

EL HORNERO

REVISTA DE ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL



VOLUMEN 29 NÚMERO 2

DICIEMBRE 2014



PUBLICADA POR AVES ARGENTINAS/ASOCIACIÓN ORNITOLÓGICA DEL PLATA

BUENOS AIRES, ARGENTINA

EL HORNERO

REVISTA DE ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL



AVES ARGENTINAS
Asociación Ornitológica del Plata

Establecida en 1917

ISSN 0073-3407 (versión impresa)
ISSN 1850-4884 (versión electrónica)



SciELO Argentina
Scientific Electronic Library Online

Disponible en línea
www.scielo.org.ar



Publicada por Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata
Buenos Aires, Argentina

Editor

JAVIER LOPEZ DE CASENAVE
Universidad de Buenos Aires

Asistente del Editor

FERNANDO A. MILESI

Inst. Inv. en Biodiversidad y Medioambiente

Revisiones de libros

VÍCTOR R. CUETO

Ctro. Inv. Esquel de Montaña y Estepa Patagónicas

Comité Editorial

P. DEE BOERSMA

University of Washington

MARIO DÍAZ

Museo Nacional de Ciencias Naturales

ROSENDO FRAGA

CICyTTP - Diamante

PATRICIA GANDINI

Universidad Nacional de la Patagonia Austral

FABIÁN JAKSIC

Universidad Católica de Chile

BETTINA MAHLER

Universidad de Buenos Aires

MANUEL NORES

Universidad Nacional de Córdoba

JUAN CARLOS REBOREDA

Universidad de Buenos Aires

CARLA RESTREPO

University of Puerto Rico

PABLO TUBARO

Museo Argentino de Cs. Naturales B. Rivadavia

FRANCOIS VUILLEUMIER

American Museum of Natural History

PABLO YORIO

Centro Nacional Patagónico

Oficina editorial

Depto. Ecología, Genética y Evolución, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Piso 4, Pab. 2, Ciudad Universitaria, C1428EHA Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: hornero@ege.fcen.uba.ar

Administración

Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata. Matheu 1248, C1249AAB Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: info@avesargentinas.org.ar

PORTADA.— El Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) se distribuye desde Ecuador, por el oeste, hasta el sur de Argentina, incluyendo el sur de Brasil, Paraguay y Uruguay, habitando lagunas (saladas y dulceacuícolas) y humedales marinos. Es una de las dos especies de flamencos presentes en la laguna Melincué, ubicada en la planicie pampeana del centroeste de Argentina, donde Barisón y colaboradores (pp. 61–71) evaluaron la influencia de variables meteorológicas sobre sus patrones de comportamiento durante la estación invernal. Ilustración: Juan Manuel Tanco.



Hornero 29(2):51–60, 2014

NEO Y PALEOORNITOLOGÍA VIRTUAL

CLAUDIA P. TAMBUSSI^{1,3}, FEDERICO J. DEGRANGE¹ Y GERMÁN TIRAO²

¹ Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA), CONICET–Universidad Nacional de Córdoba. Haya de la Torre s/n, piso 1, oficina 2, Ciudad Universitaria, X5016GCA Córdoba, Córdoba, Argentina.

² Facultad de Matemática, Astronomía y Física e Instituto de Física Enrique Gaviola, CONICET–Universidad Nacional de Córdoba. Medina Allende y Haya de la Torre, Ciudad Universitaria, X5016GCA Córdoba, Córdoba, Argentina.

³ tambussi.claudia@conicet.gov.ar

RESUMEN.— La visualización y análisis de los fósiles asistido por computadoras ha revolucionado el estudio de los organismos extintos. Técnicas novedosas permiten caracterizar los restos en tres dimensiones y acceder a detalles sin precedentes. Esto ha permitido a los paleontólogos ganar importantes conocimientos sobre la anatomía, el desarrollo, la función y hasta la conservación. Las reconstrucciones digitales se pueden utilizar en análisis funcionales y en la puesta a prueba rigurosa de hipótesis sobre la paleobiología de los organismos extintos. Estos enfoques están transformando nuestra comprensión de la vida en el pasado y también de los organismos vivientes en general. El empleo de técnicas no invasivas permite la captura de grandes cantidades de datos útiles sin dañar los especímenes que se están estudiando. Debido a que los datos digitales se pueden compartir de forma instantánea y global, equipos de científicos pueden trabajar en paralelo, acelerando el ritmo de las investigaciones. En este trabajo se ejemplifican casos en los cuales a partir de modelos virtuales se pueden abordar problemas morfológicos en aves.

PALABRAS CLAVE: *análisis de elementos finitos, modelos virtuales tridimensionales, morfología geométrica, paleoneurología.*

ABSTRACT. NEO AND PALEO VIRTUAL ORNITHOLOGY.— Visualization and analysis of fossils assisted by computers have revolutionized the study of extinct organisms. Innovative techniques allow to characterize the remains in three dimensions with unprecedented detail, allowing paleontologists to gain important knowledge about anatomy, development, function and even conservation. Digital reconstructions can be used in functional analysis and rigorous testing of hypotheses on the paleobiology of extinct organisms. These approaches are transforming our understanding about life in the past and also of living organisms in general. The use of non-invasive techniques enables capturing large amounts of data without damaging the specimens under study. As digital data can be shared instantly and globally, teams of scientists can work in parallel, accelerating research time. In this paper, cases in which virtual models were used to assess morphological problems are shown.

KEY WORDS: *finite element analysis, geometric morphometrics, paleoneurology, three-dimensional virtual models.*

LEVÁNTATE Y ANDA:

EL RESURGIMIENTO DE LA MORFOLOGÍA EN LA INVESTIGACIÓN CONTEMPORÁNEA

Hasta no hace mucho, los caracteres morfológicos (fenotípicos) fueron la principal fuente de evidencia para la clasificación de organismos y la única fuente de caracteres en paleon-

tología. Además de su utilización en el campo de la clasificación, se emplearon como base para análisis biogeográficos, morfométricos, ontogenéticos, para establecer patrones de especiación e interacciones ecológicas, entre otras muchas aplicaciones. Los nuevos datos moleculares desbarrancaron de su posición de elite a los caracteres morfológicos, en tanto

proporcionaron otra fuente de información para determinar la ascendencia común. En la puja entre morfólogos y moleculares se gestaron dos tipos de árboles expresando las relaciones de parentesco entre organismos: los árboles de ancestralidad morfológica y los de ancestralidad molecular. Los primeros se centran en características anatómicas (de tal manera que a mayor similitud, mayor cercanía), mientras que los segundos lo hacen en la similitud de las secuencias de ADN y las proteínas que se sintetizan. En tanto proteínas y características anatómicas están asociadas, no fue sorprendente que árboles morfológicos y moleculares muchas veces permitieran hipotetizar las mismas relaciones. Pero en muchas otras ocasiones se sembraron controversias. El conjunto enorme de datos moleculares y los avances rápidos en el campo de los estudios genéticos inevitablemente estancaron el crecimiento de la morfología. Los morfólogos se quedaron pensando en las explicaciones biológicas para las relaciones que proponían los moleculares, mientras que la secuenciación de ADN avanzaba más y más.

Quizás porque la genética no da todas las respuestas biológicas o también por los asombrosos avances tecnológicos y los enfoques holísticos para el estudio de los sistemas complejos, en la última década resurge la morfología con fuerzas renovadas. Como disciplina científica, la morfología tiene por objetivo estudiar y explicar la forma, estructura y desarrollo de los organismos. Así lo entendió Johann Wolfgang Goethe (1749–1832), el reconocido anatomista alemán del siglo XVIII, quien definió a la morfología como la ciencia de la forma, formación y transformación de los organismos, abarcando como tal a la anatomía (Tambussi et al. 2013). Goethe se alejó de la morfología clásica de Aristóteles (384–322 AC) y sus sucesores, quienes se concentraron en la disposición de las estructuras sin hacer hincapié en la relación ni en la posible variación existente entre las mismas. Sus contribuciones, que incluyen la idea de homología de órganos, desarrollo y la ley de correlación, su énfasis en la “forma” y en el carácter organicista de los seres vivos, su percepción holística del organismo como parte de la naturaleza universal, el carácter idealista tanto de la morfología como de la naturaleza en general, impactaron en las investigaciones de los morfólogos que le sucedieron (Bloch 1952).

Esta morfología idealista que engloba la anatomía descriptiva, la embriología y la histología tiene como propósito responder a las problemáticas biológicas implicadas en la generación de la forma y estructura dentro del organismo.

En los escenarios actuales de la ciencia, la morfología se reconoce como una disciplina biológica con un enfoque holístico que tiene por objetivo principal el conocimiento de las propiedades emergentes de los organismos (Kardong 2012). Las propiedades emergentes son aquellas que resultan de la interacción y relaciones entre las partes integrantes de un sistema (e.g., de un organismo) y que no pueden explicarse a partir de las propiedades de los elementos aislados. No son la consecuencia de sumar interacciones sino que más bien se expresan como un cambio cualitativo en las propiedades del sistema. Son más fáciles de estudiar en animales individuales y, contrariamente, más difíciles de abordar en sistemas colectivos altamente complejos. Comprender cómo se construyen y funcionan los componentes estructurales de un organismo es central en cualquier intento de definir los principios generales de su diseño. Medidas del rendimiento o desempeño de un sistema, tales como la distancia de salto, la velocidad en el desplazamiento o la capacidad de emitir y recibir determinada frecuencia del canto, son magnitudes de las propiedades emergentes de un sistema. No son otra cosa que medidas de la capacidad funcional. En otras palabras, la función es la acción de un componente fenotípico. El estudio de la función es el estudio de cómo las estructuras son usadas y los datos funcionales son aquellos en los cuales el uso de las estructuras ha sido efectivamente medido. Para Bock y von Wahlert (1965) función es sinónimo de propiedades emergentes.

En 1970 Seilacher presentó la morfología constructiva (o biomorfodinámica) como un modo de concebir el estudio de la forma teniendo en cuenta tres grandes factores: el histórico o filogenético, el de fabricación y el funcional (Seilacher 1970, Briggs 2005). Esta visión entiende que el estudio de un organismo impone el (estudio) de sus partes integrantes como sistemas y subsistemas coherentes que obedecen estática y dinámicamente (en reposo y en movimiento) a principios y procesos físicos, prestando atención, además, a las potenciales limitaciones que imponen el

crecimiento ontogenético y la historia evolutiva (Briggs 2005). En este marco, los organismos pueden considerarse como resultado de procesos de transformación que pueden ser explicados en términos de ancestralidad, pero modelados por la adaptación a los distintos ambientes y sus respectivos hábitos de vida (Mosto 2014). La biomorfodinámica se ha convertido en el marco conceptual adecuado para estudiar la forma y su evolución en los términos de los factores que la rigen (histórico, de fabricación y funcional) en el marco del ambiente efectivo.

Los morfólogos (interesados en el análisis comparativo de las estructuras, su desarrollo y evolución) y los biólogos experimentales (interesados en la función, la fisiología y uso de las estructuras) pertenecieron a ramas independientes de la ciencia hasta finales del siglo XX, un divorcio que concluye en la última década de la mano de los avances tecnológicos, por un lado, y, fundamentalmente, del surgimiento de nuevas miradas producto del enfoque interdisciplinario. En esta conjunción, materiales, estructuras, diseño y función son los ejes rectores de las investigaciones en la morfología contemporánea, mientras que los modelos virtuales en tres dimensiones son los protagonistas. Este trabajo está enfocado en la utilización de estos modelos para responder a problemáticas morfológicas. A modo de ejemplo se presentan tres estudios de caso en aves, a los cuales se dedica el resto del trabajo.

LA REVOLUCIÓN VIRTUAL

Uno de los desenlaces inesperados del desarrollo de los equipos de rayos X para uso médico fue su empleo en el campo de la paleontología. Tuvo su origen en el siglo XX, un desarrollo continuo desde la década de 1980 y un auge espectacular en la última década gracias a los avances en el equipamiento. El modelo tridimensional construido a partir de la digitalización de una serie de imágenes ("slices") capturadas con tomógrafos (u otros equipos más sofisticados) se convirtió en el protagonista cada vez más sustancial de las investigaciones morfológicas y, en particular, paleontológicas. En muchos casos, es la única vía de estudio en este último campo en tanto permite una vista del interior de los objetos sólidos con asombrosa resolución.

Mucho se ha mejorado, desde los primeros intentos, en el modelado tridimensional de fósiles y sus estructuras internas. Específicamente para las aves se han utilizado últimamente métodos no invasivos para la reconstrucción de partes blandas internas, principalmente cerebro y músculos (Domínguez Alonso et al. 2004, Milner y Walsh 2009, Walsh y Milner 2011, Ksepka et al. 2012, Smith y Clarke 2012, Kawabe et al. 2014, Lautenschlager et al. 2014, Paulina-Carabajal et al. en prensa, Tambussi et al. en prensa). Zollikofer y Ponce de León (2005) y, más recientemente, Sutton et al. (2014) publicaron extensas revisiones generales de las técnicas aplicadas en paleontología virtual, incluyendo métodos destructivos y no destructivos, mientras que Hoffmann et al. (2014) evalúan las ventajas y desventajas de los métodos no invasivos (e.g., escaneo de superficie, tomografía computada, tomografía por resonancia magnética). Quienes estén interesados en conocer las posibilidades que brinda la aplicación de métodos virtuales en investigación científica pueden remitirse a estos tres últimos trabajos.

