

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 la isla Gonzalo

Scientific collaboration with the Chilean Navy for long-term ornithological studies in the Diego Ramírez Archipelago: first year-round monitoring of Gonzalo Island's bird assemblage

Omar Barroso¹, Ramiro D. Crego^{1,2}, José Mella³, Sebastián Rosenfeld^{1,4}, Tamara Contador^{1,5,6}, Roy Mackenzie¹, Rodrigo A. Vásquez^{1,7} & Ricardo Rozzi^{1,8,9}

Resumen

La conservación biocultural requiere cada vez más colaboraciones transdisciplinarias que incluyen distintas disciplinas, instituciones y actores. La colaboración entre científicos y la Armada de Chile ha sido una efectiva forma de abordar este requerimiento. Esta colaboración inter-institucional entre la Armada y el Programa de Conservación Biocultural Subantártica (Universidad de Magallanes, Instituto de Ecología y Biodiversidad y Fundación Omora en Chile, y Universidad de North Texas en EE.UU.) nos ha permitido iniciar el año 2016 estudios ornitológicos a largo plazo en el archipiélago Diego Ramírez, que incluye las islas más australes del continente americano. Hasta ahora su avifauna había sido estudiada exclusivamente durante la época estival, pese a que las regiones subpolares son especialmente sensibles al cambio climático y que las aves constituyen uno de los grupos de animales más sensibles y de más rápida respuesta al cambio climático, modificando sus períodos de migración, residencia y anidación, sus tamaños poblacionales y sus ámbitos de distribución latitudinal. Además, estudios en la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos, contigua al archipiélago Diego Ramírez, sugieren que algunas especies podrían estar ampliando sus ámbitos de distribución latitudinal y cambiando sus fechas de migración. El objetivo de este trabajo es iniciar un monitoreo sistemático de la composición de especies y de las fechas de anidación, migración y/o residencia de la avifauna del archipiélago Diego Ramírez en el extremo sur de la ecorregión subantártica de Magallanes. Presentamos los primeros registros invernales, otoñales y avistamientos durante otras

épocas del año de la avifauna de la isla Gonzalo del archipiélago Diego Ramírez. En tres expediciones: en la estación reproductiva austral (verano; 29 noviembre-1 diciembre, 2016), en invierno (20-22 julio, 2017) y en otoño (28 marzo-1 abril, 2018), se monitorearon aves usando redes de

- 1 Programa de Conservación Biocultural Subantártica, Universidad de Magallanes, Puerto Williams, Chile. <https://orcid.org/0000-0003-0565-329X>
✉ omar.barroso@umag.cl
- 2 Conservation Ecology Center, National Zoological Park, Smithsonian Conservation Biology Institute, Front Royal, USA.
- 3 Alcaldía de Mar Islas Diego Ramírez, Isla Gonzalo, Armada de Chile.
- 4 Laboratorio de Ecosistemas Marinos Antárticos y Subantárticos (LEMAS), Universidad de Magallanes, Chile.
- 5 Laboratorio Wankara de Ecosistemas Dulceacuícolas Subantárticos y Antárticos, Universidad de Magallanes, Puerto Williams, Chile.
- 6 Núcleo Milenio de Salmónidos Invasores (INVASAL), Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- 7 Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- 8 Cary Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York, USA.
- 9 Sub-Antarctic Biocultural Conservation Program, departments of Philosophy & Religion and of Biological Sciences, University of North Texas, Denton, TX, USA.

niebla y confeccionando listas de especies a partir de observaciones en trabajo de campo. Para el registro de aves a lo largo del año, se contó con los registros fotográficos realizados por José Mella (coautor) y José Mejía, funcionarios de la Alcaldía de Mar Islas Diego Ramírez de la Armada de Chile entre los años 2014 y 2018. Se iniciaron nuevos registros fotográficos con personal capacitado de la Armada de Chile en el Faro de la isla Gonzalo. En total se detectaron 33 especies pertenecientes a 16 familias. Diez de estas especies representan nuevos registros para el archipiélago: yeco (*Phalacrocorax brasilianus* Gmelin, 1789), garza boyera (*Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758)), halcón peregrino (*Falco peregrinus* Tunstall, 1771), colegial (*Lessonia rufa* Gmelin, 1789), zorzal (*Turdus falcklandii* Quoy & Gaimard, 1824), chincol (*Zonotrichia capensis* Müller, 1776), jilguero (*Spinus barbatus* Molina, 1782), golondrina de dorso negro (*Pygochelidon cyanoleuca patagonica* d'Orbigny & Lafresnaye, 1837), golondrina de mar de vientre negro (*Fregetta tropica* Gould, 1844) y petrel damero (*Daption capense capense* Linnaeus, 1758). Algunos de estos nuevos registros podrían estar asociados al calentamiento global y a una reciente ampliación de los ámbitos de distribución latitudinal y/o de los períodos de residencia de estas aves. Entre las 33 especies, 26 fueron registradas en primavera-verano, 22 en otoño y 14 en invierno. Sin embargo, nueve fueron avistadas sólo ocasionalmente, y será necesario determinar en el futuro si se trata de especies residentes o migrantes que son raramente avistadas o si son visitantes ocasionales. Respecto al estado de conservación, según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, la avifauna del archipiélago Diego Ramírez incluye una especie en peligro (albatros de cabeza gris, *Thalassarche chrysostoma* Forster, 1785), tres especies vulnerables y cuatro casi amenazadas. El monitoreo en estas islas provee una línea de base para evaluar el estado de las poblaciones frente a nuevas amenazas de cambio global, entre las que destaca la amenaza potencial de especies invasoras. Es crucial prevenir el arribo de especies exóticas invasoras que se encuentran en otras islas subantárticas, tales como ratas (*Rattus* spp.), ratones (*Mus musculus* Linnaeus, 1758), gatos (*Felis catus* Linnaeus, 1758) y visones norteamericanos (*Neovison vison* Schreber, 1777),

que están presentes en la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos ubicada a menos de 100 km hacia el norte del archipiélago Diego Ramírez. El trabajo colaborativo con la Armada de Chile ha sido esencial para iniciar estos estudios ornitológicos de largo plazo, asociados al sitio de Estudios Ecológicos a Largo Plazo Isla Gonzalo-LTER que forma parte de la Red Chilena de Sitios de Estudios Socio-Ecológicos a Largo Plazo (LTSER-Chile) y de la Red Internacional de Estudios Ecológicos a Largo Plazo (ILTER). Un énfasis en este sitio será combinar el monitoreo de avifauna con la detección de potenciales especies invasoras.

Palabras clave

Cambio climático, conservación, ecorregión subantártica de Magallanes, especies exóticas, subpolar.

Abstract

Biocultural conservation increasingly requires transdisciplinary collaborations, which includes different disciplines, institutions and actors. The collaboration between scientists and the Chilean Navy has been an effective way to address this requirement. This inter-institutional collaboration between the Navy and the Sub-Antarctic Biocultural Conservation Program (University of Magallanes, Institute of Ecology and Biodiversity and Omora Foundation in Chile, and the University of North Texas in the US) enabled us to initiate in 2016 long-term ornithological studies in the Diego Ramírez Archipelago, which includes the southernmost islands of the American continent. Until now, its avifauna has been studied exclusively during summer seasons, despite the fact that birds are one of the most sensitive and fastest responding groups of animals to climate change; modifying their periods of migration, residence and nesting, their population sizes, and their latitudinal distribution areas. In addition, subpolar regions are especially sensitive to climate change and studies in the Cape Horn Biosphere Reserve, adjacent to the Diego Ramírez Archipelago, suggest that some species could be expanding their latitudinal distribution spheres and changing their migration dates. The objective of this work is to initiate a systematic monitoring of the species composition and the nesting, migration and/or residence dates of the

Diego Ramírez Archipelago birdlife at the southern tip of the Magallanes sub-Antarctic ecoregion. In this study we present an update of the avifauna records for the Gonzalo Island, Diego Ramírez Archipelago, including the first fall and winter records, and sightings at other times of year. In three expeditions, during the austral reproductive season (summer, November 29-December 1, 2016), winter (July 20-22, 2017) and fall (March 28-April 1, 2018), birds were monitored using mist-nets and creating species lists from field observations. For the observations of birds throughout the year, we used the photographic records made by José Mella (coauthor) and José Mejía (Navy petty officers at Gonzalo Island Lighthouse, years 2014-2018), and new photographic records were initiated with trained personnel of the Navy of Chile in the lighthouse of Gonzalo Island. In total, we detected 33 species belonging to 16 families. Ten of these species represent new records for the archipelago: Neotropic cormorant (*Phalacrocorax brasilianus* Gmelin, 1789), Western cattle egret (*Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758)), Peregrine falcon (*Falco peregrinus* Tunstall, 1771), Austral negrito (*Lessonia rufa* Gmelin, 1789), Austral thrush (*Turdus falcklandii* Quoy & Gaimard, 1824), Rufous-collared sparrow (*Zonotrichia capensis* Müller, 1776), Black-chinned siskin (*Spinus barbatus* Molina, 1782), Blue-and-White Swallow (*Pygochelidon cyanoleuca patagonica* d'Orbigny & Lafresnaye, 1837), Black-bellied storm petrel (*Fregatta tropica* Gould, 1844), and y Cape petrel (*Daption capense capense* Linnaeus, 1758). Some of these new records could be associated with global warming and a recent expansion of the latitudinal distribution areas and/or the residence periods of these birds. Among the 33 species, 26 were recorded in spring-summer, 22 in fall, and 14 in winter. However, nine were sighted only occasionally and it will be necessary in the future to determine whether they are resident or migratory species that are seldom observed, or occasional visitors. Regarding conservation status, according to the IUCN Red List of Threatened Species, the avifauna of the Diego Ramírez Archipelago includes an endangered species (Grey-headed albatross, *Thalassarche chrysostoma* Forster, 1785), three vulnerable species and four almost threatened. Monitoring on these islands provides a baseline to

evaluate the status of bird populations under the threats of global change, among which the threat of invasive species is highlighted. It is critical to prevent the arrival of exotic invasive species that are present in other subantarctic islands, such as rats (*Rattus* spp.), mice (*Mus musculus* Linnaeus, 1758), cats (*Felis catus* Linnaeus, 1758), and American mink (*Neovison vison* Schreber, 1777), which are present in the Cape Horn Biosphere Reserve, located less than 100 km North of the Diego Ramírez Archipelago. The collaborative work with the Chilean Navy has been crucial to start these long-term ornithological studies, associated with the new Long-Term Ecological Studies Site Gonzalo Island-LTER that forms part of the Chilean Long-Term Socio-Ecological Studies Network (LTSE-Chile), and the International Long-Term Ecological Studies Network (ILTER). A main goal will be to combine avifauna monitoring with detection of potential invasive species.

