicopihue y los helechos leñosos están ausentes. Sin embargo, en estas zonas de humedad intermedia, arbustos que producen bayas dominan el sotobosque, como es el caso de la zarzaparrilla (*Ribes magellanicum*), el michay (*Berberis ilicifolia*) y el calafate (*B. buxifolia*) (Rozzi *et al.* 2014). La flora con bayas provee una fuente de alimentos especialmente importante para algunas especies de aves de bosque durante la estación reproductiva (Rozzi *et al.* 1996a, 2014). El clima de la reserva se caracteriza por temperaturas bajas y un gradiente de precipitación extremo, desde hiperhúmedo con más de 5.000 mm de precipitación anual en el sector oeste expuesto al Pacífico hasta moderado con menos de 500 mm en Puerto Williams (Tuhkanen *et al.* 1990; Schneider *et al.* 2003; Reyes *et al.* 2015; Acuirre *et al.* en preparación).

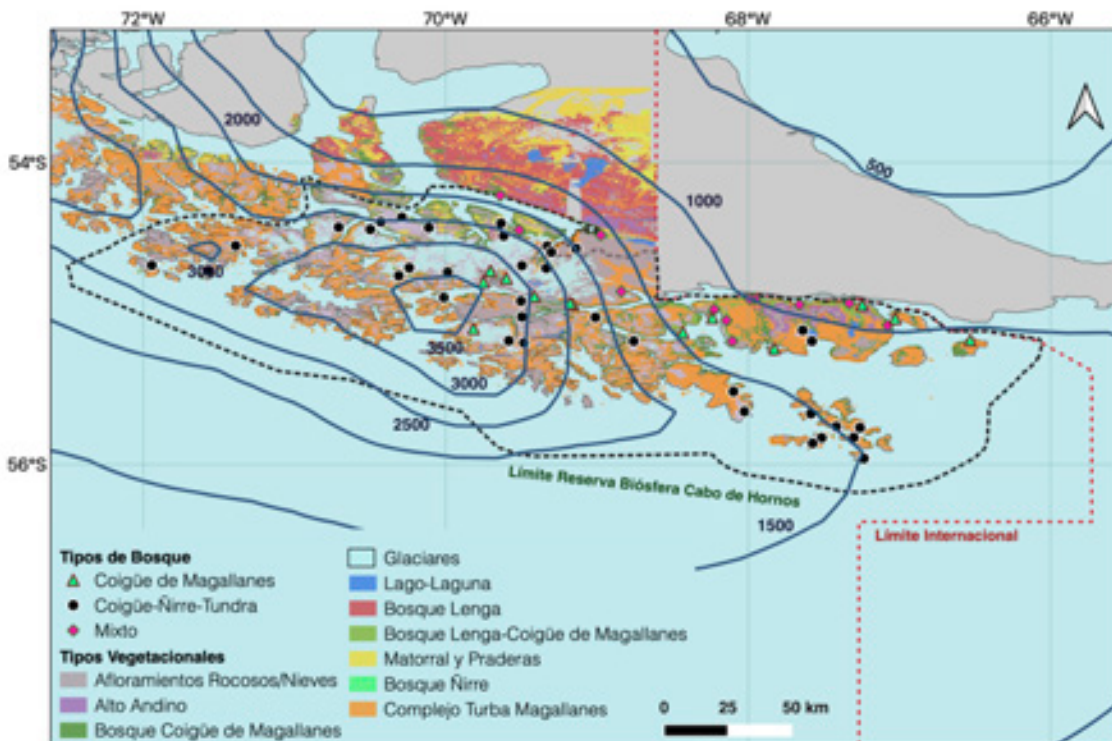


Fig. 1. Área de estudio con la ubicación de los 61 puntos de muestreo. Los puntos de muestreo están diferenciados por el tipo de bosque dominante: a) Coigüe de Magallanes, b) Mixto (Coigüe de Magallanes-Lenga), c) CÑT (Coigüe de Magallanes-Ñirre-Tundra). Las coberturas de los principales tipos de vegetación están representadas con distintos colores. A) Las líneas continuas azules representan isoyetas de precipitación anual (mm).



### Variables climáticas

Para la caracterización de las variables climáticas en los tres tipos de vegetación boscosa, se utilizaron los promedios anuales de precipitación basados en los promedios mensuales registrados entre los años 2000 y 2019 (Fig. 1; véase Aguirre *et al.* en preparación). Estas variables fueron extraídas del re-análisis climático ERA5, de su versión de variables agrupadas mensualmente (Copernicus Climate Change Service (C3S), 2017), a través de la plataforma Google Earth Engine (GEE) (Gorelick *et al.* 2017).

### Monitoreo de aves

Entre enero del año 2000 y diciembre de 2010 se realizaron campañas de anillamiento de aves con redes de niebla en el Parque Omora (isla Navarino) y en otras 60 localidades dentro de la RBCH (Rozzi *et al.* 2014). Adicionalmente al muestreo con redes de niebla, se efectuaron censos de aves utilizando transectos con estaciones de escucha y observación. Para estos fines, se realizaron al menos dos visitas por punto de muestreo, una durante la primavera/verano (octubre – marzo) y otra durante el otoño/invierno (abril – septiembre), así incluyendo los registros de aves migratorias y residentes. Con estos datos se prepararon listados de las especies de aves de bosque en 61 puntos en la RBCH (véase Ippi *et al.* 2009; Rozzi *et al.* 2014, para más detalles sobre la metodología de muestreo). La determinación de los patrones de distribución se determinó cualitativamente, observando mapas de presencia/ausencia para cada especie entre los 61 puntos de muestreo.

## RESULTADOS

En los 61 puntos de muestreo ubicados en ambientes boscosos de la RBCH se anexaron los registros de 23 especies de aves. Éstas pertenecieron a seis órdenes: Apodiformes, Falconiformes, Strigiformes, Piciformes, Psittaciformes y Passeriformes. Los cinco primeros órdenes incluyeron una especie cada uno y los Passeriformes, 18 en total (Tabla 1). Los passeriformes incluyeron diez familias, entre

las que Rhinocryptidae, Troglodytidae, Turdidae, Emberizidae, Icteridae y Ploceidae sumaron una especie cada una, Hirundinidae y Fringillidae incluyeron dos especies cada una, mientras que Furnariidae y Tyrannidae cuatro especies cada una (Tabla 1).