LA TOMOGRAFÍA DIGITAL Y LA RECONSTRUCCIÓN TRIDIMENSIONAL

Varias empresas líderes producen equipos de tomografía computarizada médica. Los tiempos de escaneo se extienden desde unos pocos segundos a pocos minutos dependiendo del tamaño del espécimen en estudio. El proceso de construcción de un modelo virtual (post-procesamiento) se inicia con la "segmentación". La segmentación es la acción de seleccionar y resaltar las estructuras individuales (e.g., hueso, cerebro, músculos) en la serie de cortes tomográficos. Es el proceso más laborioso y puede ser completado en pocas horas o en días, dependiendo de la cantidad de cortes y, en el caso de los fósiles, del contraste entre la matriz de relleno y el hueso (Honeycutt et al. 2014). Sobra decir que sin conocimientos anatómicos, una reconstrucción no es viable. En esta etapa de post-procesamiento pueden emplearse programas de código abierto (e.g., ImageJ, 3D-Slicer, InVesalius) o con licencia (e.g., Materialise Mimics, Simpleware ScanIP, Amira, Avizo).

A finales de la década de 1980 comenzó el desarrollo de la tecnología del microtomó-

grafo de rayos X, cuya resolución es significativamente mayor a la de los tomógrafos de uso médico hospitalario (Abel et al. 2012, Hoffmann et al. 2014). A diferencia de los tomógrafos convencionales, los microtomógrafos de rayos X producen cortes de hasta $27 \mu\text{m}$ (los tomógrafos hospitalarios producen cortes promedio de 0.6 mm), permitiendo escanear objetos de menor tamaño y observar incluso su estructura histológica, dependiendo del detector. La utilización de estos tomógrafos de alta resolución permite la visualización de estructuras internas (e.g., los canales nerviosos o lugares de vasos sanguíneos) con una mayor precisión en comparación con los tomógrafos hospitalarios. Los resultados obtenidos son espectaculares (e.g., Balanoff y Rowe 2007; ver ejemplos más abajo). Con estos equipos se pueden desarrollar modelos detallados en tres dimensiones.

En América del Sur están disponibles solamente dos equipos, uno en Brasil y otro en la Argentina. Este último fue desarrollado en su totalidad por los investigadores del Grupo de Espectroscopia Atómica y Nuclear (GEAN) de la Facultad de Matemática, Astronomía y Física (FaMAF) de la Universidad Nacional de Córdoba. Este equipo permite obtener imágenes en dos y tres dimensiones de hasta $20 \times 20 \text{ cm}^2$ con resolución de $194 \mu\text{m}$. Para maximizar la calidad de las imágenes es posible controlar parámetros tales como la conformación del haz de rayos X (distribución espacial y espectral), el número de proyecciones o la posición relativa de la muestra y el detector.

MODELOS TRIDIMENSIONALES Y ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS

El análisis de elementos finitos es una herramienta desarrollada originalmente en el campo de la ingeniería para predecir la distribución del estrés (fuerza por unidad de área) y la deformación en estructuras artificiales con geometría relativamente sencilla. Consiste en dividir la geometría de una estructura en pequeños elementos que forman un enmallado. Sobre esta estructura enmallada pueden calcularse ecuaciones diferenciales que tienen en cuenta las relaciones y propiedades de los elementos constituyentes. De la mano de los avances de la tecnología informática, el análisis de elementos finitos se ha convertido en

una poderosa herramienta en la investigación del comportamiento mecánico de estructuras biológicas complejas (e.g., Rayfield et al. 2001, Rayfield 2004, Wroe et al. 2007, Wroe 2008, Degrange et al. 2010) debido a que (1) es una herramienta no invasiva, (2) reconstruye el estrés en múltiples sitios del esqueleto, (3) es aplicable tanto en neobiología como paleobiología y (4) permite resolver problemas en geometrías bajo condiciones de carga complejas (Rayfield 2007).

En la figura 1 se detalla cada uno de los pasos involucrados en un análisis de elementos finitos: la creación de un modelo sólido (representación digital de la estructura en estudio) a partir de tomografías computadas, fotografías digitales o datos de brazo digitalizador tridimensional ("microscribe"); la discretización

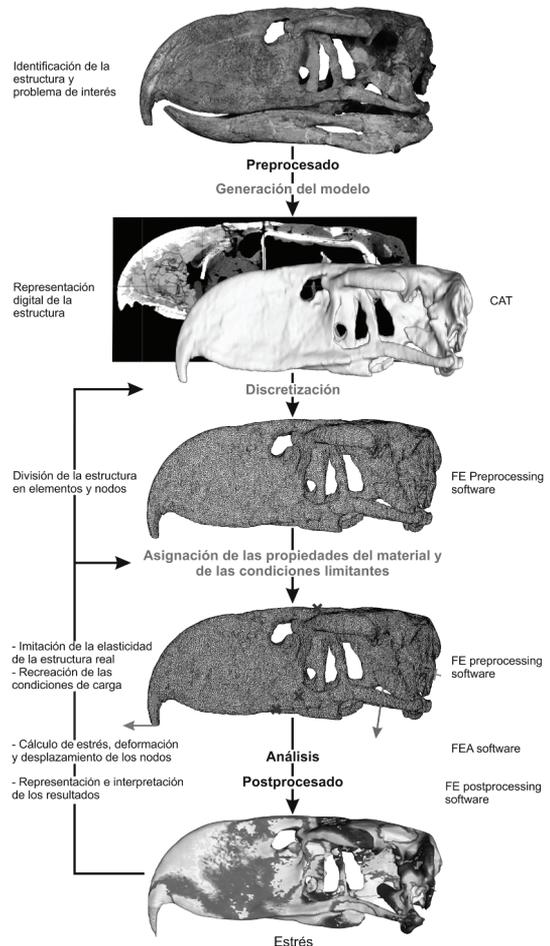


Figura 1. Etapas de un análisis de elementos finitos. Modificado de Degrange (2012).

o subdivisión del modelo en subregiones o elementos discretos conectados entre sí por nodos (enmallado); y el posicionamiento del modelo enmallado en el espacio definiendo los grados de libertad del modelo, las propiedades del material y las magnitudes y direcciones de las fuerzas que se aplicarán a los nodos. Durante el análisis se calcula el desplazamiento de los nodos y estos valores se utilizan para calcular la deformación y el estrés. Como resultado puede inferirse el comportamiento mecánico de la estructura en estudio. Gráficamente, este comportamiento se representa mediante gradientes de color (Fig. 1). La creación de ambos modelos es un proceso complejo y largo, pero el producto generado tiene un alto uso potencial, tanto en biomecánica como en anatomía.

La mayoría de los trabajos en los que se aplica el análisis de elementos finitos tiene como premisa que la forma y la función están fuertemente relacionadas, de manera tal que forma y estructura condicionan el análisis *a priori*. Se ha aplicado, por ejemplo, para analizar taxa individuales (e.g., Rayfield et al. 2001, Rayfield 2004, 2005, Wroe et al. 2007, Moazen et al. 2009) o para comparar comportamientos (e.g., Rayfield et al. 2001, Rayfield 2005, Wroe et al. 2007, Wroe 2008, Degrange et al. 2010).

El análisis de elementos finitos se puede utilizar para el estudio de las aves fósiles. *Andalgalornis steulleti* (Mioceno superior-Plioceno inferior, Formación Andalgalá, Catamarca, Argentina) es un representante de la radiación sudamericana de los Phorusrhacidae, aves terrestres de mediano a gran tamaño, presumiblemente carnívoras. Este fororaco Patagornithinae tiene una masa estimada en 40 kg, presenta un cráneo con el pico tres veces más alto que ancho, hueco, terminado en un gancho macizo y con narinas pequeñas ubicadas dorsocaudalmente. Este diseño es exclusivo de este grupo de aves extinguidas, motivo por el cual los aspectos funcionales son difíciles de dilucidar. Se analizó el comportamiento del cráneo de *Andalgalornis steulleti* ante la acción de fuerzas extrínsecas (Degrange et al. 2010) suponiendo ausencia de quinesis craneana (en tanto la charnela cráneo-facial se encuentra ausente) y propiedades óseas homogéneas en todo el cráneo. Se simularon cuatro comportamientos de fuerzas de desgarrar de una presa: anteroposterior, dorsoventral, lateral y torsión mediante la

aplicación de una carga en el extremo distal del premaxilar, mientras el cóndilo occipital se mantenía fijo en el espacio. Los resultados obtenidos indicaron que el cráneo presenta mayor esfuerzo ante las cargas laterales y de torsión que las dorsoventrales y anteroposteriores, sugiriendo que al cazar o procesar su presa *Andalgalornis steulleti* debería haber actuado con gran precisión para evitar fuerzas laterales y de torsión potencialmente perjudiciales. En otras palabras, el análisis indica que el ave atacaría moviendo la cabeza hacia la presa en sentido vertical (como un hacha) y que el forcejeo lateral habría sido inconveniente. Conocer el comportamiento biomecánico del cráneo, incluyendo la resistencia según su diseño en comparación al de otras aves, contribuye a dilucidar los hábitos tróficos de los fororacos.

La utilización del análisis de elementos finitos en aves, en referencia al estudio del cráneo, presenta varias dificultades: (1) las habilidades quinéticas de la mayoría de las Neognathae, así como el cráneo sumamente neumático (dos cualidades estructurales), dificultan la construcción del modelo; (2) la información referida a los huesos de las aves (las cualidades de los materiales, tales como módulo de Young, radio de Poisson, densidad) es escasa o inexistente; y (3) se carece de datos acerca de la magnitud de las fuerzas condicionantes tanto extrínsecas (e.g., fuerza de mordida) como intrínsecas (e.g., fuerza muscular) actuantes y cruciales en el análisis. De esta forma, resulta imperante generar información de base que brinde mayor fortaleza a los resultados obtenidos. Aun así, este análisis ha demostrado ser una poderosa estrategia de estudio que permite no solo conocer el comportamiento biomecánico sino, también, en un marco comparativo adecuado, inferir posibles hábitos tróficos en aves extinguidas.

MODELOS TRIDIMENSIONALES Y MORFOLOGÍA GEOMÉTRICA

La morfometría geométrica es una herramienta de análisis morfológico que permite describir la forma según la relación espacial entre sus partes. En términos comparativos, permite evaluar la transformación o variación de formas y la interacción de éstas con el medio físico (covariación). Para ello se utilizan programas biométricos para capturar y anali-

zar datos conservados en matrices de morfo-coordenadas que representan la geometría de los especímenes (Toro Ibacache et al. 2010). Básicamente consiste en la obtención de datos primarios, los de las variables de la forma y, finalmente, en el análisis estadístico de esos datos. Desde un punto de vista práctico, la morfometría geométrica permite, por ejemplo,

visualizar los cambios de forma durante el desarrollo o el crecimiento de un individuo, ubicar dónde se localizan e identificarlos. En este sentido, es cualitativamente distinta a la morfometría clásica. La técnica se gestó y creció a partir del análisis de la forma en dos dimensiones hasta incorporar, más recientemente, los estudios en tres dimensiones.

La morfometría geométrica aplicada a modelos tridimensionales ha sido utilizada en estudios de aves. Con el objetivo de analizar la forma del encéfalo en loros neotropicales (Psittaciformes) se realizó un estudio de morfometría geométrica en modelos virtuales construidos a partir de tomografías computadas de 14 especies de Arini (Carril et al., datos no publicados). Se digitalizaron 25 "landmarks" homólogos (Fig. 2). Los "landmarks" son puntos en el espacio que, como tales, poseen sus coordenadas correspondientes (x, y, z) (Bookstein 1991). El conjunto de coordenadas de estos 25 "landmarks" constituyen los datos primarios. No es objetivo de este trabajo describir en profundidad esta técnica tan afianzada en el campo de la morfología; para ello se remite al lector a los clásicos trabajos de Rohlf (1990, 1999), Bookstein (1991), Rohlf y Marcus (1993) y Zelditch et al. (2004). Pero es importante recordar que los datos se analizan despojados del efecto de tamaño y de su posible movilidad en el espacio (rotación y translación) para obtener finalmente las distancias que separan las formas bajo estudio. En base a los análisis realizados, los loros neotropicales estudiados muestran dos morfologías cerebrales conspicuamente distintas (cuadrangulares y redondeadas), diferenciadas principalmente en el ancho máximo de los hemisferios cerebrales y en el desarrollo de un surco interhemisférico llamativo. La morfometría geométrica brinda la posibilidad de visualizar las diferencias. A modo de ejemplo, en la figura 2 se muestran, en vista lateral, un encéfalo real, el modelo del encéfalo con los correspondientes "landmarks" y el modelo poligonal. Este último se genera al separar el objeto en estudio en un determinado número de polígonos; los polígonos homólogos se comparan entre sí en toda la serie bajo análisis.

La morfometría geométrica ha demostrado ser un eficaz instrumento para la evaluación lo más objetiva posible de la variación y su aplicación en el campo de las ciencias morfológicas sigue siendo muy prometedor.