Key words: climate change, conservation, Magellanic sub-Antarctic ecoregion, exotic species, subpolar.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 50 años se han observado importantes incrementos en la temperatura de la superficie terrestre, con un alza promedio por decenio de 0,13°C (Solomon *et al.* 2007). Las regiones polares son más sensibles y en la zona oeste de la península Antártica la temperatura media en invierno ha aumentado entre 5°C y 6°C en los últimos 50 años (Vaughan *et al.* 2003; Meredith & King, 2005; Turner *et al.* 2005). Menos monitoreada ha sido la región subantártica adyacente y las respuestas de las especies animales al cambio climático sobre sus comportamientos y sus ámbitos de distribución (véase Overpeck *et al.* 1992; Root *et al.* 2003). Entre los grupos de fauna que han sido más estudiados por su respuesta rápida al cambio climático se encuentran las aves (Crick, 2004; Sekercioglu *et al.* 2008; Radchuk *et al.* 2019), para las cuales se han documentado cambios en sus períodos de migración, residencia y anidación, tamaños poblacionales, distancia de migración y distribución, entre otros (*e.g.*, Parmesan, 2006; Peterson *et al.* 2010).

El objetivo de este trabajo es iniciar un monitoreo sistemático de la composición y de las fechas de migración, anidación y residencia de la avifauna del archipiélago Diego Ramírez en el extremo sur de la ecorregión subantártica de Magallanes, el que coincide con el ápice austral de la plataforma continental de Sudamérica (Rozzi *et al.* 2017). Para establecer este monitoreo y estudios ornitológicos a largo plazo en un lugar tan remoto y de difícil acceso, ha sido fundamental establecer un programa transdisciplinario de colaboración entre instituciones, fundamentadas sobre la continua labor que la Armada de Chile ha llevado a cabo en estas islas desde 1951, cuando se estableció el faro en la isla Gonzalo (Rozzi *et al.* 2017). Hasta el momento, todos los estudios de avifauna en el archipiélago Diego Ramírez habían estado confinados a la estación reproductiva durante los meses de verano (*cfr.* Schlatter & Riveros, 1987). Basados en la colaboración del Programa de Conservación Biocultural Subantártica (coordinado por la Universidad de Magallanes, el Instituto de Ecología y Biodiversidad, la Fundación Omora en Chile, y la Universidad de North Texas en EE.UU.) con la Armada de Chile, hemos podido inaugurar una nueva era de estudios ornitológicos a lo largo de todo el ciclo anual de las aves en las islas subantárticas más australes del continente americano.

El archipiélago Diego Ramírez constituye el grupo insular más austral del continente americano (Schlatter & Riveros, 1987). Emerge desde el vértice sur de la plataforma continental y se ubica aproximadamente 100 km al suroeste del archipiélago Cabo de Hornos, y a 700 km al norte del continente antártico. Este archipiélago que se ubica entre dos regiones biogeográficas, la neotropical y la antártica, fue descubierto en febrero de 1619 por una expedición española y la primera infraestructura y ocupación permanente la realizó la Armada de Chile en 1951 (Rozzi *et al.* 2017). En esa fecha, en la isla Gonzalo la Armada construyó un faro que contribuyó tanto a ejercer control marítimo como protección de la fauna, que en aquellos tiempos estaba siendo diezmada por cazadores peleteros y que a la vez despertó el interés de los naturalistas por la ecología de ese lugar remoto. Sin embargo, su biota ha sido sólo ocasionalmente estudiada y la investigación se ha

concentrado exclusivamente en la estación estival (Rozzi *et al.* 2017).

Las primeras publicaciones sobre la flora y fauna del archipiélago fueron realizadas por el naturalista francés Edgar Aubert de la Rüe en noviembre de 1958 (Aubert de la Rüe, 1959), seguidas por observaciones del historiador y naturalista británico Richard Hough en 1969 (Hough, 1971) y el botánico chileno Edmundo Pisano en enero de 1972, quien realizó el primer levantamiento florístico extensivo (Pisano, 1972). Este último estudio fue complementado entre el 14 de diciembre de 1980 y 1 de marzo de 1981, cuando Pisano y el ornitólogo chileno Roberto Schlatter trabajaron en conjunto, y realizaron un comprensivo registro de flora, fauna y geología de este archipiélago (Pisano & Schlatter, 1981a, b; Schlatter & Riveros, 1987). Respecto a los estudios sobre la avifauna, recientemente varias expediciones han arrojado nueva información sobre dos especies de aves endémicas del extremo austral de Sudamérica, el carancho negro (*Phalcoboenus australis* Gmelin, 1788) y el churrete austral (*Cinclodes antarcticus* Garnot, 1826) (Cursach *et al.* 2012a, b). El otro foco de estudios ornitológicos se ha centrado en especies de aves marinas que forman grandes colonias reproductivas.

El archipiélago Diego Ramírez es uno de los sitios más importantes de reproducción de aves marinas de Chile (Schlatter & Riveros, 1987; Lawton *et al.* 2006; Kirkwood *et al.* 2007; Robertson *et al.* 2007). Aquí anidan durante la estación reproductiva (octubre-abril) grandes colonias de albatros de ceja negra (*Thalassarche melanophris* Temminck, 1828) y albatros de cabeza gris (*T. chrysostoma* Forster, 1785), petrel azulado (*Halobaena caerulea* Gmelin, 1789), yunco de los canales (*Pelecanoides urinatrix coppingeri* Mathews, 1912), pingüino de penacho amarillo (*Eudyptes chrysocome* Forster, 1781) y pingüino macaroni (*Eudyptes chrysolophus* Brandt, 1837). Varias poblaciones de estas especies han sido estudiadas y cuantificadas en los últimos años (Arata & Xavier 2003, Arata *et al.* 2003, 2004; Lawton *et al.* 2006; Kirkwood *et al.* 2007; Robertson *et al.* 2014, 2017). Además, algunas de estas especies están amenazadas y sus poblaciones encuentran

un refugio reproductivo en este archipiélago austral. Por ejemplo, se ha documentado un incremento en las poblaciones de albatros de cabeza gris y de ceja negra, puesto que el número de parejas reproductoras de ambas especies en Diego Ramírez habría aumentado desde la década de los 80s (Robertson *et al.* 2014, 2017). El año 2002, Robertson *et al.* (2007) estimaron que 55.000 parejas de albatros de ceja negra y 17.000 parejas de albatros de cabeza gris se reproducen en el archipiélago Diego Ramírez, lo que representa respectivamente el 20% y 23% de las poblaciones mundiales de estas especies.

Es notable que, en estas pequeñas islas carentes de vegetación arbórea, la avifauna incluya además casi una decena de especies paseriformes (Schlatter & Riveros, 1987). Sin embargo, hasta hoy este grupo de aves no había sido focalmente estudiado, y se desconocían sus hábitos migratorios o residentes. Este trabajo actualiza los levantamientos de la avifauna de la isla Gonzalo, la más austral del archipiélago Diego Ramírez, y realiza el primer registro comprensivo de todos los grupos de aves detectados a lo largo del ciclo anual. Este estudio aporta información relevante para examinar la condición migratoria y/o residente de las aves, así como también el estado de conservación de estas especies. Esto es particularmente relevante puesto que algunas poblaciones, dado su aislamiento insular, podrían experimentar divergencias genéticas con respecto a las poblaciones continentales (Rozzi *et al.* en preparación).

El trabajo contribuye, además, a fortalecer el *Sitio Islas Diego Ramírez* como el sitio de la Red de Estudios Ecológicos a Largo Plazo Cabo de Hornos (LTER-Cabo de Hornos) terrestre, dulceacuícola y marino-costera más austral de Chile y de América. Por esta razón registramos el conjunto de aves en los hábitats terrestres, dulceacuícolas y costero-marinos del archipiélago. En noviembre de 2016 se estableció en la isla Gonzalo un sitio de la red LTER-Cape Horn, administrado por el Programa de Conservación Biocultural Subantártica, con trabajos en investigación, educación y conservación (Rozzi *et al.* 2017). Este artículo aporta antecedentes para definir estrategias de investigación futuras, transferencia de conocimiento y medidas de protección. Para ello se ha emprendido un esfuerzo

conjunto con la Armada de Chile y la Universidad de Magallanes (UMAG) que se ha sistematizado a través de una serie de expediciones a la isla Gonzalo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El archipiélago está conformado por dos grupos principales de islas e islotes separados por el canal Nodales. El grupo del norte incluye la isla Norte y cuatro islotes, mientras que el grupo del sur está formado por dos islotes y dos islas: la isla Bartolomé y la isla Gonzalo (Fig. 1). En esta última se encuentra establecida la estación de la Armada de Chile (Fig. 2). El sitio en la isla Gonzalo forma parte de un programa amplio de monitoreo a largo plazo de aves y mamíferos nativos y exóticos en la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos (RBCH) desde el año 2000 (Rozzi *et al.* 2006; Rozzi & Jiménez, 2014).