Con respecto a las rapaces nocturnas, el concón (*Strix rufipes*) fue excluido del análisis, ya que no hubo un muestreo estandarizado de este tipo de aves en todos los puntos de muestreo. Sin embargo, el chuncho (*Glaucidium nana*) sí fue considerado en el análisis, por ser de hábitos semi-diurnos y de más fácil detección. Entre las rapaces diurnas y nocturnas, también se excluyeron especies como el carancho (*Caracara plancus*) y el nuco (*Asio flammeus*) que no tuvieron asociación clara con los hábitats boscosos. Análogamente, el Martín pescador (*Ceryle torquata*) y paseriformes tales como el chercán de las vegas (*Cistothorus platensis*), se excluyeron porque se registraron principalmente en hábitats no boscosos y sólo ocasionalmente en los bosques.

Entre las 23 especies consideradas en los análisis, distinguimos cuatro patrones de distribución distintivos (véase Tabla 1):

- a) categoría 1: aves residentes de distribución amplia; registradas en los 61 puntos de muestreo (diez especies);
- b) categoría 2: aves residentes de distribución restringida; registradas sólo en puntos interiores de la reserva y ausentes en puntos ‘muy expuestos’, en el límite exterior de la reserva (cinco especies);
- c) categoría 3: aves migratorias regionales; especies que están presentes sólo durante el verano en la RBCH y migran fuera de ella en invierno (seis especies);
- d) categoría 4: aves migratorias locales; especies presentes durante todo el año en parte de la RBCH, pero presentes solamente durante el verano en otros lugares de la reserva (dos especies).

Respecto a los tipos de bosque, la Fig. 2 muestra los patrones de distribución de especies en la RBCH. La mayoría de las especies (N = 17) se registró en los tres tipos de bosque: siempreverde dominado por coigüe de Magallanes (C), mixto siempreverde

Tabla 1. Listado de especies de aves registradas en los 61 puntos de muestreo en hábitats boscosos de la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos. Las categorías de distribución corresponden a: 1) residentes de distribución amplia; 2) residentes de distribución restringida; 3) migratorias regionales; 4) migratorias locales. Los tipos de hábitat corresponden a: (C) Coigüe de Magallanes, (CL) Mixto (Coigüe de Magallanes-Lenga), (CÑT) Coigüe de Magallanes-Nirre-Tundra.

Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Categoría de distribución	Tipos de hábitat
Apodiformes	Trochilidae	Picaflor chico	<i>Sephanoides sephaniodes</i>	3	C, CL, CÑT
Falconiformes	Falconidae	Tiuque	<i>Milvago chimango</i>	1	C, CL, CÑT
Strigiformes	Strigidae	Chuncho	<i>Glauclidium nana</i>	1	C, CL, CÑT
Piciformes	Picidae	Carpintero negro	<i>Campephilus magellanicus</i>	2	C, CL
Psittaciformes	Psittacidae	Cachaña	<i>Enicognathus ferrugineus</i>	2	C, CL
Passeriformes	Rhinocryptidae	Churrín del sur	<i>Scytalopus magellanicus</i>	1	C, CL, CÑT
	Furnariidae	Comesebo grande	<i>Pygarrhichas albogularis</i>	1	C, CL, CÑT
	Furnariidae	Churrete acanelado	<i>Cinclodes fuscus</i>	4	C, CL, CÑT
	Furnariidae	Churrete	<i>Cinclodes patagonicus</i>	1	C, CL, CÑT
	Furnariidae	Rayadito	<i>Aphrastura spinicauda</i>	1	C, CL, CÑT
	Tyrannidae	Cachudito	<i>Anairetes parulus</i>	4	C, CL, CÑT
	Tyrannidae	Fio-Fío	<i>Elaenia albiceps</i>	3	C, CL, CÑT
	Tyrannidae	Diucón	<i>Xolmis pyrope</i>	1	C, CL, CÑT
	Tyrannidae	Viudita	<i>Colorhamphus parvirostris</i>	2	C, CL
	Hirundinidae	Golondrina de dorso negro	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	3	CL
	Hirundinidae	Golondrina chilena	<i>Tachycineta meyeni</i>	3	C, CL, CÑT
	Troglodytidae	Chercán	<i>Troglodytes aedon</i>	3	C, CL, CÑT
	Turdidae	Zorzal	<i>Turdus falklandii</i>	1	C, CL, CÑT
	Fringillidae	Jilguero	<i>Spinus barbata</i>	1	C, CL, CÑT
	Emberizidae	Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i>	3	C, CL, CÑT
	Icteridae	Tordo	<i>Curaeus curaeus</i>	2	CL
	Thraupidae	Cometocino patagónico	<i>Phrygilus patagonicus</i>	1	C, CL, CÑT
	Passeridae	Gorrion	<i>Passer domesticus</i>	2	CL

y deciduo co-dominado por coigüe de Magallanes y lenga (CL) y bosquetes de coigüe de Magallanes y ñirre en una matriz de tundra de Magallanes (CÑT). Seis especies estuvieron restringidas a bosques de árboles altos de coigüe de Magallanes y/o mixto de coigüe de Magallanes y lenga (C y/o CL). Estos tipos de bosque están asociados a un marcado gradiente de precipitación (Fig. 2).