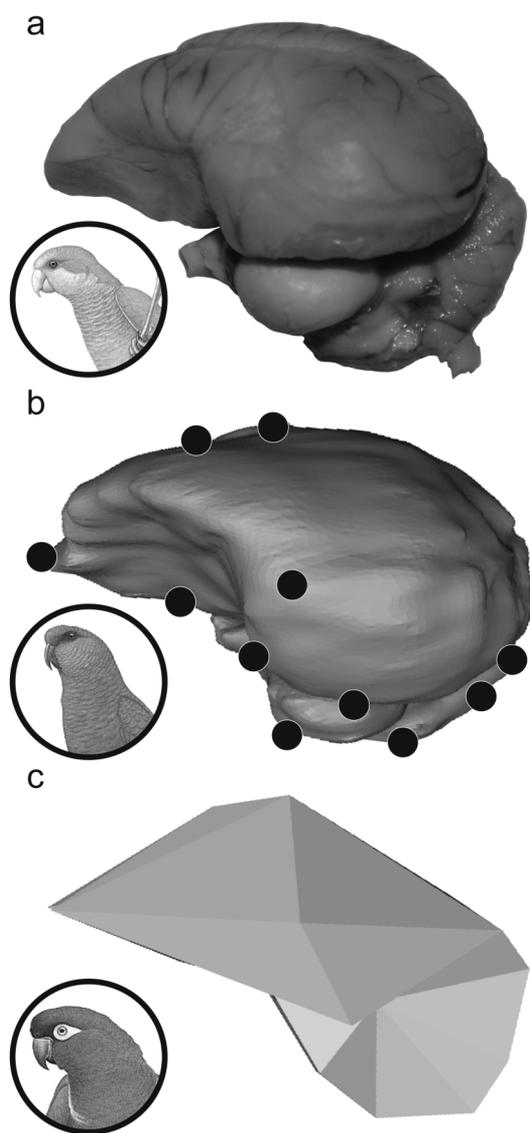


Figura 2. Análisis del encéfalo de loros neotropicales realizado con morfometría geométrica. (a) Vista lateral del encéfalo de *Myiopsitta monachus*. (b) Modelo del encéfalo de *Enicognathus ferrugineus* con los correspondientes "landmarks". (c) Modelo poligonal del encéfalo de *Cyanoliseus patagonus*.

MODELOS TRIDIMENSIONALES Y PALEONEUROLOGÍA

El cerebro de las aves puede exhibir distintos grados de encefalización, una expansión variable del telencéfalo, un mayor o menor desarrollo de las eminencias sagitales o un diferente volumen. Como cada región está asociada principalmente a una actividad particular (e.g., las eminencias sagitales a la estereopsis o visión tridimensional), su variación en conjunto provee información relacionada con las capacidades somato-sensoriales y motoras. Se supone, además, que el incremento de una región determinada estaría correlacionado con un incremento en la complejidad de sus funciones. De allí se desprende claramente la enorme potencialidad del estudio del cerebro (y más precisamente del encéfalo) para inferir capacidad cognitiva, conductual, sensorial y motora en las aves.

Un aspecto particular de las aves, compartido solo con los mamíferos, es que el encéfalo ocupa prácticamente por completo la cavidad encefálica o endocráneo. Las dos meninges son muy delgadas, permitiendo que la superficie encefálica (incluida la vascularización) quede impresa en la pared endocraneal. Entonces, el estudio del endocráneo por sí mismo ofrece información indirecta del encéfalo. Este concepto es utilizado profusamente por los paleontólogos, quienes reconstruyen a partir de huesos fósiles la anatomía de las partes blandas. Los modelos endocraneos pueden ser físicos (resultado del relleno natural o artificial de la cavidad encefálica) o virtuales (obtenidos por procesamiento de imágenes tomográficas de cráneos). La construcción del modelo es muy trabajoso, pero este método tiene dos ventajas fundamentales: no es destructivo y puede ser empleado en aves fósiles.

Los estudios de la anatomía del endocráneo en aves suelen estar limitados a una sola o unas pocas especies (Smith y Clarke 2012), que incluyen tanto taxa actuales como extintos (e.g., Domínguez Alonso et al. 2004, Iwaniuk y Hurd 2005, Milner y Walsh 2009, Picasso et al. 2010). Sin embargo, las contribuciones dedicadas a la variación dentro del mismo grupo taxonómico son escasas (Ashwell y Scofield 2007, Ksepka et al. 2012, Smith y Clarke 2012, Tambussi et al. en prensa). El empleo de microtomógrafos amplió el universo comparable, en tanto fue posible estudiar aves de

pequeño tamaño. Para demostrar las diferencias entre ambos equipos y sus potencialidades, se reconstruyó la cavidad endocraneana de *Guira guira* (longitud del cráneo: 60 mm) a partir de cortes obtenidos en un tomógrafo hospitalario y en el microtomógrafo de la Universidad Nacional de Córdoba (Tambussi et al., datos no publicados). Los modelos tridimensionales virtuales se construyeron con el mismo programa (Materialise Mimics) e idéntico protocolo. El modelo obtenido con el microtomógrafo (unos 238 "slices") permitió la visualización de las partes dorsales del cerebro (eminencias sagitales y aurículas cerebelares, asociadas con la capacidad propioceptiva), el sistema vascular (carótidas y seno occipital), los nervios cefálicos, la hipófisis y el oído interno. Desde este último es posible calcular las capacidades de audición. Excepto las eminencias sagitales, que son parcialmente identificables, estas estructuras no son discernibles en el modelo construido a partir del tomógrafo convencional (unos 89 "slices"). Las imágenes de la figura 3 son elocuentes.

De esta manera, conocer la morfología y el desarrollo relativo de las distintas regiones encefálicas brinda valiosas herramientas para las discusiones acerca de comportamiento y cognición. Los resultados son de profundo interés para el campo de la biología evolutiva, son potencialmente aplicables a los estudios de la transición terópodos-aves y, sin dudas, son útiles para la reconstrucción e interpretación paleobiológicas.

CONCLUSIONES

El uso de tomografías computadas ha ganado en importancia como una herramienta de exploración en el campo de la biología. El estudio de los modelos tridimensionales abre un abanico de posibilidades nunca antes abordadas en este campo. Esta técnica presenta ventajas evidentes porque los materiales por lo general no requieren tratamiento antes de entrar en el equipo, no produce deterioro durante el análisis y los resultados permiten la reconstrucción de modelos tridimensionales de alta calidad, incluyendo el modelado de tejidos duros y blandos, que se pueden utilizar para diferentes propósitos tales como estudios anatómicos y biomecánicos. Esta aplicación no se limita al ámbito de la paleontología, sino que alcanza también al de la

neontología. Una clara ventaja para el trabajo futuro es la posibilidad de almacenar y compartir los datos, poniéndolos a disposición para estudios posteriores de otros investigadores. Los fósiles raros o los holotipos pueden

ser duplicados mediante impresiones en tres dimensiones. Las bases de datos de imágenes tomográficas crece paulatinamente y muchas de ellas son de libre acceso. La morfología ha despertado de su letargo y vuelve a andar.

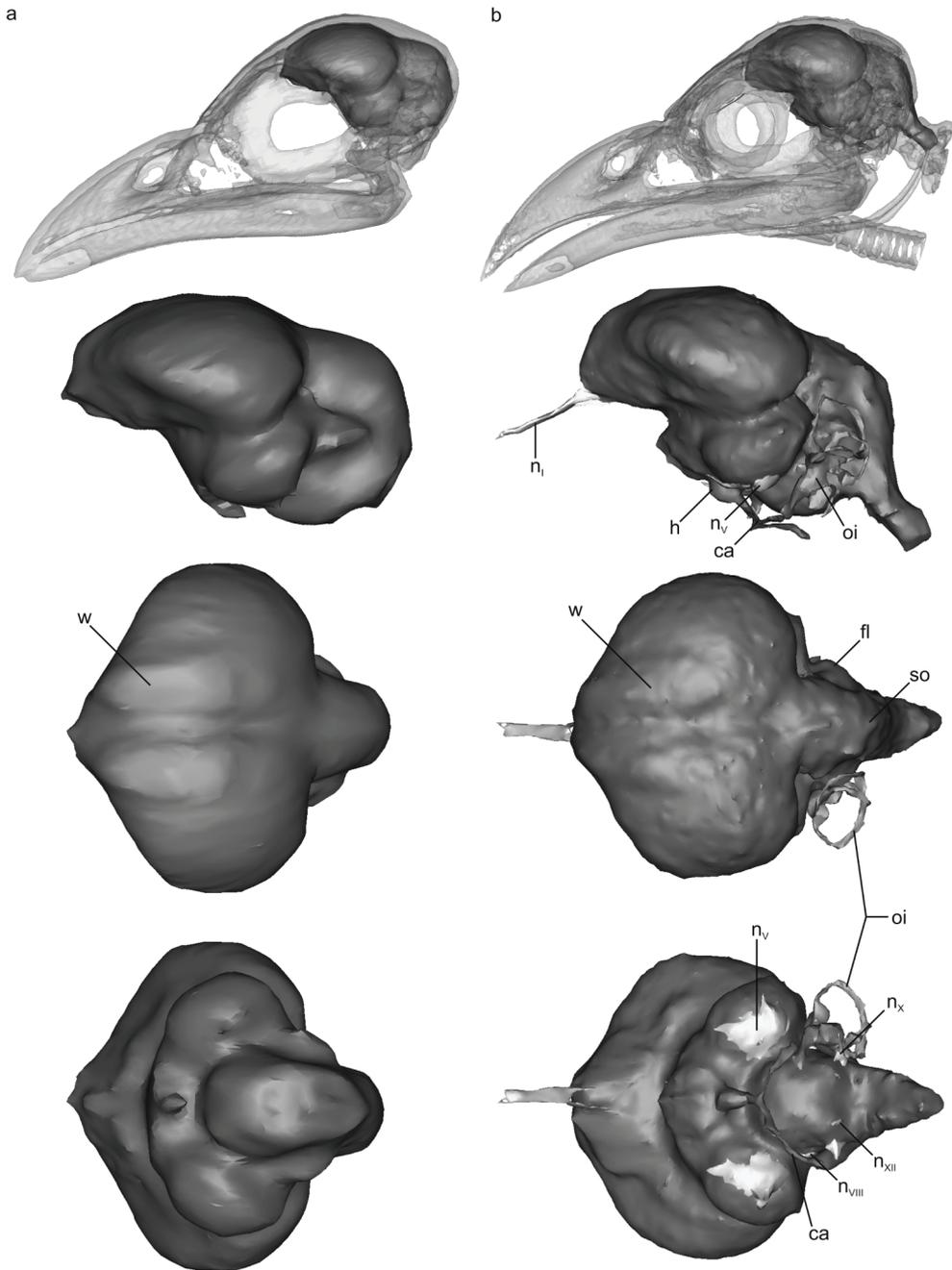


Figura 3. Molde endocraneano virtual de *Guira guira* reconstruido en base a un tomógrafo hospitalario (a) y a un microtomógrafo (b). ca: carótidas, fl: flocculi (aurículas cerebelares), h: hipófisis, nI-XII: nervios craneanos, oi: oído interno, so: seno occipital, w: wulst (eminencias sagitales).