El archipiélago presenta un clima oceánico caracterizado por una precipitación anual de aproximadamente 1.200 mm, una temperatura anual promedio de 5°C y fuertes vientos predominantes del oeste (Schlatter & Riveros, 1987). En términos florísticos, las islas del archipiélago Diego Ramírez forman parte de la región fitogeográfica subantártica con dominancia de formaciones gramino-turbosas (Pisano & Schlatter, 1981b), caracterizada por densos pastos altos (tipo *tussock*) de *Poa flabellata* (Lam.) Raspail, careciendo completamente de vegetación leñosa (Pisano, 1972; Pisano & Schlatter, 1981a). La gramínea *P. flabellata* alcanza de 1,5 a 2 m de altura y proporciona un microhábitat con algunos grados más de temperatura ambiental gracias a la protección de los constantes y fuertes vientos (Fig. 2). Existe además otra asociación vegetal formada por *Plantago barbata* Forst. f. y *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl., que en planicies con baja pendiente forma un tapiz denso. *Cotula scariosa* (Cass.) Franch. se asocia con esta formación contribuyendo a un tipo de césped de baja altura. Las costas de las islas e islotes incluyen una combinación de acantilados, costas rocosas, playas de grava y playas de arena (Pisano & Schlatter, 1981a).

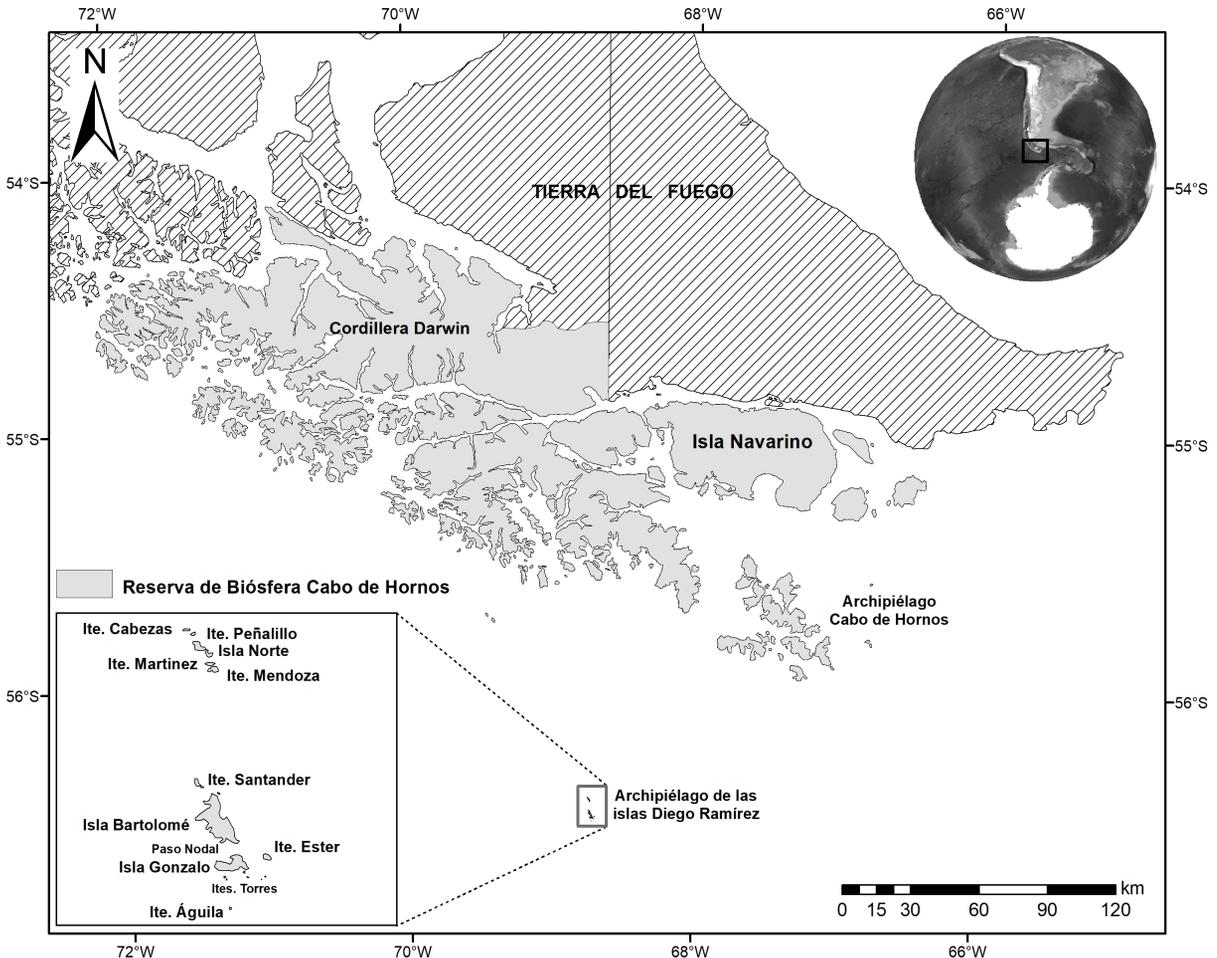


Fig. 1. Localización geográfica del archipiélago Diego Ramírez con respecto a la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos. El estudio se llevó a cabo en la isla Gonzalo, la más austral del archipiélago.

Monitoreo

Para los registros de aves se realizaron tres expediciones. La primera, en la estación reproductiva austral (primavera-verano), se llevó a cabo entre el 29 de noviembre y el 1 de diciembre de 2016. La segunda, de invierno, ocurrió entre el 20 y el 22 de julio de 2017. La tercera, otoñal, se realizó entre el 28 de marzo y el 1 de abril de 2018. En esta última se logró trabajar sólo dos días debido a las condiciones climáticas adversas. En cada expedición los registros de aves fueron realizados mediante dos metodologías: redes de niebla y observaciones directas.

Para el muestreo con redes de niebla se utilizaron cuatro redes de malla 30 mm, de 12 x 2,4 m, que fueron instaladas en un sendero

que cruza los pastizales altos de la formación de *tussock* a más de 50 m de distancia del mar (Fig. 2). Debido a condiciones climáticas adversas, las redes estuvieron operativas durante dos días en las dos primeras expediciones y solamente un día en la última expedición. Las redes se mantuvieron abiertas desde el amanecer por un período promedio de 7,5 horas en la expedición de verano (día 1=8 h; día 2=7 h), 5,5 horas en la expedición de invierno (día 1=8 h; día 2=3 h) y 5 horas en la expedición otoñal, y fueron revisadas cada 15 minutos. Las aves capturadas fueron medidas, pesadas y anilladas con un número único, y fueron liberadas en el mismo sitio de captura. A cada individuo se le estimó la edad en base a la coloración del plumaje, y en el caso



Fig. 2. A Vista aérea de la isla Gonzalo donde se ubica la Estación y Faro de la Armada de Chile. A la derecha se observa la isla Bartolomé, separada de la isla Gonzalo por el canal Nodales. B Red de niebla instalada en formación vegetal tipo pastos altos (en inglés *tussock*) de la gramínea *Poa flabellata*, que prevalece en las islas del archipiélago. C Hábitat terrestre principal, con extensas formaciones tipo *tussock*. D Dotación de la Armada de Chile junto al equipo de investigadores del Programa de Conservación Biocultural Subantártica (UMAG, IEB, Omora) en la Estación de la isla Gonzalo. Fotografías de Omar Barroso.

de *Aphrastura spinicauda* también se observó el interior de su pata, que es característicamente verdosa en los juveniles y gris en los adultos.

Las observaciones directas se realizaron caminando en distintas direcciones para cubrir un área de aproximadamente 0.16 km², que representa el 80% de la superficie de la isla Gonzalo. Durante los días en que no se podía bajar a tierra se efectuaron observaciones ocasionales desde el barco. Esto permitió hacer registros de presencia de especies de aves en todos los tipos de hábitats utilizando binoculares Eagle Optics de 8 x 42 mm, incluyendo todas las especies avistadas. Las observaciones se realizaron desde el amanecer al atardecer, y también durante la noche. Para cada detección se registró el tipo de hábitat en el cual se encontraba el individuo o grupo de individuos de la especie (en terreno o en base al registro fotográfico; Tabla 1). Para el registro de aves durante todos los días del año se incluyeron, además, avistamientos de aves en el archipiélago que fueron registrados fotográficamente por uno de los coautores (JM), quien laboró en Alcaldía de Mar isla

Gonzalo entre los años 2014 y 2018 y que participó en el trabajo de campo durante el desarrollo de nuestro estudio. Finalmente, se determinó el estado de conservación de la especie según la Lista Roja de Especies Amenazadas desarrollada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2017, por su sigla en inglés *International Union for Conservation of Nature*).

RESULTADOS

Aves de la isla Gonzalo

Considerando los dos métodos de muestreo, en total se detectaron 33 especies pertenecientes a 23 géneros y 16 familias (Tabla 2). Los únicos cinco géneros que presentaron más de una especie corresponden a *Thalassarche* con dos especies de albatros, *Macronectes* con dos especies de petrel, *Eudyptes* con dos especies de pingüino, *Phalacrocorax* con tres especies de cormorán y *Cinclodes* con dos especies de churrete. En

Tabla 1. Descripción de los tipos de hábitat identificados en la isla Gonzalo donde se observaron individuos solitarios o grupos de individuos de aves.