## DISCUSIÓN

La RBCH alberga una rica comunidad de aves de bosque de gran interés para el turismo de observación de aves. Entre las aves de bosque que atraen mayor atención se encuentra el carpintero negro (Arango *et al.* 2007. En la isla Navarino e islas aledañas, el carpintero presenta densidades

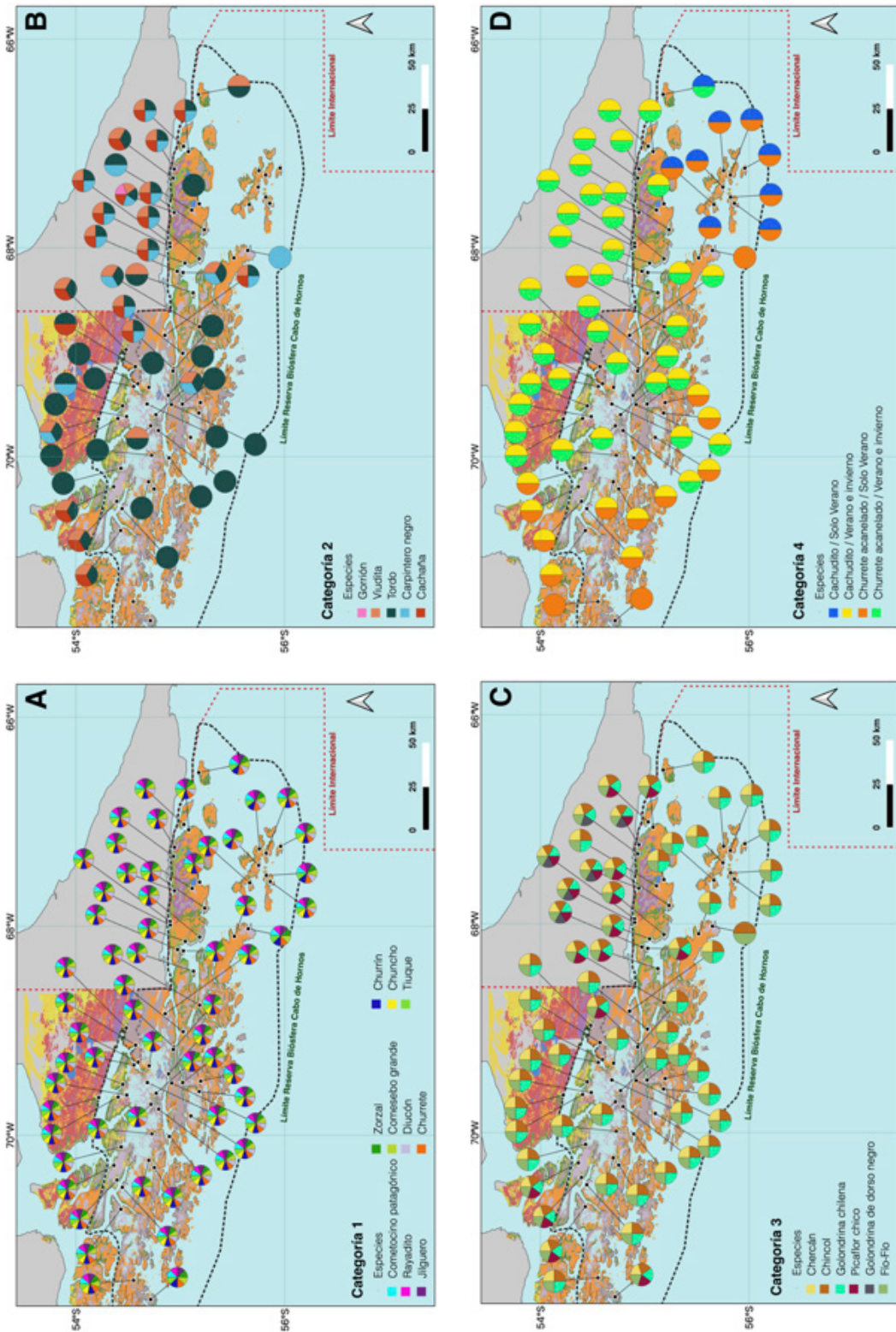


Fig. 2. Categorías de patrones de distribución de las aves de bosque en la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos. A) Categoría 1: aves residentes de distribución amplia; B) Categoría 2: aves residentes de distribución restringida; C) Categoría 3: aves migratorias regionales; D) Categoría 4: aves migratorias locales. Los colores dentro de los gráficos de torta representan las especies de aves de bosque registradas en cada punto de muestreo.

poblaciones más altas que en otras regiones de Chile; por lo tanto, es más fácil observar individuos y grupos familiares (Wynia, 2020). Sin embargo, esta especie presenta una distribución restringida dentro de la RBCH (Rozzi & Jiménez, 2014).

Con el fin de identificar las áreas más importantes y con mayor riqueza de especies, en este trabajo hemos realizado una primera clasificación del ensamble de aves en función del tipo de bosque y la distribución dentro de la reserva. Entre las especies detectadas se encontraron especies de amplia distribución en el sudoeste de Sudamérica (Rozzi *et al.* 1996a). Sin embargo, en la RBCH los patrones de distribución variaron tanto espacial como temporalmente, registrándose especies migratorias y residentes. Estas especies se pudieron clasificar en cuatro categorías con patrones bien diferenciados. Dos de estos patrones representan especies residentes y migratorias de amplia distribución en la RBCH (Categorías 1 y 3), las otras dos categorías (Categorías 2 y 4) podrían considerarse como subgrupos de cada una de aquéllas. Es relevante notar que la Categoría 2 incluye especies que, aunque están presentes en los puntos de muestreo durante todo el año, sólo se registraron en puntos interiores de la reserva. La Categoría 4, en cambio, está compuesta por especies migratorias locales, que se distribuyen ampliamente en la reserva durante el verano, pero migran a puntos interiores durante el invierno. A continuación, se discuten las posibles determinantes biológicas que podrían influenciar los patrones de distribución de cada categoría.

*Categoría 1: residentes ampliamente distribuidos* – Las diez especies de esta categoría son en su mayoría generalistas y de alta abundancia en la reserva. Esta categoría incluye a las dos especies más abundantes, el cometocino patagónico y el rayadito, que combinadamente totalizan más del 60% de las aves capturadas con redes de niebla en el Parque Omora para el período 2000-2010 (Rozzi *et al.* 2014). Las diez especies de esta categoría son consideradas comunes a lo largo de su distribución y podrían considerarse como el ensamble núcleo en la RBCH. A excepción del diucón (*X. pyrope*), que estuvo ausente en 3 sitios del extremo oeste y un sitio del extremo sur de la reserva, las otras nueve especies de esta categoría fueron registradas en todos los puntos

de muestreo; es decir, las aves de esta categoría habitan a lo largo de todo el gradiente climático de la RBCH, así como también en todo el espectro de estructuras boscosas.