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer especialmente al editor de la revista, Javier Lopez de Casenave, por su atenta invitación a participar en este número. Un reconocimiento especial a las autoridades del Servicio de Diagnóstico por Imágenes del Hospital San Juan de Dios de La Plata. Por la asistencia en la captura tomográfica, a los Dres. Graciela Alcuaz y Juan Cuesta. A los curadores de los siguientes repositorios: Museo de la Plata, Museo Argentino de Ciencias Naturales (Buenos Aires) y Museo Lorenzo Scaglia (Mar del Plata). Estos estudios fueron parcialmente subsidiados por UNLP (N671), Agencia Nacional de Investigaciones (FONCyT) y CONICET (PIP 0437).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ABEL RL, RETTONDINI LAURINI C Y RICHTER M (2012) A palaeobiologist's guide to 'virtual' micro-CT preparation. *Palaeontologia Electronica* 15:art15.2.6T
- ASHWELL KW Y SCOFIELD RP (2007) Big brains and their palaeoneurology of the New Zealand Moa. *Brain, Behaviour and Evolution* 71:151–166
- BALANOFF AM Y ROWE TB (2007) Osteological description of an embryonic skeleton of the extinct Elephant bird, *Aepyornis* (Palaeognathae, Ratitae). *Journal of Vertebrate Paleontology* 27 (Suppl. 9):1–53
- BLOCH R (1952) Goethe, idealistic morphology and science. *American Scientist* 40:313–322
- BOCK WJ Y VON WAHLERT G (1965) Adaptation and the form-function complex. *Evolution* 19:269–299
- BOOKSTEIN FL (1991) *Morphometric tools for landmark data: geometry and biology*. Cambridge University Press, Cambridge
- BRIGGS DEG (2005) Seilacher on the science of form and function. Pp. 3–24 en: BRIGGS DEG (ed) *Evolving form and function: fossils and development. Proceedings of a symposium honoring Adolf Seilacher for his contributions to paleontology, in celebration of his 80th birthday*. Yale University Press, New Haven
- DEGRANGE FJ (2012) *Morfología del cráneo y complejo apendicular en aves fororracoideas: implicancias en la dieta y modo de vida*. Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata, La Plata
- DEGRANGE FJ, TAMBUSI CP, MORENO K, WITMER LM Y WROE S (2010) Mechanical analysis of feeding behavior in the extinct "terror bird" *Andalgalornis steulleti* (Gruiformes: Phorusrhacidae). *PLoS One* 5:e11856
- DOMÍNGUEZ ALONSO P, MILNER AC, KETCHAM RA, COOKSON MJ Y ROWE TB (2004) The avian nature of the brain and inner ear of *Archaeopteryx*. *Nature* 430:666–669
- HOFFMANN R, SCHULTZ JA, SCHELLHORN R, RYBACKI E, KEUPP H, GERDEN SR, LEMANIS R Y ZACHOW S (2014) Non-invasive imaging methods applied to neo- and paleo-ontological cephalopod research. *Biogeosciences* 11:2721–2739
- HONEYCUTT CME, PLOTNICK RE Y KENIG F (2014) Breaking free from the matrix: segmentation of fossil images. *Palaeontologia Electronica* 17:art17.3.1T
- IWANIUK AN Y HURD PL (2005) The evolution of cerebro types in birds. *Brain, Behaviour and Evolution* 65:215–230
- KARDONG KV (2012) *Vertebrates. Comparative anatomy, function, evolution*. Sexta edición. McGraw-Hill Education, Nueva York
- KAWABE S, ANDO T Y ENDO H (2014) Enigmatic affinity in the brain morphology between pterosaurs and penguins, with a comprehensive comparison among water birds. *Zoological Journal of the Linnean Society* 170:467–493
- KSEPKA DT, BALANOFF AM, WALSH S, REVAN A Y HO A (2012) Evolution of the brain and sensory organs in Sphenisciformes: new data from the stem penguin *Paraptendytes antarcticus*. *Zoological Journal of the Linnean Society* 166:202–219
- LAUTENSCHLAGER S, BRIGHT JA Y RAYFIELD EJ (2014) Digital dissection using contrast-enhanced computed tomography scanning to elucidate hard- and soft-tissue anatomy in the Common Buzzard *Buteo buteo*. *Journal of Anatomy* 224:412–431
- MILNER A Y WALSH S (2009) Avian brain evolution: new data from Palaeogene birds (Lower Eocene) from England. *Zoological Journal of the Linnean Society* 155:198–219
- MOAZEN M, CURTIS N, O'HIGGINS P, EVANS SE Y FAGAN MJ (2009) Biomechanical assessment of evolutionary changes in the lepidosaurian skull. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106:8273–8277
- MOSTO MC (2014) *Estructura y función del complejo apendicular posterior en rapaces diurnas (Falconidae y Accipitridae)*. Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata, La Plata
- PAULINA-CARABAJAL A, ACOSTA-HOSPITALECHE C Y YURY-YÁÑEZ R (en prensa) Endocranial morphology of *Pygoscelis calderensis* (Aves, Spheniscidae) from the Neogene of Chile and remarks on brain morphology in modern *Pygoscelis*. *Historical Biology*
- PICASSO M, TAMBUSI CP Y DEGRANGE FJ (2010) Virtual reconstructions of the endocranial cavity of *Rhea americana* (Aves, Palaeognathae): postnatal anatomical changes. *Brain, Behaviour and Evolution* 76:176–184
- RAYFIELD EJ (2004) Cranial mechanics and feeding in *Tyrannosaurus rex*. *Proceeding of the Royal Society B* 271:1451–1459
- RAYFIELD EJ (2005) Using finite-element analysis to investigate suture morphology: a case study using large carnivorous dinosaurs. *Anatomical Record A* 283:349–365
- RAYFIELD EJ (2007) Finite element analysis and understanding the biomechanics and evolution of living and fossil organisms. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 35:541–576

- RAYFIELD EJ, NORMAN DB, HORNER CC, HORNER JR Y SMITH PM (2001) Cranial design and function in a large theropod dinosaur. *Nature* 409:1033–1037
- ROHLF FJ (1990) Fitting curves to outlines. Pp. 167–177 en: ROHLF FJ Y BOOKSTEIN FL (eds) *Proceedings of the Michigan Morphometrics Workshop*. The University of Michigan Museum of Zoology, Ann Arbor
- ROHLF FJ (1999) Shape statistics: Procrustes superimpositions and tangent spaces. *Journal of Classification* 16:197–223
- ROHLF FJ Y MARCUS LF (1993) A revolution in morphometrics. *Trends in Ecology and Evolution* 8:129–132
- SEILACHER A (1970) Arbeitskonzept zur Konstruktion-Morphologie. *Lethaia* 3:393–396
- SMITH A Y CLARKE J (2012) Endocranial anatomy of the Charadriiformes: sensory system variation and the evolution of wing-propelled diving. *PLoS One* 7:e49584
- SUTTON MD, RAHMAN I Y GARWOOD R (2014) *Techniques for virtual palaeontology*. Wiley-Blackwell, Chichester
- TAMBUSSI CP, DEGRANGE FJ Y KSEPKA D (en prensa) Endocranial anatomy of Antarctic Eocene stem penguins: implications for sensory system evolution in Sphenisciformes (Aves). *Journal of Vertebrate Paleontology*
- TAMBUSSI CP, PICASSO M, DEGRANGE FJ, MOSTO MC Y TONNI EP (2013) La anatomía y la osteología: desde Aristóteles a la actualidad. *Revista del Museo de la Plata, Paleontología* 13:1–7
- TORO IBACACHE MV, MANRÍQUEZ SOTO G Y SUAZO GALDAMES I (2010) Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas: de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *International Journal of Morphology* 28:977–990
- WALSH S Y MILNER A (2011) *Halcyornis toliapicus* (Aves: Lower Eocene, England) indicates advanced neuromorphology in Mesozoic Neornithes. *Journal of Systematic Palaeontology* 9:173–181
- WROE S (2008) Cranial mechanics compared in extinct marsupial and extant African lions using a finite-element approach. *Journal of Zoology* 274:332–339
- WROE S, MORENO K, CLAUSEN P, MCHENRY C Y CURNOE D (2007) High-resolution three-dimensional computer simulation of hominid cranial mechanics. *Anatomical Record* 290:1248–1255
- ZELDITCH ML, SWIDERSKI D, SHEETS HD Y FINK WL (2004) *Geometric morphometrics for biologists. A primer*. Elsevier Academic Press, San Diego
- ZOLLIKOFER CPE Y PONCE DE LEÓN MS (2005) *Virtual reconstruction. A primer in computer-assisted paleontology and biomedicine*. Wiley, Hoboken

PATRONES DE COMPORTAMIENTO DE DOS ESPECIES DE FLAMENCOS (*PHOENICOPARRUS ANDINUS* Y *PHOENICOPTERUS CHILENSIS*) Y SU RELACIÓN CON LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA LAGUNA MELINCÚE, ARGENTINA, DURANTE EL INVIERNO

CATERINA BARISÓN^{1,2,3,6}, NANCY CRUZ^{3,4}, MARCELO ROMANO^{3,5} E IGNACIO M. BARBERIS^{2,3}

¹ *Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral.
Ciudad Universitaria, 3000 Santa Fe, Santa Fe, Argentina.*

² *CONICET–Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.
Campo Experimental Villarino, CC 14, S2125ZAA Zavalla, Santa Fe, Argentina.*

³ *Grupo Conservación de Flamencos Altoandinos.*

⁴ *Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta. Avda. Bolivia 5150, 4400 Salta, Salta, Argentina.*

⁵ *Centro de Inv. en Biodiversidad y Ambiente (ECOSUR). Pje. Sunchales 329, 2000 Rosario, Santa Fe, Argentina.*

⁶ *catebarison@gmail.com*

RESUMEN.— Los flamencos son aves gregarias que habitan ambientes de agua salina. El Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) y la Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*) están presentes en las lagunas del sur de Santa Fe, Argentina, durante el invierno. Este trabajo tiene por objetivos determinar los patrones de comportamiento de estas dos especies durante la estación invernal en la laguna Melincué y evaluar la influencia de variables meteorológicas sobre el comportamiento. Se seleccionaron individuos adultos de ambas especies y se registraron los comportamientos que realizaban y, simultáneamente, los valores de cinco variables meteorológicas (temperatura, sensación térmica, presión atmosférica, humedad relativa, velocidad del viento). Las principales actividades registradas para las dos especies fueron el descanso, el aseo y la alimentación. Se detectaron diferencias significativas entre especies en sus patrones de comportamiento. La Parina Grande dedicó mayor tiempo a actividades de traslado y alerta, mientras que el Flamenco Austral pasó más tiempo en descanso. Los individuos de ambas especies dedicaron mayor tiempo a la alimentación durante períodos de elevada presión atmosférica y al descanso cuando se registraron fuertes vientos. La Parina Grande fue más activa, siendo menos afectada por el viento. Se señala la necesidad de continuar con estudios ecoetológicos de largo plazo sobre estas especies. El conocimiento de la biología de los flamencos podría ser utilizado en el diseño e implementación de planes de acción para su conservación y la de los humedales que habitan.

PALABRAS CLAVE: *comportamiento, condiciones meteorológicas, conservación, flamencos, humedales, Pampa.*

ABSTRACT. BEHAVIOURAL PATTERNS OF TWO FLAMINGO SPECIES (*PHOENICOPARRUS ANDINUS* AND *PHOENICOPTERUS CHILENSIS*) AND THEIR RELATIONSHIP WITH WEATHER CONDITIONS OF MELINCÚE LAGOON, ARGENTINA, DURING WINTER.— Flamingos are gregarious birds that live in brackish lakes. During winter, Andean Flamingo (*Phoenicoparrus andinus*) and Chilean Flamingo (*Phoenicopterus chilensis*) inhabit shallow lakes of southern Santa Fe Province, Argentina. Our objectives were to assess the behavioural patterns of these species during winter at Melincué Lagoon, and to evaluate the influence of weather conditions on these patterns. We selected adult individuals of each species and recorded simultaneously their behaviours and the values of five weather conditions (temperature, wind-chill factor, atmospheric pressure, relative humidity, wind speed). Main behaviours recorded for both species were resting, preening and feeding. There were significant differences between species in their behavioural patterns. Andean Flamingo spent more time walking and in alert, while the Chilean Flamingo spent more time resting. Individuals of both species spent more time feeding during periods of high atmospheric pressure, and resting during strong winds. The Andean Flamingo was more active, being less affected by strong winds. These results highlight the need to do long-term ecoethological studies of these species. Knowledge about flamingo biology should help the design and implementation of action plans for its conservation and the conservation of the wetlands they inhabit.

KEY WORDS: *behaviour, conservation, flamingos, Pampas, weather conditions, wetlands.*

Los flamencos (Phoenicopteridae) son aves gregarias y longevas que habitan en ambientes de agua salina y crían en colonias (Ogilvie y Ogilvie 1986, Caziani et al. 2007), desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 4000 msnm, preferentemente en lagunas abiertas con aguas someras (Canevari 1983). Pueden viajar grandes distancias entre los sitios de alimentación y cría, incluso durante la incubación y la crianza de los pichones (Caziani et al. 2007). En Argentina viven tres de las seis especies de flamencos que existen en el mundo: el Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*), la Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*) y la Parina Chica (*Phoenicoparrus jamesi*). El Flamenco Austral se distribuye desde Tierra del Fuego en Argentina hasta el sur de Brasil, gran parte de Paraguay, Chile, sudoeste de Bolivia y oeste de Perú, habitando lagunas saladas y dulceacuícolas, así como humedales marinos (Canevari 1983, Bucher 2006, Sosa y Martín 2012). Las otras dos especies presentan distribuciones más restringidas; en verano utilizan lagos y salares altoandinos de Argentina, Bolivia, Chile y Perú para nidificar y alimentarse (Caziani et al. 2007, Marconi et al. 2007). Durante el invierno, cuando estos lagos se congelan, una alta proporción de sus poblaciones desciende a las planicies centrales de Argentina y la costa de Perú, y algunos individuos de Parina Grande llegan al sur de Brasil (Bucher 1992, Michelutti 1994, Romano et al. 2002, Caziani et al. 2007, Ghizoni y Piacentini 2010, Cruz et al. 2013). De esta manera, los flamencos hacen un uso alternativo y complementario de humedales a escala subcontinental, que incluye humedales cordilleranos a distintas alturas y varios humedales de tierras bajas.

Los flamencos presentan un amplio repertorio de comportamientos (Hurlbert et al. 1984, Arengo y Baldassarre 1995, Khaleghizadeh 2010, Bouchard y Anderson 2011). Sus patrones de comportamiento pueden ser afectados por numerosos factores como el momento del año (Espino-Barros y Baldassarre 1989, Amat et al. 2005, Kumssa y Bekele 2014), el tamaño de la bandada (Pickering et al. 1992, Beauchamp y McNeil 2004, Boukhriss et al. 2007), las condiciones del hábitat y la productividad (Arengo y Baldassarre 1995, Mawhinney 2008) y las condiciones meteorológicas (Anderson y Williams 2010, Bouchard y Anderson 2011, Peluso et al. 2013). La influencia de las condi-

ciones meteorológicas podría verse reflejada en la asignación de tiempo dedicado a distintas actividades (e.g., alimentación, descanso, aseo, agresión) (Elkins 2010). Debido a las bajas temperaturas, en invierno los flamencos necesitan alimentarse para mantener su tasa metabólica (Deville 2013). Sin embargo, al igual que en otras especies de aves, pueden reducir el gasto energético mediante el descanso y pueden favorecer la conservación de calor mediante el aseo (Elkins 2010). A su vez, la evasión o el estado de alerta por potenciales predadores puede requerir tiempo y energía, y puede afectar las actividades de alimentación (Kushlan 1981). Los estudios que analizan si los patrones de comportamiento podrían estar asociados a determinadas condiciones meteorológicas han sido realizados únicamente con flamencos en cautiverio (Anderson y Williams 2010, Bouchard y Anderson 2011, Peluso et al. 2013). No se conocen estudios de campo que analicen la asociación de esos patrones de comportamiento con las condiciones meteorológicas.