Hábitat	Descripción
Acantilados	Zona de costa marina formada por acantilados rocosos que superan los 50 m de altura
Formaciones de plantas en cojín	Formaciones de plantas en cojín de <i>Colobanthus quitensis</i> y <i>Plantago barbata</i> que se entienden en terrenos más o menos planos o mesetiformes. <i>Cotula scariosa</i> se asocia con esta formación contribuyendo a un tipo de césped de baja altura (Pisano & Schlatter, 1981a).
Formaciones tussock	Formaciones densas de pastos altos (1,5 - 2 m de alto) de <i>Poa flabellata</i>
Intermareal	Zona de playa entre marea alta y marea baja
Mar abierto	Zona de mar abierto (aves volando sobre el agua o aves en el agua)
Playas costeras	Zona de costa entre la línea de marea alta y las formaciones vegetales

este estudio reportamos diez nuevos registros de especies de aves para el archipiélago Diego Ramírez: garza boyera (*Bubulcus ibis* Linnaeus, 1758) yeco (*Phalacrocorax brasilianus* Gmelin, 1789), halcón peregrino (*Falco peregrinus* Tunstall, 1771), colegial (*Lessonia rufa* Gmelin, 1789), zorzal (*Turdus falcklandii* Quoy & Gaimard, 1824), chincol (*Zonotrichia capensis* Müller, 1776), jilguero (*Spinus barbatus* Molina, 1782), golondrina de dorso negro (*Pygochelidon cyanoleuca patagonica* d'Orbigny & Lafresnaye, 1837), golondrina de mar de vientre negro (*Fregetta tropica* Gould, 1844) y) y petrel damero (*Daption capense capense* Linnaeus, 1758) (Tabla 2, Fig. 3).

Redes de niebla

Sólo se capturaron dos especies de aves con las redes instaladas en las formaciones de tussock: rayadito (*Aphrastura spinicauda* Gmelin, 1789) y churrete austral (*Cinclodes antarcticus* Garnot, 1826). Ambas especies fueron capturadas en las tres estaciones, pero presentaron diferencias en las proporciones de individuos adultos y juveniles. Respecto a los rayaditos, en la expedición de invierno se capturaron 11 individuos; solamente un adulto y los 10 restantes eran juveniles. En contraste, en la expedición de verano se capturaron 9 individuos de rayaditos, 8 adultos y sólo un juvenil. En otoño se capturaron 5 adultos y 6 juveniles de rayadito. En relación al churrete austral, en verano y en invierno se capturó solamente un individuo adulto cada vez, en cambio, en otoño se capturaron doce individuos, de los cuales 9 fueron adultos y 3 juveniles.

Observaciones directas

Las especies, en su mayoría, fueron observadas directamente durante las expediciones. Cuatro especies fueron detectadas por el funcionario del faro fuera del período de las expediciones (Tabla 2; véase también Fig. 3). Durante las expediciones estival, otoñal e invernal se registraron 26 especies (incluyendo los registros del funcionario del faro), 22 especies y 14 especies, respectivamente (Tabla 2).

En las expediciones de verano y otoño se observaron grandes colonias de dos especies de albatros nidificando en la isla Gonzalo: el albatros de ceja negra y el albatros de cabeza gris. En noviembre-diciembre 2016 ambas especies se encontraban en etapa de incubación en toda la isla, con los individuos sentados en sus nidos con el huevo sobre sus patas. En marzo-abril 2018 se observaron pichones maduros. Si bien no realizamos censos de albatros, claramente la población más numerosa en la isla Gonzalo correspondió al albatros de ceja negra. Además, en verano se registraron tres especies de pingüino: pingüino de penacho amarillo, pingüino macaroni y pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus* Forster, 1781). En esta época, las poblaciones de las tres especies de pingüino se encontraban en período de incubación. En otoño se observaron muy pocos individuos entre juveniles y algunos adultos sólo de dos especies, pingüino de penacho amarillo y pingüino de Magallanes. Visualmente, la población más numerosa fue la de pingüino de penacho amarillo.

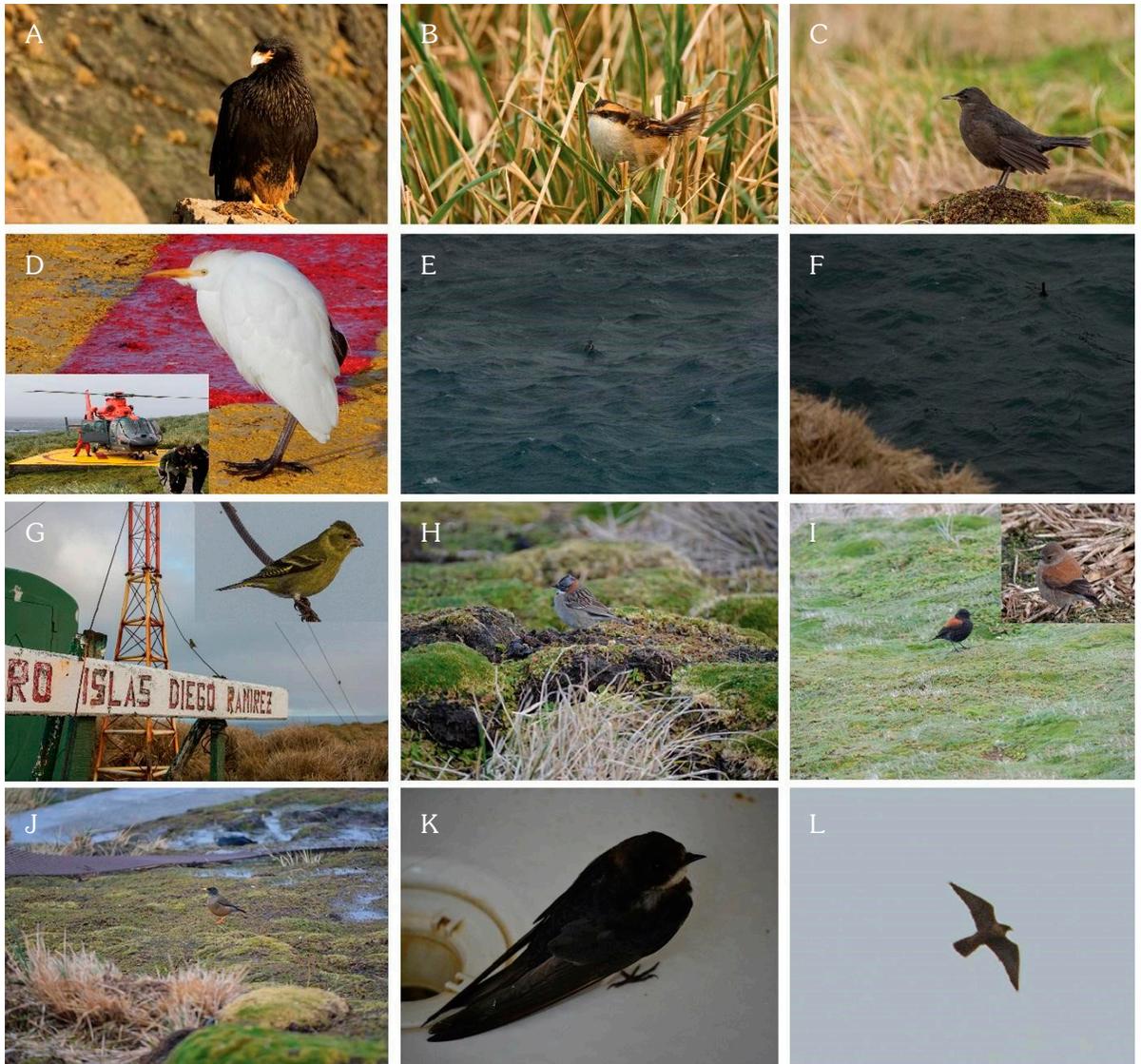


Fig. 3. Registros fotográficos de las tres especies de aves identificadas como residentes en ecosistemas terrestres de la isla Gonzalo (fotografías A-C) y de nueve de las diez especies registradas por primera vez en el archipiélago Diego Ramírez durante las expediciones científicas de este estudio o por fotografías tomadas por los suboficiales de la Armada de Chile entre los años 2014 y 2018 (fotografías D-L). A) Carancho negro (*Phalacrocorax australis* Gmelin, 1788), 29 de noviembre, 2016 en acantilado; B) Rayadito (*Aphrastura spinicauda* Gmelin, 1789), 21 de julio, 2017 en formación de pastos altos tipo tussock; C) Churrete austral (*Cinclodes antarcticus* Garnot 1826), 22 de julio, 2017 en formación vegetacional dominada por plantas en cojín; D) Garza boyera (*Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758)), 24 de abril, 2018 en el helipuerto [esta especie fue fotografiada previamente por José Mejías en la isla Gonzalo el 24 de abril, 2014]; E) Golondrina de mar de vientre negro (*Fregatta tropica* Gould, 1844), 29 de marzo, 2018 en mar abierto, observada desde la isla Gonzalo; F) Yeco (*Phalacrocorax brasilianus* Gmelin, 1789), 30 de marzo, 2018 en mar cercano a la costa [identificación se realizó por Omar Barroso con binoculares cuando alzó vuelo]; G) Jilgueros (*Spinus barbatus* Molina, 1782), 20 de julio, 2017 en cables del faro; H) Chincol (*Zonotrichia capensis* Müller, 1776), 2 de octubre, 2017 en formación vegetacional dominada por plantas en cojín; I) Hembra y macho de colegial (*Lessonia rufa* Gmelin, 1789), 20 de octubre, 2017 en formación vegetacional dominada por plantas en cojín; J) Zorzal (*Turdus falcklandii* Quoy & Gaimard, 1824), 24 de septiembre, 2017 en formación vegetacional dominada por plantas en cojín; K) Golondrina de dorso negro (*Pygochelidon cyanoleuca patagonica* (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)), 29 de marzo, 2018 en instalaciones de la Estación Armada; y L) Halcón peregrino (*Falco peregrinus* Tunstall, 1771), 21 de julio, 2017 sobrevolando la isla Gonzalo. Fotografías de Omar Barroso (A, B, C, E, F, G, L), José Mejías (D) y José Mella (H, I, J, K).