*Categoría 2: residentes restringidos* –

Tres de las cinco especies en esta categoría, la cachaña (*E. ferrugineus*), el carpintero negro y la viudita, son consideradas escasas en los bosques templados de Chile, encontrándose en abundancias bajas comparadas al resto del ensamble de aves de ecosistemas boscosos templados en Chile (Cofré, 1999). La cachaña está frecuentemente asociada a bosques caducifolios de *Nothofagus* (principalmente *N. pumilio* y *N. antarctica*), donde se alimenta mayoritariamente de sus frutos y polen (Díaz & Kitzberger, 2006; Díaz, 2012; Díaz *et al.* 2012). Esta preferencia podría explicar la ausencia de la cachaña en zonas de mayor pluviosidad, dominadas por *N. betuloides*.

El carpintero negro se destaca por cumplir un papel ecológico importante en los bosques de la RBCH, puesto que es la única especie primaria de creación de cavidades de gran tamaño en la reserva (Wynia, 2020). Otras especies de pájaros propias de los bosques templados de Sudamérica, el pitío (*C. pitius*) y el carpinterito (*D. lignarius*) (Rozzi *et al.* 1996a), no se encuentran al sur del estrecho de Magallanes (Winkler & Christie, 2020; Winkler *et al.* 2020). Aunque el comesebo grande (*P. albogularis*) es también un creador primario de cavidades, éstas solamente serían ocupadas por nidificadores secundarios de tamaño pequeño, como el rayadito y la golondrina chilena (Altamirano *et al.* 2017). Además, la abundancia de carpintero negro parece ser alta comparada con otras partes de su distribución (Anderson & Rozzi, 2000). El carpintero negro forrajea y nidifica en bosques primarios de *N. pumilio* (Ojeda & Chazarreta, 2014), pero en el caso de la ecorregión subantártica de Magallanes, utiliza tanto bosque de *N. pumilio* como bosques mixtos con *N. betuloides* (Vergara & Schlatter, 2004). Sin embargo, en la documentación de uso de bosques mixtos (Vergara & Schlatter, 2004), este bosque presentaba una cobertura de dosel de *N. betuloides* menor al 10%. Aquí reportamos una menor presencia del carpintero negro en puntos con bosques compuestos mayoritariamente por *N.*



*betuloides* comparados con los bosques mixtos con *N. pumilio*. Por lo tanto, se requieren más estudios para determinar las causas de esta posible preferencia, ya sean directas, vinculadas con atributos estructurales del bosque, o indirectas, relacionadas a variables climáticas.

La viudita es el representante más austral de la familia Tyrannidae, siendo una especie primordialmente insectívora, pero en la que se ha reportado el consumo de semillas en esta latitud (véase McGehee & Eitniear, 2007); aún no está claro si esta es una conducta oportunista, o si posiblemente es un signo de que está en su límite ecológico y/o fisiológico.

Las otras dos especies en esta categoría incluyen al tordo (*C. curaeus*) y el gorrión (*P. domesticus*). El tordo a lo largo de su distribución se asocia a hábitats relativamente abiertos. En zonas boscosas generalmente está asociado a áreas poco densas o claros, rara vez visto en bosques continuos (Fraga, 2020). Dentro de la RBCH, el tordo tiene una distribución relativamente amplia, pero su presencia pareciera estar asociada a hábitats abiertos, como el litoral (Venegas, 1981), o con algún grado de perturbación antropogénica o natural y a bosques con sotobosque más ralo como en los bosques caducifolios. El bosque siempreverde de *N. betuloides* con sotobosque más cerrado pareciera estar fuera de su nicho ecológico, explicando su rara observación en los puntos de muestreo asociados a este tipo de bosque. Finalmente, el gorrión (*P. domesticus*) es un caso particular, pues es una especie invasora, asociada a asentamientos humanos y homogenización antrópica (Medrano & Cerpa, 2018). Cabe advertir que el gorrión se encuentra restringido a las áreas con asentamientos humanos en la reserva, esto es, Puerto Williams y Puerto Toro en isla Navarino, Caleta Piedra en isla Picton y Caleta 2 de Mayo en bahía Yendegaia (Barros, 1971; Rozzi & Jiménez, 2014; Rozzi *et al.* En este volumen). Sin embargo, el gorrión podría ampliar su distribución en el futuro en función del aumento de la urbanización y conectividad por influencia antrópica en la RBCH.

*Categoría 3: migratorios regionales* – En esta categoría encontramos seis especies que difieren en la magnitud de sus conductas migratorias. Los migradores de larga distancia entre la RBCH y

los bosques tropicales de Sudamérica incluyen una especie, el fio-fío (Jiménez *et al.* 2016; Bravo *et al.* 2017). Los migradores de distancias intermedias, con épocas de invernada en regiones más al norte de Chile o Argentina incluyen cinco especies: la golondrina chilena (*T. meyeri*), la golondrina de dorso negro (*Pygochelidon cyanoleuca patagonica*), el chincol, el chercán (*T. aedon*) y el picaflor chico (*S. sephaniodes*) (Rozzi *et al.* 1996a). Para estas últimas tres especies, aún no se han comprobado las zonas de invernada de las poblaciones que se reproducen en Tierra del Fuego o la isla Navarino. Un aspecto interesante de estas cinco especies que migran distancias intermedias es que la conducta migratoria sólo es observada en sus poblaciones de distribución más austral, siendo principalmente residentes en latitudes más bajas (Billerman *et al.* 2020). Dos especies en este grupo merecen mayor discusión por tener una distribución en parches dentro de la RBCH: el picaflor chico y la golondrina de dorso negro.

El picaflor chico fue registrado en la mayoría de los puntos de la isla Navarino y otros 6 puntos dispersos por la reserva, sin poder diferenciarse un patrón claro en cuanto a tipo de bosque y/o clima. Es probable que esta distribución esté relacionada a la presencia de especies vegetales importantes para su forrajeo, tales como *Embothrium coccineum* y *Philesia magellanica*.