La mayoría de los estudios sobre comportamiento han sido realizados en *Phoenicopterus ruber ruber*, *Phoenicopterus ruber roseus* y *Phoeniconaias minor*, mientras que existen escasos estudios para las tres especies de flamencos que habitan en Argentina, realizados principalmente en sitios altoandinos (Hurlbert 1982, Lindgren y Pickering 1997, Mascitti y Castañera 2006). En un estudio reciente, Derlindati et al. (2014) contrastaron los patrones de comportamiento de la Parina Grande entre dos humedales ubicados en los extremos de su rango de distribución altitudinal. Estos autores hallaron que en la laguna de Vilama, ubicada a 4500 msnm en el noroeste de Argentina (área de reproducción), se alimentan durante la mayor parte del tiempo (95%), mientras que en la laguna Melincué, localizada en la planicie pampeana del centroeste de Argentina, a 84 msnm (área de invernada), muestran un rango mucho más amplio de actividades, dedicando solo un 60% del tiempo a la alimentación (Derlindati et al. 2014). Son escasos los estudios que comparan patrones de comportamiento de especies simpátricas (Kumssa y Bekele 2014) y ninguno de ellos ha sido realizado en las especies argentinas en sitios de tierras bajas.

Este trabajo tiene por objetivos (1) determinar los patrones de comportamiento de dos

especies de flamencos (*Phoenicoparrus andinus* y *Phoenicopterus chilensis*) que coexisten durante la estación invernal en una laguna salina del sur de Santa Fe (laguna Melincué), y (2) evaluar la influencia de variables climáticas sobre el comportamiento. La información resultante, al ampliar el conocimiento de la biología de ambas especies, podría ser de utilidad para la implementación de planes de acción para la conservación de los flamencos y los humedales que habitan.

MÉTODOS

Área de estudio

La laguna Melincué (33°43'S, 61°28'O; Fig. 1) está localizada al sur de la provincia de Santa Fe, en una región conocida como Pampa de las Lagunas, conformada por cuencas endorreicas con lagunas de escasa profundidad (Romano et al. 2005, 2008, 2009, 2011). El clima es templado, subhúmedo-húmedo, con una temperatura promedio anual de 16 °C y 917 mm de precipitaciones anuales promedio (Biasatti et al. 1999). Sus aguas son moderadamente salinas (3–6 g/l) y su pH 9–11 (Romano et al. 2008).

El sitio se encuentra fuertemente afectado por actividades humanas como la agricultura, la ganadería, el turismo y las urbanizaciones no reguladas y los drenajes con fines urbanísticos y agropecuarios (Romano et al. 2014).

Todos estos procesos reducen la extensión y la calidad del hábitat para la fauna silvestre (Biasatti et al. 1999). Este humedal está categorizado como Reserva Provincial de Usos Múltiples, como AICA (Di Giacomo 2005), ha sido declarado Sitio Ramsar en 2008 (Romano et al. 2014) y, además, integra la Red de Humedales de Importancia para la Conservación de los Flamencos Altoandinos (Marconi et al. 2007).

Estado de conservación de las especies estudiadas

El Flamenco Austral está clasificado como Casi Amenazado (IUCN), se encuentra en el Apéndice II de la Convención sobre el Tráfico de Especies Silvestres (CITES) y en el Apéndice II de la Convención sobre las Especies Migratorias (CMS). Por su parte, la Parina Grande está clasificada como Vulnerable (IUCN), se encuentra en el Apéndice II de CITES y en el Apéndice I de CMS, y ha sido mencionada en el Acta de Especies en Peligro de los EEUU. La reproducción de esta especie ha disminuido en los principales sitios históricos en la región altoandina de Chile, posiblemente debido a la actividad humana (que incluye la minería y el turismo no regulado) que afecta de manera crítica a la población durante el periodo reproductivo (N Amado, com. pers.). En los humedales de tierras bajas, las principales amenazas para los flamencos

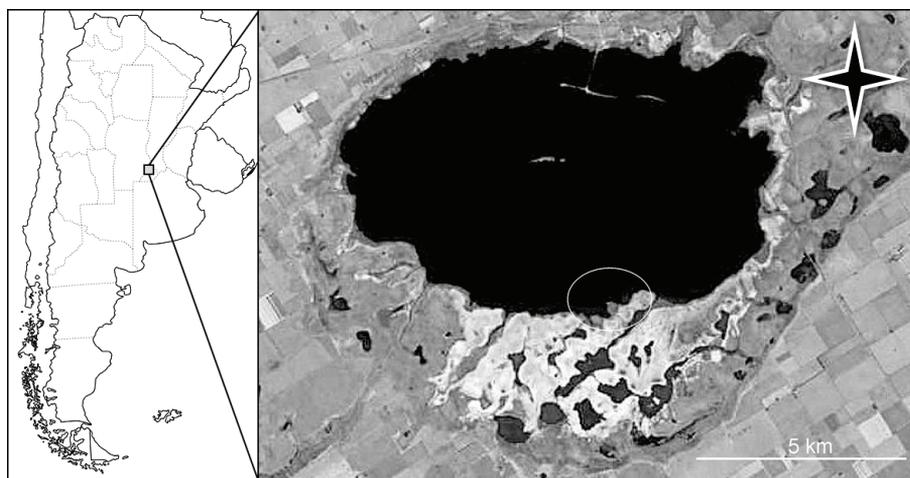


Figura 1. Ubicación geográfica de la laguna Melincué, provincia de Santa Fe, Argentina. El círculo indica el área aproximada al sur de la laguna donde se realizó el estudio.

son el drenaje con fines urbanísticos y agropecuarios, los procesos de erosión y sedimentación y la contaminación ambiental (Biasatti et al. 1999).

Muestreo de comportamiento

Las observaciones se realizaron en la costa sur de la laguna entre las 10:00 h y las 18:00 h desde el 9 hasta el 29 de julio de 2011. Para cada especie se evaluaron los patrones de comportamiento seleccionando al azar un individuo adulto de un grupo de flamencos y registrando durante un lapso de 3 min el tiempo utilizado en realizar los siguientes comportamientos: alimentación (incluye las actividades de alimentación detenida y alimentación en caminata), bebida, descanso, traslado (caminata, nado y vuelo), alerta (incluyendo caminar en alerta), aseo (baño, rascado, acicalamiento, inmersión del pico y estiramiento) y agresión (enganche de picos, persecución, crespado, picotazo agresivo, duelo, sumisión, desplazamiento agresivo y desplazamiento de sumisión). Estos comportamientos y actividades han sido registrados en estudios con otras especies de flamencos (Ogilvie y Ogilvie 1986). Se registró si la agresión entre individuos era intra o interespecífica. El proceso de muestreo consistió en la observación alternada de individuos de cada especie. Sin embargo, en algunas oportunidades esta alternancia no se cumplió debido a la disposición espacial de los individuos. Para la observación y cuantificación temporal de los comportamientos se utilizó un telescopio 15/45 × 60 y un cronómetro digital portátil. El muestreo fue realizado por dos observadores. La distancia a la cual fueron observados los individuos fue de 100–500 m. Se registró el comportamiento de 193 individuos de Parina Grande y 236 individuos de Flamenco Austral.

Simultáneamente al registro de los comportamientos realizados por cada individuo se registró el horario de cada una de las observaciones y las condiciones meteorológicas (temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad del viento y sensación térmica) con una estación barométrica de mano. Durante el período de estudio no se observaron diferencias significativas entre especies de flamencos en los valores de las variables meteorológicas registradas durante el muestreo de los individuos ni en el horario en que se realizó ese muestreo (Barisón 2012).

Análisis de datos

Para cada especie se construyó una matriz de individuos × comportamientos en la cual se incluyó el tiempo utilizado en los distintos comportamientos por parte de cada individuo registrado. A su vez, para cada especie también se construyó una matriz de individuos × variables meteorológicas en la que se incluyeron para cada individuo las condiciones meteorológicas registradas durante el período en que fue muestreado. A partir de la multiplicación de ambas matrices se construyó una nueva matriz de comportamientos × variables meteorológicas, también para cada especie. Esta matriz fue sometida a un Análisis de Componentes Principales (usando una matriz de correlación) para evaluar la asociación entre los patrones de comportamiento y las variables meteorológicas. En este análisis no se incluyó la actividad de alerta ya que se consideró que esta puede ser afectada por varias condiciones además de las meteorológicas. Para evaluar la asociación entre las matrices de las dos especies se utilizó la Prueba de Mantel, usando la distancia euclidiana como medida de disimilitud. Para estos dos análisis se empleó el paquete estadístico PC-ORD v6.0 (McCune y Mefford 2011).

Para analizar las diferencias entre especies en el tiempo promedio utilizado para cada comportamiento (utilizado como una medida de las diferencias en los patrones de comportamiento) se utilizó una Prueba de Aleatorización Multivariada No Paramétrica ("Multiresponse Permutation Procedure") con el paquete PC-ORD v. 6.0 (McCune y Mefford 2011). Se empleó el coeficiente de Sørensen como medida de disimilitud y se realizaron 4999 permutaciones. Esta prueba es robusta cuando los datos tienen alta heterogeneidad y no requiere tamaño de muestras similares (Peck 2010).

Para cada especie se evaluó la asociación entre los comportamientos y el horario del día mediante correlaciones no paramétricas bivariadas de Spearman. Estas pruebas fueron realizadas con el programa R (Crawley 2007).

Con Análisis de Varianza se evaluaron las diferencias en los valores promedio de cada variable meteorológica asociados a la realización de los distintos comportamientos. Para cada comportamiento solo se consideraron los valores de las variables meteorológicas para

los cuales se había registrado ese comportamiento. Se evaluó la homogeneidad de varianza y la normalidad de los datos. Las pruebas fueron realizadas con el programa R (Crawley 2007).

Se evaluó con la Prueba de G si la proporción de individuos que realizaron eventos de agresión sobre el total de individuos registrados era independiente de la especie de flamenco. A su vez, se evaluó con la Prueba de Chi-Cuadrado (con corrección de Yates para números pequeños) si la proporción de eventos de agresión intra e interespecíficos eran independientes de la especie de flamenco. Ambas pruebas se realizaron con el programa R (Crawley 2007).

RESULTADOS

Patrones de comportamiento

Los principales comportamientos registrados en los individuos de Parina Grande y Flamenco Austral en la laguna Melincué fueron el descanso y el aseo (Fig. 2). Sin embargo, se observaron diferencias significativas en los patrones de ambas especies (Prueba de Aleatorización Multivariada No Paramétrica: $A = 0.007, P = 0.005$), ya que la Parina Grande dedicó un mayor tiempo a trasladarse y a per-

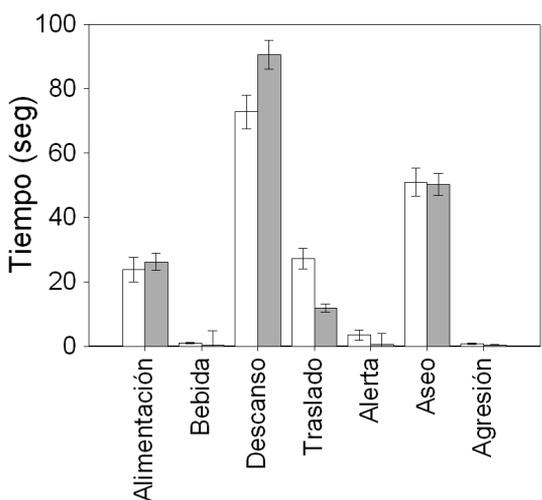


Figura 2. Tiempo promedio (\pm EE) dedicado a distintos comportamientos por parte de individuos de Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*; barras blancas) y Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*; barras grises) en la laguna Melincué, Santa Fe, Argentina.

manecer en alerta, mientras que el Flamenco Austral pasó más tiempo descansando (Fig. 2).

Hasta el mediodía, los individuos de las dos especies dedicaron la mayor parte del tiempo a descansar (Fig. 3). A partir de ese horario se

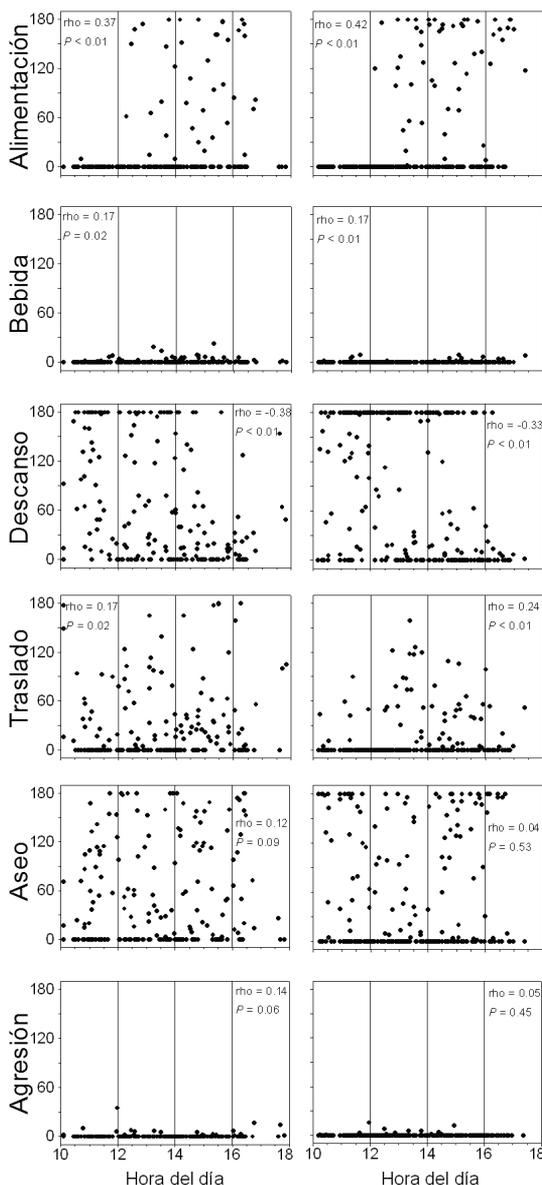


Figura 3. Asociación entre la hora del día y el tiempo (en segundos) dedicado a distintos comportamientos por parte de individuos de Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*; columna izquierda) y Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*; columna derecha) en la laguna Melincué, Santa Fe, Argentina. Se muestran los valores del coeficiente de correlación de Spearman (rho) y su probabilidad asociada (P).

registró un aumento significativo en el tiempo dedicado a realizar actividades de alimentación, bebida y traslado. El tiempo invertido en aseo y agresión no presentó variaciones a lo largo del día.