Tabla 2. Lista general de las especies observadas en la isla Gonzalo, en los tres monitoreos de aves (29 noviembre-1 diciembre, 2016; 20-22 julio, 2017; 28 marzo-1 abril, 2018). Se incluyen, además, las observaciones y registros fotográficos colaborativos del personal de la Armada de Chile, específicamente por los operadores de guardia del Faro Islas Diego Ramírez, suboficiales José Mella y José Mejía. En cada columna de presencia (1) y ausencia (0) se distingue entre hábitats terrestres/marinos.

Familia y nombre científico	Nombre común	Presencia-ausencia				Estado de conservación (IUCN, 2017)
		tierra (t)/mar (m)				
		Dic-16	jul-17	Abr-18	Otras fechas	
t/m	t/m	t/m	Tierra			
DIOMEDEIDAE						
<i>Thalassarche melanophris</i>	Albatros de ceja negra	1/1	0/0	1/1		Preocupación menor
<i>Thalassarche chrysostoma</i>	Albatros de cabeza gris	1/1	0/0	0/0		En peligro
PROCELLARIIDAE						
<i>Macronectes halli</i>	Petrel gigante subantártico	1/1	0/0	1/1		Preocupación menor
<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel gigante antártico	1/1	1/1	1/1		Preocupación menor
<i>Daption capense capense*</i>	Petrel damero	0/0	0/0	0/1		Preocupación menor
<i>Fulmarus glacialisoides</i>	Petrel plateado	0/0	0/0	0/1		Preocupación menor
<i>Halobaena caerulea</i>	Petrel azulado	1/1	1/1	1/1		Preocupación menor
<i>Fregatta tropica*</i>	Golondrina de mar de vientre negro	0/0	0/0	0/1		Preocupación menor
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Fardela negra grande	0/1	0/0	0/0		Vulnerable
<i>Adenna griseus</i>	Fardela negra	0/0	0/0	0/1		Casi amenazada
<i>Pelecanoides urinatrix coppingeri</i>	Yunco de los canales	1/1	1/1	1/1		Preocupación menor
SPHENISCIDAE						
<i>Spheniscus magellanicus</i>	Pingüino de Magallanes	1/1	0/0	1/1		Casi amenazada
<i>Eudyptes chrysocome</i>	Pingüino de penacho amarillo	1/1	0/0	1/1		Vulnerable
<i>Eudyptes chrysolophus</i>	Pingüino macaroni	1/1	0/0	0/0		Vulnerable
STERCORARIIDAE						
<i>Stercorarius chilensis</i>	Salteador chileno	1/1	0/0	1/1		Preocupación menor
CHIONIDAE						
<i>Chionis albus</i>	Paloma antártica	1/1	1/1	1/1		Preocupación menor
PHALACROCORIDAE						
<i>Phalacrocorax atriceps</i>	Cormorán imperial	1/1	1/1	1/1		Preocupación menor
<i>Phalacrocorax brasilianus*</i>	Yeco	0/1	0/1	1/1		Preocupación menor
<i>Phalacrocorax magellanicus</i>	Cormorán de las rocas	0/0	0/0	1/1		Preocupación menor
ARDEIDAE						
<i>Bubulcus ibis*</i>	Garza boyera	0/0	0/0	0/0	nov-17	Preocupación menor

Continuación Tabla 2

Familia y nombre científico	Nombre común	Presencia-ausencia				Estado de conservación (IUCN, 2017)
		tierra (t)/mar (m)				
		Dic-16 t/m	jul-17 t/m	Abr-18 t/m	Otras fechas Tierra	
FALCONIDAE						
<i>Phalco boenus australis</i>	Carancho negro	1/1	1/1	1/1		Casi amenazada
<i>Falco peregrinus</i> *	Halcón peregrino	0/0	1/1	0/0		Preocupación menor
CHARADRIIDAE						
<i>Charadrius modestus</i>	Chorlo chileno	0/0	0/0	1/1	sep y oct 2017	Preocupación menor
LARIDAE						
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	1/1	1/1	1/1		Preocupación menor
<i>Leucophaeus scoresbii</i>	Gaviota austral	1/1	1/1	1/1		Preocupación menor
FURNARIIDAE						
<i>Cinclodes antarcticus</i>	Churrete austral	1/1	1/1	1/1		Casi amenazada
<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado	1/1	1/1	1/1	nov-17	Preocupación menor
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	1/1	1/1	1/1		No evaluado
TYRANNIDAE						
<i>Lessonia rufa</i> *	Colegal	0/0	0/0	0/0	oct-nov 2017	Preocupación menor
HIRUNDINIDAE						
<i>Pygochelidon cyanoleuca patagónica</i> *	Golondrina de dorso negro	0/0	0/0	0/0	nov-17	Preocupación menor
TURDIDAE						
<i>Turdus falcklandii</i> *	Zorzal	0/0	0/0	0/0	oct-nov 2017	Preocupación menor
EMBERIZIDAE						
<i>Zonotrichia capensis</i> *	Chincol	0/0	0/0	0/0	oct-nov 2017	Preocupación menor
FRINGILLIDAE						
<i>Spinus barbatus</i> *	Jilguero	0/0	1/1	0/0	oct-nov 2017	Preocupación menor
TOTAL ESPECIES (t/m)		16/15	14/15	19/19	8	

* Especies registradas por primera vez en el archipiélago Diego Ramírez.

Durante las noches se registraron avistamientos en una colonia con un gran número de individuos de petrel azulado, los cuales formaban bandadas de gran tamaño junto al yunco de los canales. Ambas especies se observaron en las tres expediciones. Otras

especies marino-costeras que se registraron durante las tres expediciones corresponden a la paloma antártica (*Chionis albus* Gmelin, 1789) observada en el islote Ester al norte de la isla Gonzalo y en la isla Bartolomé, donde también se registró una colonia de cormorán imperial

(*Phalacrocorax atriceps* King, 1828). Además, registramos por primera vez la golondrina de mar de vientre oscuro.

Entre las aves asociadas a hábitats terrestres, se registraron varias especies por primera vez en el archipiélago Diego Ramírez. En julio de 2017 se observaron dos individuos de jilguero (Fig. 3G), primero en el sector del faro de la isla y luego cerca de las instalaciones de la Armada. De acuerdo con la coloración del plumaje ambos correspondían a hembras (Fig. 3G); no detectamos machos. Además, en julio de 2017 se registró un individuo de halcón peregrino (Fig. 3L). Por la distancia de observación no se logró ver más detalles para confirmar si se trataba de un individuo macho, hembra o si era adulto o juvenil. Éste fue observado en vuelo alto durante un par de minutos, en el transcurso de la observación se registró comportamiento de agresión del halcón hacia dos individuos adultos de carancho negro que sobrevolaban cerca. En marzo-abril 2018 se registraron dos individuos de garza boyera en las formaciones de *tussock* y sobrevolando otras áreas de la isla. En noviembre de 2017 también se observó un individuo, y en la Alcaldía de Mar se tenían registros fotográficos de otro individuo de garza boyera observada el 24 de abril de 2014 (Fig. 3D). Fuera del tiempo de las expediciones, durante el año 2017, el funcionario del faro de la isla Gonzalo registró dos especies nuevas para el archipiélago Diego Ramírez. Primero, entre el 24 de septiembre y el 5 de octubre se observó en las formaciones de cojín un individuo de zorzal (*Turdus falcklandii* Quoy & Gaimard, 1824; Fig. 3J). Luego, desde el 20 de octubre y hasta el 6 de noviembre de 2017 se observó y fotografió a un individuo hembra de colegial (*Lessonia rufa* Gmelin, 1789); además, el 6 de noviembre se registró un individuo macho de colegial (Fig. 3I).

Uso del hábitat

Respecto al uso del hábitat, del total de 33 especies de aves registradas, seis se observaron sólo sobre el mar (Tabla 3). Éstas corresponden a aves de la familia Procellariidae y poseen hábitos de vida pelágicos. Nueve especies de aves se

observaron exclusivamente en hábitats terrestres, incluyendo un pelecaniforme, la garza boyera y siete paseriformes. Un octavo paseriforme registrado en la isla Gonzalo es el churrete antártico, que utiliza hábitats terrestres como también intermareal y superficies de bancos de macroalgas pardas sobre el submareal. Las aves que utilizan tanto ecosistemas marinos (e.g., para alimentarse) como ecosistemas terrestres (e.g., para nidificar) incluyen 18 especies. Entre estas especies anfibas, mar-tierra, las familias Diomedidae (que incluye los albatros de ceja negra y cabeza gris) y Spheniscidae (que incluye los pingüinos de penacho amarillo y macaroni) son muy relevantes por el tamaño de sus colonias de nidificación que harían aportes significativos de nitrógeno, fósforo y otros elementos químicos para los ciclos de nutrientes en el archipiélago Diego Ramírez (véase Rozzi *et al.* 2017).

Estatus migratorio de las aves de la isla Gonzalo

De las aves de hábitos terrestres o costeros (a diferencia de aves marinas que anidan en la isla) pudimos confirmar que el carancho negro (*Phalacrocorax atriceps* Gmelin, 1788), la gaviota dominicana (*Larus dominicanus* Lichtenstein, 1823), la gaviota austral (*Leucophaeus scoresbii* Traill, 1823), el churrete austral y el rayadito son especies que residen en la isla todo el año. También detectamos la presencia de garza boyera, halcón peregrino, chorlo chileno, churrete acanelado, colegial, golondrina de dorso negro, zorzal, chincol y jilguero, especies de las cuales resta determinar si se trata de avistamientos ocasionales o de especies que residen en la isla.