En el caso de la golondrina de dorso negro (*P. cyanoleuca*), presenta una distribución muy restringida en la RBCH, aunque se ha detectado en zonas aún más australes, como es el caso del archipiélago Diego Ramírez (Barroso *et al.* en este volumen). La golondrina de dorso negro es de muy amplia distribución en Latinoamérica (Dayer, 2020), asociada a áreas abiertas. Posee tres subespecies, entre ellas *P. cyanoleuca patagonica* se distribuye en todo Chile, en hábitats de climas más hostiles que la golondrina chilena, registrándose hasta los 4.600 m.s.n.m. (Vukasovic & Medrano, 2018). Sin embargo, es posible que, a pesar de su amplia distribución, esta especie esté más restringida a áreas abiertas que la golondrina chilena, la cual se observa sobre el dosel y en claros de bosque. Posiblemente su ausencia en la mayoría de la RBCH no sea debido a restricciones climáticas, sino a sus preferencias de hábitat, evitando áreas de bosque continuo.

*Categoría 4: migratorios locales* – En esta categoría encontramos sólo dos especies, el cachudito (*A. parulus*) y el churrete acanelado, residentes en una distribución restringida dentro de la reserva, pero migrantes en otras áreas dentro de la misma.

El cachudito habita en casi toda la RBCH, exceptuando las zonas más expuestas al océano Pacífico en el oeste de la mencionada reserva. Es residente en todos los puntos ubicados en las áreas más protegidas hacia el interior de la RBCH, alejado de la exposición oceánica. En las zonas más expuestas, como el extremo sur de la isla Hoste, las islas del archipiélago Cabo de Hornos y la isla Nueva, se encuentra solamente durante el verano. En este archipiélago se encuentran vastas zonas arbustivas en el sotobosque y el borde de los bosques (Pisano, 1980; Rozzi *et al.* 2006b). Dado que el cachudito nidifica principalmente en arbustos (Jara *et al.* 2019), el archipiélago Cabo de Hornos ofrece un hábitat apropiado para la nidificación de esta especie durante el verano. Su ausencia en las zonas más expuestas durante el invierno podría estar relacionada tanto a razones climáticas como a restricciones de disponibilidad de alimento. Respecto a lo primero, el cachudito es el ave de menor tamaño corporal en la RBCH y, por tanto, más susceptible a hipotermia durante el invierno en las zonas más lluviosas y frías (véase Fig. 2 y Aguirre *et al.* en preparación). En relación a la segunda razón, el cachudito es una especie insectívora, y durante el invierno las zonas expuestas podrían experimentar una menor disponibilidad de invertebrados ectotermos (Dolkas & Neiman, 2020). Sin embargo, para dilucidar el efecto de la dieta en su patrón de distribución, se requiere entender mejor cómo fluctúa la abundancia de insectos en el archipiélago Cabo de Hornos.

El churrete acanelado se observa todo el año en todos los puntos interiores de la reserva, pero se encuentra ausente en puntos exteriores y las islas del archipiélago Cabo de Hornos, durante el invierno. Cabe destacar que su pariente cercano, el churrete (*C. patagonicus*) es residente en todos los puntos de la reserva. Observaciones en ésta dan cuenta de que el churrete acanelado parece internarse en el bosque durante el invierno, evitando los bosques más expuestos (véase Rozzi & Jiménez, 2014, p. 71).

Cabe mencionar que Ippi y colaboradores (2009) detectaron 34 especies, 11 adicionales a este estudio, en los bosques y hábitats asociados en la isla Navarino. Esta discrepancia puede ser debida a que en dicho estudio se consideraron especies que no usan bosques como un hábitat primario durante su historia de vida, específicamente aves acuáticas o de humedal que pueden ser registradas en el ecotono entre ambientes acuáticos y boscosos. Ippi y colaboradores (2009) también registraron ocho especies de aves rapaces, contrastando con las sólo dos especies observadas en el presente trabajo. En el caso del cernícalo (*Falco sparverius*) y la lechuza (*Tyto alba*), están generalmente más asociados a áreas ecotonales y abiertas, y particularmente a estructuras antrópicas en el caso de la lechuza. El peuquito (*Accipiter bicolor*), el traro y el tucúquere, son todas especies de baja detectabilidad en ambientes boscosos. Por lo que, no haberlas detectado durante los censos puede ser producto del esfuerzo de muestreo. La ausencia del churrete chico (*Cinclodes oustaleti*) en nuestros registros puede ser resultado de su baja densidad poblacional y/o por ser una especie que puede pasar desapercibida en el suelo del bosque. Mayor esfuerzo de muestreo a lo largo de la reserva es aún requerido para determinar la distribución espacial y estacional del churrete chico, el peuquito, el traro y el tucúquere dentro de la RBCH.

Los patrones de distribución de las aves de bosque en la RBCH están influenciados por la distribución de los tipos de bosques y las condiciones climáticas asociadas. Bosques mixtos con *N. pumilio* parecen ser importantes para la presencia de algunas especies de interés, como el carpintero negro y la cacheaña, dentro de la RBCH. Estos resultados nos permiten identificar áreas prioritarias para la conservación del ensamble de aves de los bosques de la ecorregión subantártica de Magallanes, en particular sectores con *N. pumilio*, que se ubican en zonas especialmente aptas para el aviturismo en la isla Navarino y sectores del Parque Nacional Yendegaia (Rozzi *et al.* 2006a). Adicionalmente, se requiere entender mejor las limitaciones ecológicas y fisiológicas de las especies que muestran variación en su distribución dentro de la reserva. Dilucidar estas limitaciones en futuros estudios permitiría entender mejor la distribución de aves en los

gradientes boscosos y pluviométricos, así como también anteponerse a escenarios de cambios abruptos en el ecosistema.