Se registró un mayor porcentaje de individuos agresivos de Parina Grande (11.06%) que de Flamenco Austral (5.62%) ($G = 4.49$, $gl = 1$, $P = 0.034$). Para ambas especies la proporción de agresión intraespecífica fue mayor que la interespecífica y no se observaron diferencias entre especies con respecto a la proporción de eventos intra o interespecíficos ($\chi^2 = 0.06$, $gl = 1$, $P = 0.806$; Tabla 1).

Patrones de comportamiento y variables meteorológicas

Los patrones de comportamiento fueron afectados por las condiciones meteorológicas de manera similar en ambas especies de flamencos (Prueba de Mantel: $r = 0.72$, $P = 0.044$). Los dos primeros componentes del Análisis de Componentes Principales en ambas especies explicaron casi la totalidad de la varianza de los datos (Fig. 4). Los individuos de las dos especies dedicaron mayor tiempo a la alimentación durante períodos de elevada presión atmosférica y al descanso cuando se registraron fuertes vientos (Fig. 4). La Parina Grande dedicó mayor tiempo a su hidratación (bebida) a mayores valores de temperatura y sensación térmica, y pasaron más tiempo aseándose cuando se registraron elevadas

Tabla 1. Frecuencia de eventos de agresión intra e interespecífica entre individuos agresores y agredidos de Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*) y Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) en la laguna Melincué, Santa Fe, Argentina.

Especie agresora	Agresión	
	intraespecífica	interespecífica
Parina Grande	18	3
Flamenco Austral	15	1

velocidades de viento. El Flamenco Austral incrementó el tiempo dedicado al traslado en situaciones de mayor presión atmosférica y se tornó más agresivo y aumentó el tiempo dedicado al aseo cuando se registraron elevados porcentajes de humedad relativa en el ambiente.

Durante los periodos de alimentación de ambas especies se registraron mayores valores de sensación térmica y presión atmosférica y menores valores de viento y humedad relativa que para el resto de los comportamientos (Tabla 2, Fig. 5). Además, durante el descanso se registraron menores valores de presión atmosférica. Sin embargo, también se observaron diferencias significativas entre especies en los valores de sensación térmica, viento y presión atmosférica en los que los individuos

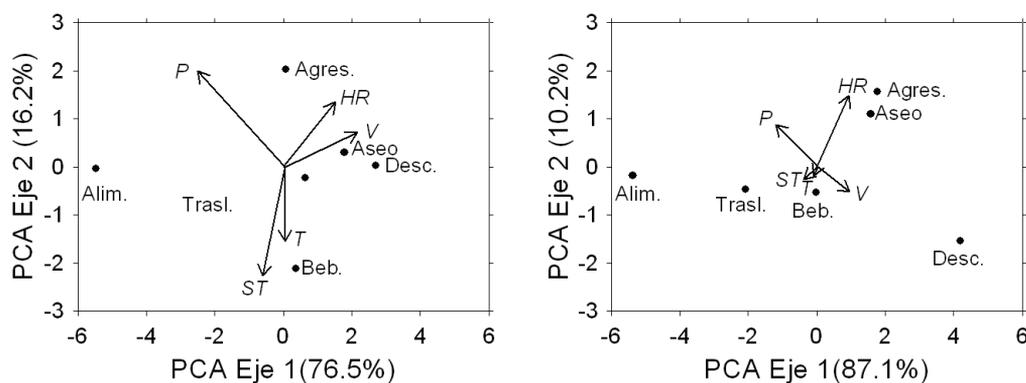


Figura 4. Resultado del Análisis de Componentes Principales mostrando la asociación entre el patrón de comportamiento de la Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*; izquierda) y el Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*; derecha) y las variables meteorológicas en la laguna Melincué, Santa Fe, Argentina. Alim: alimentación, Agres: agresión, Beb: bebida, Desc: descanso, Trasl: traslado, HR: humedad relativa, P: presión, ST: sensación térmica, T: temperatura, V: viento. Se muestra el porcentaje de la varianza explicado por cada componente.

Tabla 2. Resultados del Análisis de Varianza evaluando las diferencias en los valores de cada una de las variables meteorológicas registrados durante la realización de distintos comportamientos por parte de individuos de Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*) y Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) en la laguna Melincué, Santa Fe, Argentina. Se muestran la suma de cuadrados (SC), los grados de libertad (gl), el valor de la prueba (F) y su probabilidad asociada (P).

	SC	gl	F	P
Temperatura				
Comportamiento (C)	40.7	5	0.80	0.546
Especie (E)	16.0	1	1.58	0.209
C \times E	12.9	5	0.25	0.938
Residuales	8393.3	830		
Sensación térmica				
Comportamiento (C)	284.1	5	2.86	0.014
Especie (E)	83.2	1	4.19	0.041
C \times E	30.3	5	0.31	0.909
Residuales	16489.3	830		
Viento				
Comportamiento (C)	1748	5	8.63	<0.001
Especie (E)	277	1	6.83	0.009
C \times E	319	5	1.58	0.164
Residuales	33644	830		
Presión atmosférica				
Comportamiento (C)	3120.0	5	19.26	<0.001
Especie (E)	102.2	1	3.15	0.076
C \times E	373.1	5	2.30	0.043
Residuales	26897.4	830		
Humedad relativa				
Comportamiento (C)	1645	5	3.62	0.002
Especie (E)	16	1	0.18	0.675
C \times E	237	5	0.52	0.759
Residuales	75320	830		

realizaron los distintos comportamientos. La Parina Grande soportó mayores valores de viento durante las actividades de alimentación, bebida y aseo en comparación con el Flamenco Austral. A su vez, la Parina Grande fue menos tolerante a bajos valores de sensación térmica que el Flamenco Austral, pues dejaron de realizar algunas actividades (e.g., alimentación y aseo) cuando esta variable climática disminuyó.

DISCUSIÓN

Durante la temporada invernal en el sur de Santa Fe, tanto los individuos de Parina Grande como los de Flamenco Austral dedicaron la mayor proporción de su tiempo al descanso y el acalamiento. A diferencia de estos resultados, Derlindati et al. (2014) encontraron en 2007, para esta misma área, que la

Parina Grande dedicaba gran parte del tiempo a la alimentación y, en menor medida, al descanso y el aseo. Los resultados del estudio difieren también con los registrados durante la temporada estival en lagunas del noroeste de Argentina (Derlindati et al. 2014), donde la Parina Grande estuvo la mayor parte del tiempo alimentándose y, en menor medida, caminando y descansando. Las diferencias en las actividades entre los sitios podrían estar asociadas a la calidad y disponibilidad de recursos, dadas por las condiciones del hábitat, así como por la estacionalidad (Derlindati et al. 2014, Kumssa y Bekele 2014).

La Parina Grande presentó un mayor porcentaje del tiempo en actividades de traslado y alerta, mientras que el Flamenco Austral se mantuvo descansando por más tiempo. Según estas observaciones, podría considerarse que la primera resultó ser la especie más dinámica

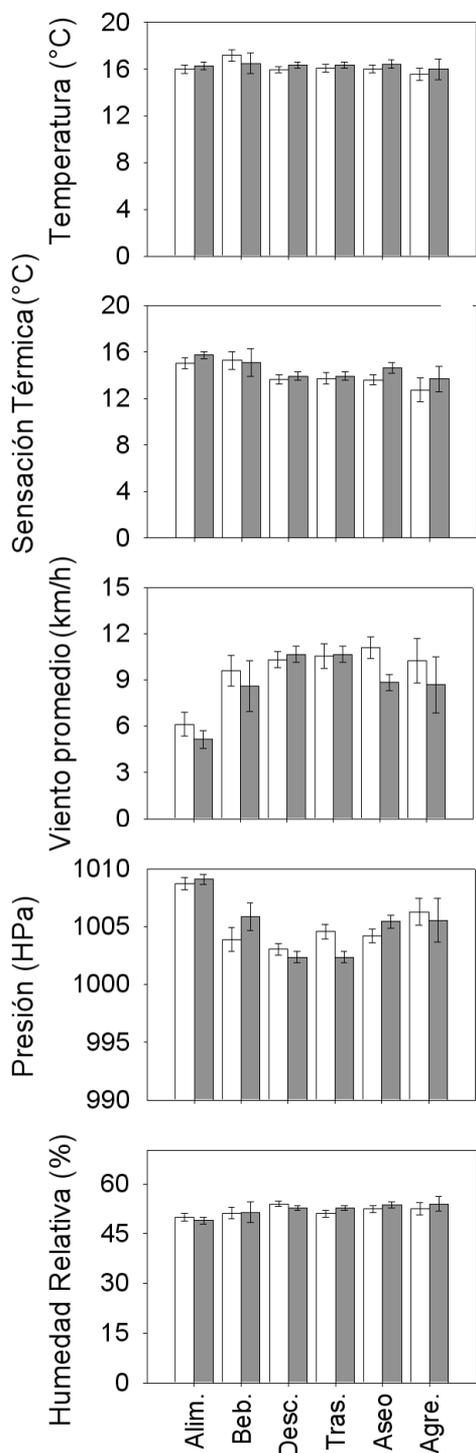


Figura 5. Valores promedio (\pm EE) de las variables meteorológicas registrados durante la realización de distintos comportamientos por parte de individuos de Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*; barras blancas) y Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*; barras grises) en la laguna Melincué, Santa Fe, Argentina. Alim.: alimentación, Beb.: bebida, Desc.: descanso, Tras.: traslado, Agre.: agresión.

para este acotado estudio. En muchas oportunidades se registró un gran porcentaje de individuos de Flamenco Austral durmiendo, mientras los de Parina Grande se desplazaban, observando a los lados, caminando en alerta. Incluso en las oportunidades en que ambas especies se encontraban descansando, la Parina Grande iniciaba más tempranamente las actividades de locomoción y de alimentación.

Considerando los distintos sitios de invernada de las diferentes especies de flamencos, se puede señalar que estos resultados son similares a los registrados para *Phoenicopterus ruber ruber* en Yucatán, México (Espino-Barros y Baldassarre 1989), donde los flamencos estuvieron la mayor parte del tiempo dedicados al descanso, el acicalamiento y, en menor medida, a la alimentación. Sin embargo, no coinciden con estudios realizados en *Phoenicopterus ruber roseus* en el Golfo Pérsico (Khaleghizadeh 2010) y con *Phoenicopterus ruber roseus* y *Phoeniconaias minor* en lagos del este de África (Kumssa y Bekele 2014), donde la principal actividad fue la alimentación.

Para las dos especies de flamenco estudiadas, a medida que transcurría el día aumentó el tiempo empleado para la alimentación, la bebida y el traslado, disminuyendo el tiempo dedicado al descanso. Estas observaciones difieren notablemente de las de otros estudios. En un área costera del Golfo Pérsico, las actividades de alimentación de *Phoenicopterus ruber roseus* fueron máximas a la mañana temprano, al mediodía y al final de la tarde (Khaleghizadeh 2010). Las actividades de alimentación de *Phoenicopterus ruber ruber* en Venezuela fueron mayores por la mañana temprano (Bildstein et al. 1991), mientras que en lagos del este de África tanto *Phoenicopterus ruber roseus* como *Phoeniconaias minor* se alimentaron durante casi todo el día, aunque esta actividad se reducía ligeramente al mediodía (Kumssa y Bekele 2014). Las diferencias podrían indicar que los flamencos optimizarían su alimentación de manera muy diferente de acuerdo a sus necesidades metabólicas, a los recursos disponibles y, posiblemente, a la influencia de las condiciones meteorológicas del hábitat y la estación del año (Kumssa y Bekele 2014).

Las actividades realizadas por los individuos de Parina Grande y Flamenco Austral fueron afectadas por las condiciones meteorológicas

a las que estuvieron expuestos. Para ambas especies el aumento de la presión atmosférica incrementó el tiempo empleado en alimentación. Posiblemente esto esté asociado a las buenas condiciones meteorológicas. Por el contrario, el aumento de la humedad relativa y de la velocidad del viento llevó a que los individuos permanecieran inactivos y agrupados en bloques compactos o dedicados al acicalamiento de sus plumas. Estos comportamientos permitirían minimizar los efectos del clima desfavorable y mantener un balance energético positivo (Elkins 2010).