Estado de conservación

De las especies registradas en nuestras expediciones, una se encuentra en peligro, tres vulnerables y cuatro casi amenazadas (Tabla 2). En consecuencia, un 24% de las especies de aves registradas en el archipiélago Diego Ramírez presenta problemas de conservación, según datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2017).

Tabla 3. Especies de aves observadas en los distintos tipos de hábitat en la isla Gonzalo.

Familia y nombre científico	Tipo de hábitat					Playas costeras
	Acanti-lados	Formaciones plantas cojín	Formaciones de tussock	Inter-mareal	Mar abierto	
DIOMEDEIDAE						
<i>Thalassarche chrysostoma</i>	X		X		X	X
<i>Thalassarche melanophris</i>	X		X		X	X
PROCELLARIIDAE						
<i>Macronectes halli</i>			X		X	X
<i>Macronectes giganteus</i>			X		X	X
<i>Halobaena caerulea</i>			X		X	
<i>Daption capense capense</i>					X	
<i>Fulmarus glacialisoides</i>					X	
<i>Fregetta tropica</i>					X	
<i>Procellaria aequinoctialis</i>					X	
<i>Adenna griseus</i>					X	
<i>Pelecanoides urinatrix</i>					X	
SPHENISCIDAE						
<i>Spheniscus magellanicus</i>	X		X		X	X
<i>Eudyptes chrysocome</i>	X		X		X	X
<i>Eudyptes chrysolophus</i>	X		X		X	X
STERCORARIIDAE						
<i>Stercorarius chilensis</i>					X	X
CHIONIDAE						
<i>Chionis albus</i>	X					X
PHALACROCORACIDAE						
<i>Phalacrocorax atriceps</i>	X			X	X	X
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>					X	
<i>Phalacrocorax magellanicus</i>	X			X	X	X
ARDEIDAE						
<i>Bubulcus ibis</i>			X			

Continuación Tabla 3

Familia y nombre científico	Tipo de hábitat					Playas costeras
	Acanti-lados	Formaciones plantas cojin	Formaciones de <i>tussock</i>	Inter-mareal	Mar abierto	
FALCONIDAE						
<i>Phalacrocorax australis</i>	X	X	X	X		X
<i>Falco peregrinus</i>	X					
CHARADRIIDAE						
<i>Charadrius modestus</i>			X	X		X
LARIDAE						
<i>Larus dominicanus</i>				X	X	X
<i>Leucophaeus scoresbii</i>				X	X	X
FURNARIIDAE						
<i>Cinclodes antarcticus</i>	X	X	X	X		X
<i>Cinclodes fuscus</i>		X				
<i>Aphrastura spinicauda</i>			X			
TYRANNIDAE						
<i>Lessonia rufa</i>		X				
HIRUNDINIDAE						
<i>Pygochelidon cyanoleuca patagonica</i>		X	X			
TURDIDAE						
<i>Turdus falcklandii</i>		X				
EMBERIZIDAE						
<i>Zonotrichia capensis</i>		X				
FRINGILLIDAE						
<i>Spinus barbatus</i>		X	X			
TOTAL	11	8	15	7	20	16

DISCUSIÓN

En este trabajo presentamos un listado actualizado de las aves de la isla Gonzalo. Incluimos

los primeros registros invernales de aves que habitan en el archipiélago Diego Ramírez, que junto a registros estivales y de otoño completan por primera vez todas las estaciones del año. Ello

permite tener una mejor visión de cuáles especies de aves son residentes permanentes de estas islas, cuáles migran, logrando con esto comparar de mejor manera las diferencias y similitudes de estos ambientes de altas latitudes con otros ambientes, como los del hemisferio norte.

Los registros de aves permiten determinar que más del 50% de las especies que se reproducen y alimentan en hábitats terrestres permanecen durante todo el año en la isla Gonzalo. En ensambles de aves terrestres en latitudes subpolares del hemisferio norte se ha determinado que el porcentaje de especies de aves que permanecen durante todo el año es menor que un 30%, tanto en Norteamérica como en Europa (Newton & Dale, 1996a, b). Por lo tanto, la observación de un porcentaje mayor de aves terrestres residentes durante todo el año en el archipiélago Diego Ramírez podría estar asociada con el clima oceánico de este archipiélago (Rozzi *et al.* 2020 en este volumen) que contrasta con el clima de marcada influencia continental y más adverso del hemisferio norte (Rozzi & Jiménez, 2014).

Durante todas las expediciones se observaron numerosas parejas de carancho negro, con varios individuos que presentaban plumaje reproductor. Estas observaciones confirman que la población de esta especie efectivamente se encuentra presente en el archipiélago después de que se reportara una posible disminución de la misma en 2006 (Cursach *et al.* 2012a). En marzo-abril 2018 se detectó además un sitio de nidificación para esta especie, la cual a nivel global se encuentra en categoría casi amenazada (IUCN, 2017). El hallazgo en la isla Gonzalo de individuos de yeco, especie que no estaba registrada anteriormente para el archipiélago Diego Ramírez (*cfr.* Schlatter & Riveros, 1987), podría corresponder a un arribo reciente asociado con una extensión del ámbito latitudinal sur de su distribución, asociada al cambio climático global. En efecto, para esta especie se ha reportado un aumento en abundancia y extensión de su ámbito latitudinal en algunas áreas del hemisferio norte (Hanson *et al.* 2010). La investigación desarrollada en la Red de Estudios Ecológicos a Largo Plazo Cabo de Hornos permitirá monitorear el arribo de nuevas especies y cambios en la composición de especies en el archipiélago Diego Ramírez.

Respecto a las aves marinas, el archipiélago Diego Ramírez es un sitio clave para la reproducción de algunas especies con problemas de conservación. Durante las expediciones de verano y otoño documentamos la presencia de colonias reproductivas de albatros de ceja negra y albatros de cabeza gris, tal como han reportado Schlatter y Riveros (1987) y más recientemente Robertson *et al.* (2014, 2017). El albatros de cabeza gris ha mostrado una reciente declinación de sus poblaciones en otras islas subantárticas, por lo cual se encuentra en peligro (IUCN, 2017). La alta reproducción observada de esta especie en el archipiélago Diego Ramírez sugiere que estas islas son cruciales para su reproducción. Además, observamos grandes colonias reproductivas de tres especies de pingüino, todas previamente reportadas por Schlatter y Riveros (1987) y Kirkwood *et al.* (2007). Dos especies de pingüino, macaroni y de penacho amarillo, están clasificadas como vulnerables, y la otra especie, pingüino de Magallanes, como casi amenazada. También se registró la presencia de colonias reproductivas de petrel azulado junto al yunco de los canales (Lawton *et al.* 2006). Estos registros muestran que las islas Diego Ramírez son ambientes fundamentales para la reproducción de un gran número de especies marinas oceánicas.

El nuevo Parque Marino Islas Diego Ramírez-Paso Drake será crucial para proteger las fuentes de alimento y sitios de nidificación y así contribuir a la conservación de estas especies de aves (Rozzi *et al.* 2017). Sin embargo, para la efectiva protección de las poblaciones de aves amenazadas y la integridad de los ecosistemas de Diego Ramírez, es necesario considerar un riesgo que ha sido la principal causa de amenaza para la avifauna que anida en islas oceánicas: los mamíferos exóticos invasores depredadores (Doherty *et al.* 2016). En efecto, en los archipiélagos en la RBCH, ubicada a menos de 100 km hacia el norte del archipiélago Diego Ramírez, se ha detectado durante las últimas dos décadas el arribo y/o expansión de ratas (*Rattus* spp.), ratones (*Mus musculus* Linnaeus, 1758), gatos (*Felis catus* Linnaeus, 1758) y visones norteamericanos (*Neovison vison* Schreber, 1777), los cuales depredan sobre la avifauna, especialmente aquella que nidifica en el suelo (Schüttler *et al.* 2009, 2019). En los últimos años

se ha registrado una rápida expansión de ratones (Crego *et al.* 2014) y visones, incluso en zonas remotas de la RBCH (Crego *et al.* 2015). Además, hay reportes de gatos que se asilvestran desde zonas con población humana, y estos mamíferos pueden ser transportados de manera involuntaria por parte de barcos de pesca artesanal en la RBCH (Schüttler *et al.* 2019). Prevenir el arribo de estas especies es crucial para la preservación de las colonias reproductoras de aves del archipiélago Diego Ramírez, y evitar los efectos devastadores que han tenido sobre colonias reproductivas de aves marinas en otros archipiélagos (*e.g.*, Craik, 1997; Hilton & Cuthbert, 2010).