En el ámbito social, el hecho que la totalidad de las especies registradas habiten en zonas habilitadas con infraestructura como la isla Navarino y el sector este del Parque Nacional Yendegaia favorece la sustentabilidad del aviturismo. Además, estos sectores presentan precipitaciones anuales de aproximadamente 1.000 mm o menos, lo que facilita la actividad por parte de los observadores de aves y minimiza el impacto en suelos hiperhúmedos que son más frágiles. El aviturismo en la RBCH, y otros lugares de Chile y el mundo, es una práctica que favorece tanto la conservación de las aves y sus hábitats, como la economía local (Greenwood, 2007). Estados Unidos genera casi un millón de puestos de trabajo y sobre cien mil millones de dólares estadounidenses de ingreso anual por concepto de visitas guiadas, viajes y estadías (Carver, 2013). El turismo asociado a la observación de aves ofrece un gran potencial para la reserva que podría complementarse con otros tipos de hábitats adicionales a los boscosos. Dentro de la RBCH, en la isla Navarino y los sectores de bahía Yendegaia, como también en el archipiélago Cabo de Hornos, por encima del límite arbóreo en las zonas altoandinas, habitan especies muy atractivas para los observadores de aves, como el yal cordillerano (*Melanodera xanthogramma*), la perdicitita cordillerana austral (*Attagis maluoinus*) y el chorlo chileno (*Charadrius modestus*) (Venegas, 1981; Rozzi & Jiménez, 2014; Rozzi *et al.* 2020a). En áreas del litoral, particularmente en el archipiélago Cabo de Hornos, habitan especies de interés, como la becacina grande (*Gallinago stricklandii*), carancho negro (*Phalacrocorax australis*) y el churrete austral (*Cinclodes antarcticus*) (Venegas, 1981). El aviturismo en la RBCH también podría complementarse con otras zonas ubicadas más al norte en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena donde se pueden encontrar otros hábitats, como la estepa magallánica, particularmente en sus sectores al norte de Tierra del Fuego y al noreste de Punta Arenas, habitadas por aves muy atractivas incluyendo varias especies amenazadas (Rozzi *et al.* 2020a). La estepa magallánica es el hogar de aves atractivas como

el canquén colorado (*Chloephaga rubidiceps*), el cazamoscas chocolate (*Neoxolmis rufiventris*), el yal austral (*Melanodera melanodera*) y el chorlo de campo (*Oreopholus ruficollis*) (Texera, 1972). Finalmente, es necesario notar que los ambientes dulceacuícolas y marinos albergan una rica avifauna que complementa el atractivo que para los *birdwatchers* tienen las aves de bosque en la RBCH.

En conclusión, para el aviturismo los patrones de distribución de las aves de bosque en la RBCH sugieren que las zonas núcleo de la reserva, que incluyen los Parques Nacionales de Agostini y Cabo de Hornos, poseen una menor diversidad de aves terrestres al mismo tiempo que una mayor pluviosidad y una dominancia de hábitats de turbera que son los más frágiles a las visitas turísticas. Destinar estas áreas a conservación terrestre no disminuye la calidad de la experiencia del aviturismo en la RBCH, puesto que en zonas cercanas a Puerto Williams se encuentra la totalidad de especies registradas tanto en los hábitats boscosos, como en los hábitats por encima del límite arbóreo y a lo largo de las costas. Por lo tanto, recomendamos que dentro de la RBCH la actividad del aviturismo se focalice en la isla Navarino, puesto que esta ubicación contribuirá a realizar la observación de aves con un máximo de satisfacción de los visitantes y un mínimo impacto ambiental, a la vez que favorecerá la participación de guías locales de Puerto Williams.

## AGRADECIMIENTOS

EMS, JRA y la preparación de este trabajo han contado con el apoyo de los proyectos de PIA-Apoyo a Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia con Financiamiento Basal ANID AFB170008 al Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), FONDEQUIP-CONICYT y Bienes Públicos-CORFO a la Universidad de Magallanes (UMAG) y el Grupo de Trabajo Mar y Tierra (The Pew Charitable Trust-Chile) a Fundación Omora. CSQ es financiado por un fondo proveniente del *Swiss National Science Foundation* (N°P400PB\_183930). Esta es una contribución del Programa de Conservación Biocultural Subantártica conjuntamente coordinado por IEB, UMAG y University of North Texas.

## LITERATURA CITADA

- Aguirre F., Squeo F., David D., Crego R., Buma B., Carvajal D., Jaña R., Casassa G. y Rozzi. (en preparación) Gradientes climáticos y su influyente rol sobre los ecosistemas terrestres de la Reserva de Biósfera Cabo de Hornos, Chile. *Annales de la Patagonia*.
- Alaback, P. (1996). Biodiversity patterns in relation to climate: the coastal temperate rainforests of North America. In R. G. Lawford, P. B. Alaback & E. Fuentes (Eds.), *High-Latitude Rainforests and Associated Ecosystems of the West Coasts of the Americas. Climate, Hydrology, Ecology and Conservation*. Springer, NY, USA.
- Altamirano, T. A., Ibarra, J. T., Martin, K., & Bonacic, C. (2017). The conservation value of tree decay processes as a key driver structuring tree cavity nest webs in South American temperate rainforests. *Biodiversity and conservation*, 26(10), 2453-2472.
- Anderson, C., & Rozzi, R. (2000). Bird assemblages in the southernmost forests of the world: methodological variations for determining species composition. *Anales del Instituto de la Patagonia. Serie Ciencias Naturales*, 28, 89-100.
- Arango, X., Rozzi, R., Massardo, F., Anderson, C. B., & Ibarra, J. T. (2007). Descubrimiento e implementación del pájaro carpintero gigante (*Campephilus magellanicus*) como especie carismática: una aproximación biocultural para la conservación de la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos. *Magallania*, 35, 71-88.
- Barros, A. (1971). Aves observadoras en las islas Picton, Nueva, Lennox y Navarino Oriental (1). *Anales del Instituto de la Patagonia*, 1, 166-180.
- Barroso, O., Crego, R. D., Mella, J., Rosenfeld, S., Contador, T., Mackenzie, R., Vásquez, R., & Rozzi, R. (2020). Colaboración científica con la Armada de Chile en estudios ornitológicos a largo plazo en el archipiélago Diego Ramírez: primer monitoreo del ciclo anual del ensamble de aves en isla Gonzalo. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 48, en revisión.
- Billerman, S. M., Keeney, B. K., Rodewald, P. G., & Schulenberg, T. S. (Eds.) (2020). *Birds of the World*. Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY, USA.
- Bravo, S. P., Cueto, V. R., & Gorosito, C. A. (2017). Migratory timing, rate, routes and wintering areas of White-crested Elaenia (*Elaenia albiceps chilensis*), a key seed disperser for Patagonian forest regeneration. *PlosOne*, 12(2), e0170188.
- Canadian Boreal Initiative (2003). *The boreal forest at risk: A progress report*. 14pp.
- Carver, E. (2013). Birding in the United States: a demographic and economic analysis. Addendum to the 2011 national survey of fishing, hunting, and wildlife-associated recreation. US Fish and Wildlife Service, Arlington.
- Cofré, H. (1999). Patrones de rareza de las aves del bosque templado de Chile: implicancias para su conservación. *Boletín Chileno de Ornitología*, 6, 8-16.
- Copernicus Climate Change Service (C3S). (2017). ERA5: Fifth generation of ECMWF atmospheric reanalyses of the global climate.
- Dayer, A. A. (2020). Blue-and-white Swallow (*Pygochelidon cyanoleuca*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.bawswa1.01>
- Díaz, S., & Kitzberger, T. (2006). High *Nothofagus* flower consumption and pollen emptying in the southern South American austral parakeet (*Enicognathus ferrugineus*). *Austral Ecology*, 31(6), 759-766.
- Díaz, S., Kitzberger, T., & Peris, S. (2012). Food resources and reproductive output of the Austral Parakeet (*Enicognathus ferrugineus*) in forests of northern Patagonia. *Emu-Austral Ornithology*, 112(3), 234-243.
- Díaz, S. (2012). Biology and conservation of the Austral Parakeet (*Enicognathus ferrugineus*) in Argentina. *El Hornero*, 27(01), 017-025.
- Dolkas, G. A., & Neiman, T. J. (2020). Tufted Tit-Tyrant (*Anairetes parulus*), version 1.0. In



- Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.tuttyr1.01>
- Fraga, R. (2020). Austral Blackbird (*Curaeus curaeus*), version 1.0. In J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie & E. de Juana (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.ausbla1.01>
- Garreaud, R., López, P., Minvielle, M., & Rojas, M. (2013). Large-scale control on the Patagonian climate. *Journal of Climate*, 26(1), 215-230.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18-27.
- Greenwood, J. J. (2007). Citizens, science and bird conservation. *Journal of Ornithology*, 148(1), 77-124.
- Ippi, S., Anderson, C.B., Rozzi, R., & Elphick, C. S (2009). Annual variation of abundance and composition in forest bird assemblages on Navarino Island, Cape Horn Biosphere Reserve, Chile. *Ornitología Neotropical*, 20, 231-245.
- Jara, R. F., Crego, R. D., Arellano, F. J., Altamirano, T. A., Ibarra, J. T., Rozzi, R., & Jiménez, J. E. (2019). Breeding strategies of open-cup-nesting birds in sub-Antarctic forests of Navarino Island, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 92(1), 1-10.
- Jara, R. F., Crego, R. D., Samuel, M. D., Rozzi, R., & Jiménez, J. E. (2020). Nest-site selection and breeding success of passerines in the world's southernmost forests. *PeerJ*, 8:e9892 <https://doi.org/10.7717/peerj.9892>
- Jiménez, J. E., Jahn, A. E., Rozzi, R., & Seavy, N. E. (2016). First documented migration of individual White-crested Elaenias (*Elaenia albiceps chilensis*) in South America. *The Wilson Journal of Ornithology*, 128(2), 419-425.
- LeBaron, G. S. (2004). The 104th Christmas bird count. *American Birds*, 62, 2-9.
- LeBaron, G. S. (2005). The 105th Christmas bird count. *American Birds*, 63, 2-7.
- LeBaron, G. S. (2006). The 106th Christmas bird count. *American Birds*, 64, 2-9.
- McGehee, S. M., & Eitniear, J. C. (2007). Consumption of leñadura (*Maytenus magellanica*) seeds by three primarily insectivorous bird species. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 35, 71-73.
- Medrano, F., & Cerpa, P. (2018). Gorrión. En F. Medrano, R. Barros, H.V. Norambuena, R. Matus y F. Schmitt, *Atlas de las aves nidificantes de Chile* (p. 590). Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile.
- Niven, D. K., Sauer, J. R., Butcher, G. S., & Link, W. A. (2004). Christmas Bird Count provides insights into population change in land birds that breed in the boreal forest. *American Birds*, 58 (104th Christmas Bird), 10-20.
- Ojeda, V. & Chazarreta, L. (2014). Home range and habitat use of Magellanic Woodpeckers in an old-growth forest of Patagonia. *Canadian Journal of Forest Research*, 44(10), 1265-1273.
- Pisano, E. (1977). Fitogeografía de Fuego-Patagonia chilena. I.-Comunidades vegetales entre las latitudes 52 y 56° S. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 8, 121-250.
- Pisano, E. (1980). Distribución y características de la vegetación del archipiélago del Cabo de Hornos. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Naturales*, 11, 191-224.
- Pizarro, J. C., Ibarra, J. T., & Rozzi, R. (2014). Introducción a las aves que promueven la conservación, el ecoturismo, la educación y la ética ambiental en el extremo austral de América. En R. Rozzi & J. E. Jiménez (Eds.), *Ornitología Subantártica de Magallanes: Primera Década de Estudios de Aves en el Parque Etnobotánico Omora, Reserva de Biosfera Cabo de Hornos* (pp. 297-298). Punta Arenas-Denton: Ediciones Universidad de Magallanes, Chile - University of North Texas Press.
- Quilodrán, C., Sandvig, E., Aguirre, F., Rivero de Aguilar, J, Barroso, O., Vásquez, R., & Rozzi, R. (en preparación) Effects of the