Hubo, sin embargo, algunas diferencias en la respuesta de las dos especies a las condiciones meteorológicas. La Parina Grande soportó mayores valores de viento durante las actividades de alimentación, bebida y aseo en comparación con el Flamenco Austral, que bajo esas condiciones meteorológicas se dedicó mayoritariamente al descanso. Esto puede deberse a que la Parina Grande está habituada a tolerar condiciones meteorológicas muy rigurosas en el altiplano. A su vez, cabe mencionar que durante el período de muestreo y frente a condiciones meteorológicas previas a lluvias y tormentas se observó que los individuos de ambas especies se tornaban mucho más agresivos que en condiciones de buen tiempo. Esto difiere con estudios realizados con *Phoenicopterus ruber ruber* en cautiverio, que muestran que los individuos se vuelven más agresivos con mayores temperaturas, sensación térmica y radiación UV, posiblemente debido a que coincide con lo que ocurre durante la estación reproductiva (Peluso et al. 2013).

La evasión o el estado de alerta por potenciales predadores requieren tiempo y energía, y pueden afectar las actividades de alimentación (Kushlan 1981). Durante el período de muestreo se pudo observar la alta sensibilidad de ambas especies a ciertas perturbaciones externas a las variaciones propias de las condiciones meteorológicas (e.g., tránsito de vehículos o vuelos bajos de aviones). Se ha observado que estas actividades turísticas afectaban a los grupos de flamencos de manera similar a lo registrado para *Phoenicopterus ruber* en México por Galicia y Baldassarre (1997). Por lo tanto, para proteger estas especies de flamencos presentes en la laguna Melincué es necesario regular las actividades de turismo-aventura, las cuales perturban sus

actividades diarias, dificultan la obtención de calma por parte de estos animales y la reanudación de sus actividades, con el consiguiente costo energético que éstas representan para su metabolismo.

Este estudio aportó datos de los efectos de las condiciones meteorológicas sobre los patrones de comportamiento de la Parina Grande y el Flamenco Austral durante una temporada invernal en un sitio de tierras bajas. Es importante, sin embargo, continuar con estudios ecoetológicos de largo plazo sobre estas especies, porque es necesario evaluar si los patrones observados corresponden al ciclo biológico particular de cada especie o son respuesta a condiciones particulares del momento de estudio. A su vez, debería ampliarse el área de estudio incluyendo a los diferentes tipos de humedales utilizados por las especies, para distinguir si los patrones observados son generales o una respuesta a condiciones particulares de un determinado sitio. Estos estudios deberían incluir las variaciones diarias de variables de hábitat (e.g., temperatura del agua, oferta de recursos), así como estimaciones del número de individuos de cada especie involucrados en los grupos bajo estudio.

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos agradecer a los propietarios de la Estancia San Carlos por permitirnos el acceso a su propiedad, a Santos Sánchez y su familia por su hospitalidad durante las tareas de campo y a Woodland Park Zoo por el apoyo financiero para la realización de parte de las campañas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AMAT JA, RENDÓN MA, RENDÓN-MARTOS M, GARRIDO A Y RAMÍREZ JM (2005) Ranging behaviour of Greater Flamingos during the breeding and post-breeding periods: linking connectivity to biological processes. *Biological Conservation* 125:183–192
- ANDERSON MJ Y WILLIAMS SA (2010) Why do flamingos stand on one leg? *Zoo Biology* 29:365–374
- ARENGO F Y BALDASSARRE GA (1995) Effects of food density on the behavior and distribution of nonbreeding American Flamingos in Yucatán, Mexico. *Condor* 97:325–334
- BARISÓN C (2012) *Patrones de comportamiento de dos especies de flamenco (Phoenicoparrus andinus y Phoenicopterus chilensis) durante la estación invernal en Laguna Melincué, Argentina*. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe

- BEAUCHAMP G Y MCNEIL R (2004) Levels of vigilance track changes in flock size in the Greater Flamingo (*Phoenicopterus ruber ruber*). *Ornitología Neotropical* 15:407–411
- BIASATTI R, DELANNOY L, PERALTA E, PIRE EF, ROMANO MC Y TORRES G (1999) *Cuenca hidrográfica del humedal de la Laguna Melincué, provincia de Santa Fe*. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires
- BILDSTEIN KL, FREDERICK PC Y SPALDING MG (1991) Feeding patterns and aggressive behavior in juvenile and adult American Flamingos. *Condor* 93:916–925
- BOUCHARD L Y ANDERSON M (2011) Caribbean Flamingo resting behavior and the influence of weather variables. *Journal of Ornithology* 152:307–312
- BOUKHRISS J, SELMI S, BÉCHET A Y NOUIRA S (2007) Vigilance in Greater Flamingos wintering in Southern Tunisia: age-dependent flock size effect. *Ethology* 113:377–385
- BUCHER EH (1992) Population and conservation status of flamingos in Mar Chiquita, Córdoba, Argentina. *Colonial Waterbirds* 15:179–184
- BUCHER EH (2006) Flamencos. Pp. 151–261 en: BUCHER EH (ed) *Bañados del Río Dulce y Laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina)*. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba
- CANEVARI P (1983) *El Flamenco común*. Centro Editor de América Latina, Buenos Aires
- CAZIANI SM, ROCHA OLIVIO O, RODRÍGUEZ RAMÍREZ E, ROMANO MC, DERLINDATI EJ, TALAMO A, RICALDE D, QUIROGA C, CONTRERAS JP, VALQUI M Y SOSA H (2007) Seasonal distribution, abundance, and nesting of Puna, Andean, and Chilean flamingos. *Condor* 109:276–287
- CRAWLEY MJ (2007) *The R book*. John Wiley & Sons, Chichester
- CRUZ NN, BARISÓN C, ROMANO M, ARENGO F, DERLINDATI EJ Y BARBERIS IM (2013) A new record of James's flamingo (*Phoenicoparrus jamesi*) from Laguna Melincué, a lowland wetland in East-Central Argentina. *Wilson Journal of Ornithology* 125:217–221
- DERLINDATI EJ, ROMANO MC, CRUZ NN, BARISÓN C, ARENGO F Y BARBERIS IM (2014) Activity patterns, courtship displays and abundances of Andean Flamingo (*Phoenicoparrus andinus*) at two contrasting wetland sites in Argentina used in different seasons of its annual cycle. *Ornitología Neotropical* 25:317–331
- DEVILLE AS (2013) *Besoins énergétiques et distribution spatiale du Flamant rose (Phoenicopterus roseus) dans les salins de Camargue, conséquences de la reconversion du site pour la conservation de l'espèce*. Tesis doctoral, Université de Pau et des Pays de l'Adour, Montpellier
- DI GIACOMO AG (2005) Conservación de aves en Santa Fe. Pp. 429–431 en: DI GIACOMO AS (ed) *Áreas importantes para la conservación de las aves en la Argentina. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad*. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires
- ELKINS N (2010) *Weather and bird behaviour*. Tercera edición. T & AD Poyser, Londres
- ESPINO-BARROS R Y BALDASSARRE GA (1989) Activity and habitat-use patterns of breeding caribbean in flamingos in Yucatán, México. *Condor* 91:585–591
- GALICIA E Y BALDASSARRE GA (1997) Effects of motorized tourboats on the behavior of nonbreeding American Flamingos in Yucatán, Mexico. *Conservation Biology* 11:1159–1165
- GHIZONI IR Y PIACENTINI VQ (2010) The Andean Flamingo *Phoenicoparrus andinus* (Philippi, 1854) in southern Brazil: is it a vagrant? *Revista Brasileira de Ornitologia* 18:263–266
- HURLBERT SH (1982) Limnological studies of flamingo. Investigations and distributions. *National Geographic Research Reports* 14:351–356
- HURLBERT SH, LÓPEZ M Y KEITH JO (1984) Wilson's phalarope in the Central Andes and its interaction with Chilean Flamingo. *Revista Chilena de Historia Natural* 57:47–57
- KHALEGHIZADEH A (2010) Diurnal behaviour of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* during a tidal cycle on the Bandar Abbas Coast, Persian Gulf. *Podoces* 5:107–111
- KUMSSA T Y BEKELE A (2014) Current population status and activity pattern of Lesser Flamingos (*Phoeniconaias minor*) and Greater Flamingo (*Phoenicopterus roseus*) in Abijata-Shalla Lakes National Park (ASLNP), Ethiopia. *International Journal of Biodiversity* 2014:art 295362
- KUSHLAN JA (1981) Resource use strategies of wading birds. *Wilson Bulletin* 93:145–163
- LINDGREN CJ Y PICKERING S (1997) Ritualised displays and display frequencies of Andean Flamingos *Phoenicoparrus andinus*. *Wildfowl* 48:194–201
- MARCONI PM, SUREDA AL, ROCHA OLIVIO O, RODRÍGUEZ RAMÍREZ E, DERLINDATI E, ROMANO MC, SOSA H, AMADO N Y ARENGO F (2007) Network of important wetlands for flamingo conservation: preliminary results from 2007 monitoring at priority sites. *Flamingo* 15:17–20
- MASCITI V Y CASTAÑERA MB (2006) Foraging depth of flamingos in single-species and mixed-species flocks at Laguna de Pozuelos, Argentina. *Waterbirds* 29:328–334
- MAWHINNEY J (2008) Flamingo (*Phoenicopterus ruber ruber*) distribution and feeding behavior in relation to salinity levels on Bonaire, Netherland Antilles. *Physis, Journal of Marine Science* 3:1–5
- MCCUNE B Y MEFFORD MJ (2011) *Multivariate analysis of ecological data*. MjM Software Design, Gleneden Beach
- MICHELUTTI P (1994) Presencia de la Parina Chica (*Phoenicoparrus jamesi*) en la Reserva de Mar Chiquita, Córdoba. *Nuestras Aves* 30:26
- OGILVIE MA Y OGILVIE C (1986) *Flamingos*. Alan Sutton Publishing, Gloucester

- PECKJE (2010) *Multivariate analysis for community ecologists: step-by-step using PC-ORD*. MjM Software Design, Gleneden Beach
- PELUSO AI, ROYER EA, WALL MJ Y ANDERSON MJ (2013) The relationship between environmental factors and flamingo aggression examined via Internet resources. *Avian Biology Research* 6:215–220
- PICKERING S, CREIGHTON E Y STEVENS-WOOD B (1992) Flock size and breeding success in flamingos. *Zoo Biology* 11:229–234
- ROMANO MC, BARBERIS IM, ARENGO F, CASELLI A, MINOTTI P, MORANDEIRA N, CONTRERAS M, URAOKA T, POLLA W, CRUZ N Y MILANO C (2011) Seasonal variation of Andean and Chilean Flamingos in lowland wetlands of central Argentina. *Flamingo* 18:12–13
- ROMANO MC, BARBERIS IM, DERLINDATI E, PAGANO F, MARCONI PM Y ARENGO F (2009) Variation in abundance of Andean and Chilean Flamingos wintering in lowland wetlands of central Argentina in two contrasting years. *Flamingo* 17:11–16
- ROMANO M, BARBERIS IM, GUERRA L, PIOVANO E Y MINOTTI P (2014) *Sitio Ramsar Humedal Laguna Melincué: estado de situación*. Secretaría de Medio Ambiente de la provincia de Santa Fe, Santa Fe
- ROMANO MC, BARBERIS IM, PAGANO F Y MAIDAGAN JI (2005) Seasonal and interannual variation in waterbird abundance and species composition in the Melincué saline lake, Argentina. *European Journal of Wildlife Research* 51:1–13
- ROMANO MC, BARBERIS IM, PAGANO F, MARCONI PM Y ARENGO F (2008) Winter monitoring of Andean and Chilean Flamingos in lowland wetlands of central Argentina. *Flamingo* 16:45–47
- ROMANO M, PAGANO F Y LUPPI M (2002) Registros de Parina Grande (*Phoenicopterus andinus*) en la laguna Melincué, Santa Fe, Argentina. *Nuestras Aves* 43:15–17
- SOSA H Y MARTÍN S (2012) Evaluación de la población del Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) en la Reserva Provincial Laguna Llanquanelo, Mendoza, Argentina. *Nótulas Faunísticas* 104:1–8



ASOCIACIÓN DEL PETREL DE ANTEOJOS (*PROCELLARIA CONSPICILLATA*) CON BUQUES PESQUEROS EN EL MAR ARGENTINO

LEANDRO N. CHAVEZ^{1,3}, LEANDRO L. TAMINI¹, JUAN JOSÉ COPPA² Y EDUARDO E. AGUILAR²

¹ *Albatross Task Force Argentina, Programa Marino, Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata. Matheu 1248, C1249AAB Buenos Aires, Argentina.*

² *Programa de Observadores a Bordo de Buques Comerciales, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Paseo Victoria Ocampo N° 1, Escollera Norte, B7602HSA Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.*

³ *chavez@avesargentinas.org.ar*

RESUMEN.— Se reportan observaciones de individuos de Petrel de Anteojos (*Procellaria conspicillata*) asociados a buques pesqueros en el Mar Argentino. Entre 2008 y 2014, 18 individuos fueron observados en la Zona Común de Pesca Argentina–Uruguay y en la zona adyacente a la veda permanente para la pesca de merluza común (*Merluccius hubbsi*). El 75% de las observaciones se realizaron durante el arrastre del arte de pesca y con la presencia de descartes. A pesar de no registrarse mortalidad, la especie podría ser vulnerable a su captura incidental.