Respecto a especies de aves que fueron registradas por Schlatter y Riveros (1987), hay algunas de ellas que no detectamos en el presente estudio. Cabe considerar que los ornitólogos Roberto Schlatter y Guillermo Riveros realizaron estudios en todas las islas del archipiélago Diego Ramírez durante 76 días entre el 14 de diciembre 1980 y el 1 de marzo 1981. Por lo tanto, abarcaron un ámbito geográfico y temporal más amplio que nuestros estudios centrados en isla Gonzalo y por aproximadamente cinco días en cada expedición. La diferencia en el esfuerzo es probablemente una razón asociada a la diferencia en las especies registradas, que alcanzó a 40 especies en Schlatter y Riveros (1987). Sus registros incluyen siete especies de aves marinas, de vida mayormente pelágica, que probablemente puedan ser avistadas esporádicamente desde la isla Gonzalo. Entre ellas se incluyen: el albatros real (*Diomedea epomophora* Forster, 1785), el albatros oscuro de manto claro (*D. palpebrata* Forster, 1785) y una fardela del género *Pterodroma* no identificada a nivel de especie, la golondrina de mar (*Oceanites oceanicus* Kuhl, 1820), el pingüino rey (*Aptenodytes patagonicus* Miller, 1778), el pingüino de barbijo (*Pygoscelis antarctica* Forster, 1781) y el gaviotín ártico (*Sterna paradisea* Pontoppidan, 1763). Sus registros incluyen también nueve especies terrestres, que podrían visitar la isla Gonzalo esporádicamente: chercán (*Troglodytes musculus* Vieillot, 1809), cernícalo (*Falco sparverius* Linnaeus, 1758), fío-fío (*Elaenia albiceps* d'Orbigny & Lafresnaye, 1837), golondrina bermeja (*Hirundo rustica* Linnaeus, 1758), huairavo (*Nycticorax nycticorax* Linnaeus, 1758), pato real (*Mareca sibilatrix* Poepfig, 1829), pato jergón grande (*Anas georgica spinicauda* Gmelin,

1789), traro (*Caracara plancus* Miller, 1777) y pitotoi (*Tringa* sp.). En nuestras expediciones buscamos intensivamente a estas especies sin poder detectarlas en terreno ni tampoco encontrar evidencia en los registros de la Alcaldía de Mar. De particular relevancia será corroborar en el futuro la presencia de la especie de tiránido *E. albiceps*, puesto que junto al rayadito (*Aphrastura spinicauda*) expresan un vínculo con los ensambles de aves de bosques templados de Sudamérica (Rozzi *et al.* 1995, 1996, 2012; Ippi *et al.* 2009; Ibarra *et al.* 2009). Además, aunque el archipiélago Diego Ramírez alberga pocas especies terrestres residentes, éstas representan las poblaciones más australes para aves paseriformes endémicas de los bosques templados de Sudamérica, tales como el rayadito (*cf.* Ippi *et al.* 2011).

Complementariamente al trabajo de Schlatter y Riveros (1987), nuestro estudio aportó nuevos antecedentes para estos vínculos de avifaunas a través del registro de seis especies que podrían ser visitantes ocasionales: halcón peregrino, colegial, chincol, zorzal, jilguero y golondrina de dorso negro, que son características de la ecorregión subantártica de Magallanes en el sudoeste de Sudamérica (Reyes-Arriagada *et al.* 2015a, b; Jara *et al.* 2019, 2020). Las relaciones entre las avifaunas terrestres del archipiélago Diego Ramírez y de los archipiélagos subantárticos de Magallanes ubicados más al norte en la Patagonia Occidental, constituyen una línea de estudio particularmente relevante en el contexto del cambio climático global. En efecto, el registro por primera vez de cinco especies de paseriformes que no habían sido observadas anteriormente en el archipiélago Diego Ramírez podría estar asociado al calentamiento global y una reciente ampliación de los ámbitos de distribución latitudinal y/o de los períodos de residencia de estas especies (véase también Rozzi *et al.* 2020, en este volumen).

Se han publicado pocos estudios sobre el efecto del cambio climático en las aves paseriformes de la ecorregión subantártica de Magallanes y sudamericana, en general. En esta región, los trabajos ornitológicos iniciados en el Parque Omora, Puerto Williams, el año 2000 son pioneros (Rozzi & Jiménez, 2014). Algunos de estos estudios, que luego se han extendido a toda la RBCH, sugieren que algunas

especies podrían estar ampliando sus ámbitos de distribución latitudinal y cambiando sus fechas de migración. El trabajo colaborativo establecido por el Programa de Conservación Biocultural Subantártica de la Universidad de Magallanes y el Instituto de Ecología y Biodiversidad con la Armada de Chile, ha permitido no sólo añadir nuevos registros de aves para el archipiélago Diego Ramírez sino también implementar un nuevo sitio de Estudios Ecológicos a Largo Plazo (LTER) en la isla Gonzalo. Este sitio forma parte de la Red Chilena de Sitios de Estudios Socio-Ecológicos a Largo Plazo (LTSER-Chile) y de la Red Internacional de Sitios de Estudios Ecológicos a Largo Plazo (ILTER, *International Long-Term Ecological Research network*), y los estudios permitirán valiosas comparaciones con estudios ornitológicos y ecológicos realizados en regiones subpolares del hemisferio norte (véase Rozzi *et al.* 2012).

Los estudios ornitológicos a largo plazo en el archipiélago Diego Ramírez son esenciales para las investigaciones sobre las repercusiones del cambio climático en la composición de ensamblajes de especies, y los patrones de biodiversidad de las comunidades y procesos ecosistémicos, particularmente los flujos de materia y energía entre ecosistemas marinos y terrestres mediados por las aves. Más ampliamente, el monitoreo del cambio socio-ambiental global, incluyendo la introducción de especies exóticas invasoras, es indispensable tanto para la investigación científica en este archipiélago subantártico como para su conservación. Es necesario prevenir los impactos negativos que tienen las especies exóticas sobre la biodiversidad, especialmente sobre las aves (Jones *et al.* 2008), puesto que estas islas proveen sitios muy importantes para la reproducción de especies marinas con problemas de conservación (Rozzi *et al.* 2017). Este artículo comunica un trabajo transdisciplinario que representa el inicio de una colaboración asociada a programas de capacitación, toma de muestras y fotografías con el personal de Armada del Faro isla Gonzalo. Con este enfoque será posible tanto monitorear e investigar la avifauna como también proteger un sitio de nidificación con un hábitat crítico y único en el archipiélago más austral de América.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Armada de Chile por el transporte en el buque Patrullero Oceánico OPV 83 “Marinero Fuentealba”, el apoyo logístico durante las expediciones y la hospitalidad en la Alcaldía de Mar de la isla Gonzalo. Al suboficial José Mejías por su registro fotográfico de la garza boyera. Apreciamos los valiosos comentarios de dos revisores anónimos. Los permisos de captura fueron otorgados por el Servicio Agrícola y Ganadero SAG (Resolución Exenta N°4209/2017 y 8084/2017). Este trabajo ha contado con el apoyo de los proyectos de Apoyo a Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia con Financiamiento Basal PIA-ANID AFB170008 del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB-Chile), Diseño de un Plan de Gestión Integral de Turismo Sustentable para la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos y sus Parques Nacionales, Corporación de Fomento (CORFO) y Corporación Nacional Forestal (CONAF) de la Universidad de Magallanes (UMAG), y del Grupo de Trabajo Mar y Tierra (The Pew Charitable Trust-Chile) de la Fundación Omora. Este artículo es una contribución del Programa de Conservación Biocultural Subantártica (conjuntamente coordinado por UMAG e IEB en Chile y la Universidad de North Texas en EE.UU.).

LITERATURA CITADA

- Arata, J., & Xavier, J. C. (2003). The diet of Black-browed albatrosses at the Diego Ramírez Islands, Chile. *Polar Biology*, 26, 638-647.
- Arata, J., Robertson, G., Valencia, J., & Lawton, K. (2003). The Evangelistas Islets, Chile: A new breeding site for Black-Browed albatrosses. *Polar Biology*, 26, 687-690.
- Arata, J., Robertson, G., Valencia, J., Xavier, J. C., & Moreno, C. A. (2004). Diet of Grey-Headed albatrosses at the Diego Ramírez Islands, Chile: Ecological implications. *Antarctic Science*, 16(3), 263-275.
- Aubert de la Rüe, E. (1959). Quelques observations faites aux îles Diego Ramírez (Chili). *Bulletin Museum. 2e series*, 31(4), 387-391.
- Craik, C. (1997). Long-term effects of North American Mink *Mustela vison* on seabirds