- extreme rainfall gradient in the Cape Horn Biosphere Reserve on forest bird richness.
- Reyes, R., Jiménez, J. J., & Rozzi, R. (2015). Daily patterns of activity of passerine birds in a Magellanic sub-Antarctic forest at Omora Park (55°S), Cape Horn Biosphere Reserve, Chile. *Polar Biology*, 38, 401-411.
- Rich, T. D., Beardmore, C. J., Berlanga, H., Blancher, P. J., Bradstreet, M. S. W., Butcher, G. S., Demarest, D. W., Dunn, E. H., Hunter, W. C., Inigo-Elias, E. E., Kennedy, J. A., Martell, A. M., Panjabi, A. O., Pashley, D. N., Rosenberg, K. V., Rustay, C. M., Wendt, J. S., & Will, T. C. (2004). Partners in Flight North American Landbird Conservation Plan. Ithaca, NY: Cornell Lab of Ornithology.
- Rozzi, R., & Jiménez, J. (2014). Resumen de las aves capturadas con redes de niebla y/o censadas en los bosques más australes del mundo. En R. Rozzi & J.E. Jiménez (Eds.), *Ornitología Subantártica de Magallanes: Primera Década de Estudios de Aves en el Parque Etnobotánico Omora, Reserva de Biosfera Cabo de Hornos* (pp. 41-106). Punta Arenas-Denton: Ediciones Universidad de Magallanes, Chile-University of North Texas Press.
- Rozzi, R., Martínez, D., Wilson, M., & Sabag, C. (1996a). Avifauna de los bosques templados de Sudamérica. En J.J. Armesto, C. Villagrán & M. Kalin (Eds.), *Ecología de los bosques nativos de Chile* (pp. 135-152). Santiago: Editorial Universitaria.
- Rozzi, R., Armesto, J. J., Correa, A., Torres-Mura, J. C., & Sallaberry, M. (1996b). Avifauna de bosques primarios templados en islas deshabitadas del archipiélago de Chiloé. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69, 125-139.
- Rozzi, R., Massardo, F., Anderson, C., Heidinger, K., & Silander, J. (2006a). Ten principles for biocultural conservation at the southern tip of the Americas: the approach of the Omora Ethnobotanical Park. *Ecology and Society*, 11, 43.
- Rozzi, R., Massardo, F., Berghöfer, A., Anderson, C. B., Mansilla, A. O., Mansilla, M., Plana, J., Berghöfer, U., Araya, P. & Barros, P. (2006b). "Cape Horn Biosphere Reserve. Nomination document for the incorporation of the Cape Horn Archipelago territory into the world biosphere reserve network". MaB Program - UNESCO.
- Rozzi, R., Massardo, F., Mansilla, A., Anderson, C. B., Berghöfer, A., Mansilla, M., Gallardo, M. R., Plana, J., Berghöfer, A., Arango, X., Russell, S., Araya, P. & Barros, P. (2007). La Reserva de Biosfera Cabo de Hornos: un desafío para la conservación de la biodiversidad e implementación del desarrollo sustentable en el extremo austral de América. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Naturales*, 35, 55-62.
- Rozzi, R., Jiménez, J.E., Massardo, F., Torres-Mura, J. C., & Rijal, R. (2014). El Programa de Investigación Ornitológica a Largo Plazo del Parque Omora: sitios de estudio y métodos. En R. Rozzi & J. E. Jiménez (Eds.), *Ornitología Subantártica de Magallanes: Primera Década de Estudios de Aves en el Parque Etnobotánico Omora, Reserva de Biosfera Cabo de Hornos*. (pp. 3-39). Punta Arenas-Denton: Ediciones Universidad de Magallanes, Chile - University of North Texas Press.
- Rozzi, R., Rivero, J., Vezzani, P., Viano, P., Birker, M., Malebrán, J., Matus, R., Aguirre, F., Vásquez, R.A., & Massardo, F. (2020a). Descubrimiento del Laboratorio Natural de Magallanes. En R. Rozzi, F. Morello, F. Massardo, C. Aldunate, B. Lira, H. Rodríguez & R.L. Santa Cruz (Eds.), *Los Tres Descubrimientos de Magallanes* (pp. 217-228). Colección Santander, Museo Chileno de Arte Precolombino, Santiago, Chile.
- Rozzi, R., Crego, R. D., Contador, T. Schüttler, E., Rosenfeld, S... & Massardo, F. (en preparación). Extensión de la red de estudios socio-ecológicos a largo plazo (LTSER-Chile) en la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos y el nuevo Parque Marino Islas Diego Ramírez-Paso Drake. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 48, en este volumen.
- Schlatter, R., Simeone, A., & Venegas, C. (1997).

- Avian assemblage and dynamics in southern Chilean forests: a comparative approach between 37° and 54°S lat. *Noticiero de Biología de Chile*, 5, 121.
- Schneider, C., Glaser, M., Kilian, R., Santana, A., Butorovic, N., & Casassa, G. (2003). Regional climate variations across the southern Andes at 53 S. *Physical Geography*, 24(2), 97-119.
- Texera, W. A. (1972). Distribución y diversidad de mamíferos y aves en la Provincia de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 3, 171-305.
- Tuhkanen, S., Kuokka, I., Hyvönen, J., Stenroos, S., & Niemela, J. (1990). Tierra del Fuego as a target for biogeographical research in the past and present. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Naturales*, 19(2), 5-107.
- Venegas, C. (1981). Aves de las islas Wollaston y Bayly, archipiélago del Cabo de Hornos. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 12, 213-219.
- Vergara, P. & Schlatter, R. (2004). Magellanic woodpecker (*Campephilus magellanicus*) abundance and foraging in Tierra del Fuego, Chile. *Journal of Ornithology*, 145(4), 343-351.
- Vukasovic, M. A., & Medrano, F. (2018). Golondrina de dorso negro. En F. Medrano, R. Barros, H. V. Norambuena, R. Matus & F. Schmitt (Eds.), *Atlas de las Aves Nidificantes de Chile*. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile.
- Winkler, H., & Christie, D.A. (2020). Chilean Flicker (*Colaptes pitius*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.chifli1.01>
- Winkler, H., Christie, D.A., & Kirwan, G.M. (2020). Striped Woodpecker (*Dryobates lignarius*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.strwoo6.01>
- Wynia, A.L. (2020). *The Ecological Importance and Population Structure of Magellanic Woodpeckers (Campephilus magellanicus) in the World's Southernmost Forests*. Dissertation, Department of Biological Sciences, University of North Texas; Denton, Texas. <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc1703287/>