- in Western Scotland. *Bird Study*, 44, 303-309.
- Crego, R. D., Jiménez, J. E., Soto, C., Barroso, O., & Rozzi, R. (2014). Tendencias poblacionales del visón norteamericano invasor (*Neovison vison*) y sus principales presas nativas desde su arribo a isla Navarino, Chile. *Boletín de la Red Latinoamericana para el Estudio de Especies Invasoras*, 4, 4-18.
- Crego, R. D., Jiménez, J. E., & Rozzi, R. (2015). Expansión de la invasión del Visón Norteamericano (*Neovison vison*) en la Reserva de la Biosfera de Cabo de Hornos, Chile. *Anales Instituto Patagonia* (Chile) [online], 43(1), 157-162.
- Crick, H. Q. P. (2004). The impact of climate change on birds. *Ibis*, 146, 48-56.
- Cursach, J. A., Suazo, C. G., Schlatter, R. P., & Rau, J. R. (2012a). Observaciones sobre el carancho negro *Phalacrocorax australis* (Gmelin, 1788) en isla Gonzalo, archipiélago Diego Ramírez, Chile. *Anales Instituto de la Patagonia*, 40, 149-152.
- Cursach, A., Suazo, C., Tobar, C., & Rau, J. (2012b). Biometría del churrete austral *Cinclodes antarcticus* en isla Gonzalo, archipiélago Diego Ramírez, sur de Chile. *Gayana*, 76, 50-52.
- Doherty, T. S., Glen, A. S., Nimmo, D. G., Ritchie, E. G., & Dickman, C. R. (2016). Invasive predators and global biodiversity loss. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113, 11261-11265.
- Hanson, K. C., Vault, T. L. D., & Dinsmore, S. J. (2010). Increased abundance and first breeding record of the Neotropic Cormorant (*Phalacrocorax brasilianus*) on the Alluvial Plain of Mississippi. *Southeastern Naturalist*, 9, 385-394.
- Hilton, G. F., & Cuthbert, R. J. (2010). The catastrophic impact of invasive mammalian predators on birds of the UK Overseas Territories: a review and synthesis. *Ibis*, 152, 443-458.
- Hough, R. (1971). *The blind horn's hate: Magellan, Drake and Other Adventurers in the Uttermost South*. London: Hutchinson of London.
- Ibarra, J. T., Rozzi, R., Gilabert, H., Anderson, C. B., McGehee, S. M., & Bonacic, C. (2009). 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. *Ornitología Neotropical*, 20, 321-337.
- Ippi, S., Anderson, C. B., Rozzi, R., & Elphick, C. S. (2009). Intra-annual variation in subantarctic forest bird communities. *Ornitología Neotropical*, 20, 231-245.
- Ippi, S., Vásquez, R. A., van Dongen, W. F., & Lazzoni, I. (2011). Geographical variation in the vocalizations of the suboscine Thorn-tailed Rayadito *Aphrastura spinicauda*. *Ibis*, 153(4), 789-805.
- IUCN. (2017). *Red list of threatened species*. Version 2017-3. <http://www.iucnredlist.org> Accessed 21 April 2018.
- Jara, R., Crego, R., Arellano, F. J., Altamirano, T. A., Ibarra, J. T., Rozzi, R., & Jiménez, J. J. (2019). Breeding strategies of open-cup-nesting birds in Sub-Antarctic forests of Navarino Island, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 92(1), 2-11.
- 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>
- Jones, H. P., Tershy, B. R., Zavaleta, E. S., Croll, D. A., Keitt, B. S., Finkelstein, M. E., & Howald, G. R. (2008). Severity of the effects of invasive rats on seabirds: A global review. *Conservation Biology*, 22, 16-26.
- Kirkwood, R., Lawton, K., Moreno, C., Valencia, J., Schlatter, R., & Robertson, G. (2007). Estimates of Southern Rockhopper and Macaroni Penguin numbers at the Ildefonso and Diego Ramírez Archipelagos, Chile, using quadrat and distance sampling techniques. *Waterbirds*, 30, 259-267.
- Lawton, K., Robertson, G., Kirkwood, R., Valencia, J., Schlatter, R., & Smith, D. (2006). An estimate of population sizes of burrowing seabirds at the Diego Ramírez archipelago, Chile, using distance sampling and burrow scoping. *Polar Biology*, 29, 229-238.
- Meredith, M., & King, J. (2005). Rapid climate

- change in the ocean west of the Antarctic Peninsula during the second half of the 20th century. *Geophysical Research Letters*, *32*, 1-5.
- Newton, I., & Dale, L. C. (1996a). Bird migration at different latitudes in eastern North America. *The Auk*, *113*, 626-635.
- Newton, I., & Dale, L. (1996b). Relationship between migration and latitude among west European birds. *Journal of Animal Ecology*, *65*, 137-146.
- Overpeck, J., Webb, R., & Webb, T. (1992). Mapping eastern North American vegetation change of the past 18 ka: No-analogs and the future. *Geology*, *20*, 1071-1074.
- Parmesan, C. (2006). Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematic*, *37*, 637-669.
- Peterson, A. T., Menon, S., & Li, X. (2010). Recent advances in the climate change biology literature: describing the whole elephant. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, *1*(4), 548-555.
- Pisano, E. (1972). Observaciones fito-ecológicas en las islas Diego Ramírez. *Anales del Instituto Patagonia, Serie Ciencias Naturales*, *3*, 161-169.
- Pisano, E., & Schlatter, R. P. (1981a). Vegetación y flora de las islas Diego Ramírez (Chile). I. Características y relaciones de la flora vascular. *Anales del Instituto Patagonia*, *12*, 183-194.
- Pisano, E., & Schlatter, R. P. (1981b). Vegetación y flora de las islas Diego Ramírez (Chile). 2. Comunidades vegetales vasculares. *Anales del Instituto Patagonia*, *12*, 195-204.
- Radchuk, V., Reed, T., Teplitsky, C., van de Pol, M., Charmantier, A., Hassall, C.,... & Avilés, J. M. (2019). Adaptive responses of animals to climate change: not universal, likely insufficient. *Nature Communications*: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10924-4>
- Reyes-Arriagada, R., Jiménez, J. J., & Rozzi, R. (2015a). 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.
- Reyes-Arriagada, R., Schlatter, R. P., Hodum, P. J., & Rozzi, R. (2015b). Seabirds and island communities: biodiversity awareness as a tool for the conservation of insular species. In G. Mahala (Ed.), *Seabirds and songbirds: Habitat preferences, conservation and migratory behavior* (pp. 23-44). Hauppauge, New York: De Nova Science Publishers.
- Robertson, G., Moreno, C., Lawton, K., Arata, J., Valencia, J., & Kirkwood, R. (2007). An estimate of the population sizes of black-browed (*Thalassarche melanophris*) and grey-headed (*T. chrysostoma*) albatrosses breeding in the Diego Ramírez Archipelago, Chile. *Emu*, *107*, 239-244.
- Robertson, G., Moreno, C., Arata, J. A., Candy, S. G., Lawton, K., Valencia, J., Wienecke, B., Kirkwood, R., Taylor, P., & Suazo, C. G. (2014). Black-browed albatross numbers in Chile increase in response to reduced mortality in fisheries. *Biological Conservation*, *169*, 319-333.
- Robertson, G., Wienecke, B., Suazo, C.G., Lawton, K., Arata, J., & Moreno, C. (2017). Continued increase in the number of black-browed albatrosses (*Thalassarche melanophris*) at Diego Ramírez, Chile. *Polar Biology*, *40*, 1035-1042.
- Root, T., Price, J., Hall, K., Schneider, S., Rosenzweig, C., & Pounds, A. (2003). Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, *421*, 57-60.
- Rozzi, R., & Jiménez, J. E. (Eds.). (2014). *Magellanic subantarctic ornithology: First decade of forest bird studies at the Omora Ethnobotanical Park, Cape Horn Biosphere Reserve*. Denton, USA: UNT Press-Punta Arenas, Chile: Ediciones Universidad de Magallanes.
- Rozzi, R., Martínez, D., Willson, M. F., & Sabag, C. (1995). Avifauna de los bosques templados de Sudamérica. En J.J. Armesto, C. Villagrán, & M. T. Kalin, *Ecología de los bosques nativos de Chile* (pp. 135-152). Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Rozzi, R., Armesto, J. J., Correa, A., Torres-Mura, J. C., & Sallaberry, M. (1996). 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. Jr. (2006). Ten principles for biocultural conservation at the southern tip of the Americas: The approach of the Omora Ethnobotanical Park. *Ecology & Society*, 11(1), 43. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art43/>
- Rozzi, R., Armesto, J. J., Gutiérrez, J., Massardo, F., Likens, G. E., Anderson, C. B., Poole, A., Moses, K. P., Hargrove, H., Mansilla, A. O., Kennedy, H., Willson, M., Jax, K., Jones, C. G., Callicott, B. J., & Arroyo M. T. K. (2012). Integrating ecology and environmental ethics: Earth stewardship in the southern end of the Americas. *BioScience*, 62(3), 226-236.
- Rozzi, R., Massardo, F., Mansilla, A., Squeo, F. A., Barros, E., Contador, T., Frangopulos, M., Poulin, E., Rosenfeld, S., Goffinet, B., González-Weaver, C., MacKenzie, R., Crego, R. D., Viddi, F., Naretto, J., Gallardo, M. R., Jiménez, J. E., Marambio, J., Pérez, C., Rodríguez, J. P., & Martinic, M. (2017). *Parque Marino Cabo de Hornos-Diego Ramírez*. Punta Arenas, Chile: Ediciones Universidad de Magallanes.
- Rozzi, R., Crego, R., Contador, T., Schüttler, E., Rosenfeld, S., Mackenzie, R., Barroso, O., Silva-Rodríguez, E. A., Álvarez Bustos, X., Silva, A., Ramírez, I., Mella, J., Herreros, J., Rendoll-Cárcamo, J., Marambio, J., Ojeda, J., Méndez, F., Moses, K. P., Kennedy, J.,... & Massardo, F. (2020). Un centinela para el monitoreo del cambio climático y su impacto sobre la biodiversidad en la cumbre austral de América: la nueva red de estudios socio-ecológicos a largo plazo Cabo de Hornos. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 48, en este número.
- Schlatter, R. P., & Riveros, G. M. (1987). Historia natural del archipiélago Diego Ramírez, Chile. *Serie Científica INACH*, 47, 87-112.
- Schüttler, E., Klenke, R., McGehee, S., Rozzi, R., & Jax, K. (2009). Vulnerability of ground-nesting waterbirds to predation by invasive American mink in the Cape Horn Biosphere Reserve, Chile. *Biological Conservation*, 142, 1450-1460.
- Schüttler, E., Crego, R., Saavedra, L., Silva, E. A., Rozzi, R., Soto, N., & Jiménez, J. J. (2019). New records of invasive mammals from the sub-Antarctic Cape Horn Archipelago. *Polar Biology*, 42, 1093-1105.
- Sekercioglu, C. H., Schneider, S. H., Fay, J. P., & Loarie, S.R. (2008). Climate change, elevational range shifts, and bird extinctions. *Conservation Biology*, 22, 140-150.
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M., & Miller, H. L. (Eds.). (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge, United Kingdom and New York, United States: Cambridge University Press.
- Turner, J., Colwell, S., Marshall, G., Lachlan, T., Carleton, A., Jones, P., Lagun, V., Reid, P., & Iagovkina, S. (2005). Antarctic climate change during the last 50 years. *International Journal of Climatology*, 25, 279-294.
- Vaughan, D., Marshall, G., Connolley, W., Parkinson, C., Mulvaney, R., Hodgson, D., King, J., Pudsey, C., & Turner, J. (2003). Recent rapid regional climate warming on the Antarctic Peninsula. *Climate Change*, 60, 243-274.