PALABRAS CLAVE: *buques arrastreros, Mar Argentino, Petrel de Anteojos, Procellaria conspicillata.*

ABSTRACT. SPECTACLED PETREL (*PROCELLARIA CONSPICILLATA*) ATTENDING ON FISHING VESSELS IN THE ARGENTINA SEA.— We report new sightings of Spectacled Petrel (*Procellaria conspicillata*) attending on fishing vessels in the Argentina Sea. Between 2008 and 2014, 18 individuals were observed in the Argentine–Uruguayan Common Fishing Zone and near the permanent closure zone to fishing common hake (*Merluccius hubbsi*). Most observations (75%) were made in the trawl operations with discards. We did not observe mortality; however, the species could be vulnerable to its incidental capture.

KEY WORDS: *Argentine Sea, Procellaria conspicillata, Spectacled Petrel, trawlers.*

Recibido 3 septiembre 2014, aceptado 30 diciembre 2014

El Petrel de Anteojos (*Procellaria conspicillata*) es un ave de tamaño medio, de aspecto similar al Petrel Barba Blanca (*Procellaria aequinoctialis*) y al Petrel Negro (*Procellaria westlandica*) pero fácilmente distinguible por la presencia de parches blancos alrededor de los ojos, que le dan un aspecto de anteojos (Onley y Scofield 2007, BirdLife International 2014). A pesar de que el taxón fue originalmente descrito como especie, se lo consideró durante mucho tiempo una subespecie de *Procellaria aequinoctialis*. Sin embargo, Ryan (1998) recomendó que fuera considerado nuevamente una especie sobre la base de las diferencias vocales (Brooke 2004) y esta recomendación fue sustentada por estudios genéticos (Ryan, datos no publicados). Un estudio filogeográfico reciente reveló que existe una fuerte diferenciación genética entre *Procellaria conspicillata* y *Procellaria aequinoctialis* (Techow et al. 2009).

El Petrel de Anteojos es nidificante endémico del archipiélago de Tristán da Cunha en el Océano Atlántico y, dentro de este archipiélago, nidifica únicamente en Isla Inaccessible (37°17'S, 12°45'O) (Rowan et al. 1951, Ryan 1998). Su distribución estaba restringida a la zona del Océano Atlántico Sur comprendida entre los 25–40°S, entre América del Sur y África (Enticott y O'Connell 1985), pero en la última década se lo ha observado desde el norte de Brasil (12°S; Lima et al. 2004) hasta las Islas Malvinas (Morrison y Henry 2006) y también en las costas africanas (Camphuysen y van der Meer 2000, Lambert 2001). Además de estos registros, se ha comprobado mediante el uso de transmisores satelitales que la mayoría de los individuos permanecen entre los 25–40°S del Océano Atlántico Sudoccidental (Bugoni et al. 2009, Reid et al. 2014). La especie es abundante en el sur de Brasil,

donde prefiere aguas profundas y cálidas asociadas con la corriente de Brasil (Olmos et al., datos no publicados), y en Uruguay, principalmente en el talud y en aguas profundas entre octubre y abril (Jiménez et al. 2011). Aunque se estima que la población es relativamente pequeña, con 30000 individuos en 2009, se ha observado un incremento poblacional de un 7% anual (Ryan y Ronconi 2011).

La actividad pesquera constituye la principal amenaza en el mar para las aves marinas (Croxall et al. 2012). Muchas especies de albatros y petreles grandes (e.g., de los géneros *Diomedea*, *Procellaria* y *Macronectes*) son vulnerables a ser capturados incidentalmente por buques pesqueros (Gales 1998, Brothers et al. 1999, Croxall et al. 2012, BirdLife International Marine Programme 2014). Aunque el Petrel de Antejos se alimenta de cefalópodos, decápodos, crustáceos y pequeños peces, también consume descartes pesqueros (Colabuono y Vooren 2007) y ello lo hace vulnerable a esta actividad.

Cuatro de las cinco especies del género *Procellaria* están clasificadas como Vulnerable, considerándose a las pesquerías de palangre y arrastre como amenazas para las mismas (IUCN 2014). En la pesca con palangre la captura incidental se produce cuando las aves intentan alimentarse de los anzuelos encarnados y se ahogan al quedar enganchadas en los mismos o al enredarse con las brazoladas (Anderson et al. 2011). En cambio, en los buques arrastreros las aves son capturadas en la red o impactan con los cables de arrastre, lo que puede producir lesiones graves o la muerte (González-Zevallos y Yorio 2006, González-Zevallos et al. 2007).

En Brasil, el Petrel de Antejos interactúa con buques palangreros pelágicos y demersales (Olmos 1997, Bugoni et al. 2008) y se estimó que se captura incidentalmente en palangre pelágico a una tasa de 0.008 aves cada 1000 anzuelos (Bugoni et al. 2008). El número de individuos totales muertos en ambas pesquerías podría ser del orden de varias centenas al año (Olmos et al. datos no publicados). También ha sido registrada la asociación de esta especie con embarcaciones que pescan con redes de enmalle y arrastre en áreas costeras (Neves et al. 2006, Traversi y Vooren 2010). En Uruguay es una de las principales especies que se asocia a la pesquería de palangre pelágico, aunque se han registrado bajos

números de individuos capturados incidentalmente (Jiménez y Domingo 2007, Jiménez et al. 2011).

En la Plataforma Continental Argentina se han reportado hasta el momento cuatro registros de esta especie, de los cuales uno corresponde a tres individuos asociados a un buque arrastrero (Savigny 2002) y los otros tres son observaciones en zonas cercanas a Islas Malvinas (White et al. 2001, Black et al. 2004, Morrison y Henry 2006). En uno de estos casos se observó un individuo asociado a un buque palangrero (Morrison y Henry 2006). En cambio, en aguas oceánicas adyacentes a la Plataforma Continental se reportaron tres registros, uno de ellos desde un buque de investigación (Enticott y O'Connell 1985) y los otros dos desde cruceros de turismo (Imberti 2002, Ginsburg y DeWitt 2013). Además, en estudios de uso de hábitat con transmisores satelitales se registraron ubicaciones de al menos tres individuos en la Plataforma Continental Argentina (Reid et al. 2014) y al menos cuatro individuos en las aguas oceánicas adyacentes (Bugoni et al. 2009). Sin embargo, no existen registros de capturas incidentales en pesquerías en Argentina. El objetivo de este trabajo es aportar información sobre la interacción del Petrel de Antejos con buques pesqueros en la Plataforma Continental Argentina.

MÉTODOS

Se realizaron observaciones e identificaciones de la composición de las bandadas de aves entre 2008 y 2014 (733 censos de abundancia) en buques pesqueros en el Mar Argentino. Las observaciones del Petrel de Antejos fueron realizadas por tres de los autores (LNC, JJC y EEA) en cinco barcos de flotas cuyas especies objetivo eran vieira patagónica (*Zygochlamys patagonica*, 12 censos), merluza común (*Merluccius hubbsi*, 720 censos) y bonito (*Sarda sarda*, 1 censo). Además, una observación fue registrada desde un buque de investigación pesquero. El arte de pesca empleado para la captura de vieira y merluza fue la red de arrastre de fondo y para bonito la red de cerco. Los conteos fueron de tipo oportunista en todos los casos excepto en los censos asociados a la pesca de merluza. El descarte en las flotas estuvo constituido por individuos de la especie objetivo que no alcanzaban la talla comercial y peces e invertebrados sin interés económico. Solamente en el caso de la pes-

Tabla 1. Fecha, sitio y número de individuos de Petrel de Anteojo (*Procellaria conspicillata*) observados en la Plataforma Continental Argentina. Se indica la actividad del buque y el comportamiento de los individuos en el momento de la observación.

Fecha	Sitio	Individuos	Actividad ^a	Comportamiento ^b
24 feb 2008	38°47'S, 55°44'O	1	A, D	Vol
27 feb 2008	38°46'S, 55°44'O	1	A, D	Vol
4 mar 2008	38°39'S, 55°41'O	2	A, D	Vol
9 mar 2008	39°03'S, 55°52'O	1	N	Vol
13 mar 2008	39°02'S, 55°53'O	1	A, D	Vol
15 mar 2008	39°00'S, 55°53'O	1	A, D	Vol
19 mar 2008	39°04'S, 55°51'O	1	A, D	Vol
10 abr 2010 ^c	36°26'S, 54°09'O	1	V	Pos
30 ene 2012	44°20'S, 61°15'O	1	V, D	Pos, Ali
24 feb 2013	43°49'S, 59°46'O	1	A, D	Vol
25 feb 2013	43°39'S, 59°41'O	1	A, D	Vol
26 feb 2013	43°34'S, 59°33'O	1	A, D	Vol
27 feb 2013	43°27'S, 59°40'O	1	A, D	Vol, Pos
1 mar 2013	42°01'S, 58°33'O	1	A, D	Vol
19 nov 2013	34°32'S, 52°25'O	2	A	Vol
28 may 2014	42°06'S, 58°15'O	1	A, D	Popa

^a A: arrastre, D: descarte, N: navegación, V: virado.

^b Vol: volando, Pos: posado, Ali: alimentándose, Popa: posado en la popa.

^c Corresponde a un buque que operó con red de cerco.

quería de vieira se descarta el producto de su procesado (Bremec et al. 1998). En ninguno de los casos hubo eviscerado y descabezado de peces. La distribución del esfuerzo pesquero abarcó entre los 34°50'S y los 44°20'S en aguas de la Plataforma Continental Argentina, a profundidades menores a 200 m.

Las censos de abundancia se realizaron durante las horas de luz en un área en forma de semicírculo, de 200 m de radio, desde la popa del buque durante las operaciones de calado, arrastre y virado del arte de pesca. Este lugar de observación posee la menor obstrucción de la vista de las operaciones pesqueras y no entorpece las maniobras de calado y virado. Los censos abarcaron un período de 10 min. En la pesquería de merluza común se observaron completamente las maniobras de calado y virado y durante los arrastres los conteos se repitieron cada hora.

Se utilizaron guías de identificación (Harrison 1983, Onley y Scofield 2007) para reconocer al Petrel de Anteojo, prestando especial atención al patrón de plumas blancas característico alrededor de los ojos. Algunos individuos de Petrel Barba Blanca que muestran leucismo tienen una mayor cantidad de plu-

mas blancas en mentón y garganta, y podrían ser confundidos con el Petrel de Anteojo (Howell 2006, Onley y Scofield 2007).

RESULTADOS

Se registraron 18 individuos de Petrel de Anteojo en 16 de los 733 censos (Tabla 1). Del total de censos en los cuales se observó a la especie, el 81% fueron realizados durante el arrastre, el 13% en navegación y el 6% durante el virado. El 81% de los registros se hicieron durante el verano, en enero, febrero y marzo (Tabla 1). Se observaron individuos de Petrel de Anteojo en dos censos en la pesca de merluza común (0.3% del total) y en todos los conteos oportunistas de las otras pesquerías.

Las observaciones se realizaron en dos zonas de la Plataforma Continental Argentina: una al norte, dentro de la Zona Común de Pesca Argentina-Uruguay, donde se obtuvo el 56% de los registros, y otra al sur, cercana al área de veda permanente de pesca para la merluza común, donde se registró el 44% de las observaciones (Fig. 1). El 75% de los individuos observados estaban en aguas cercanas al talud continental en profundidades cercanas a los

200 m. En las bandadas de aves asociadas a los buques pesqueros se identificó un total de 14 especies (Tabla 2).

Las observaciones realizadas en 2008 correspondieron a individuos asociados a un buque arrastrero de fondo de la pesquería de vieira patagónica. Las aves se mantenían volando cerca de la embarcación e incluso cerca de los cables de arrastre (Fig. 2A). En abril de 2010 se pudo observar a un individuo a 50 m del buque durante la maniobra de virado de la red de cerco, posado en el agua (Fig. 2B). En 2012 se observó, en la maniobra de virado de un buque fresquero, a un individuo alimentándose de pequeñas merluzas muy cerca de las boyas de la red que, en este tipo de buques, permanece flotando aproximadamente durante una hora mientras se realiza esa maniobra (Fig. 2C). En 2014 se registró un individuo posado en la popa del barco (Tabla 1). No se observaron colisiones con los cables de arrastre ni enredos en la red, aunque los individuos estuvieron próximos a la zona en que los cables ingresan al agua y muy cerca de la red.

DISCUSIÓN

Los registros de Petrel de Anteojos reportados en este estudio son novedosos no solo por

su número (ya que hasta ahora se contaba solamente con cuatro para el Mar Argentino), sino por haber sido realizados en asociación con buques pesqueros. Este petrel es una especie rara en el Mar Argentino, al igual que otros procellariiformes observados en asociación con buques pesqueros como *Diomedea bulleri* (Tamini y Chavez 2014) y *Diomedea cauta* (Seco Pon y Tamini 2013). El registro de su presencia es necesario para aumentar el conocimiento de las asociaciones entre aves marinas y pesquerías en el Mar Argentino.

A pesar de que el registro más austral reportado en este trabajo alcanzó los 44°20'S, desde 2008 hasta el presente se realizaron más de 1000 censos de abundancia e interacción en toda la Plataforma Continental Argentina y el talud continental, entre los 39°30'S y los 57°30'S, sin que se haya registrado al Petrel de Anteojos (Tamini y Chavez, datos no publicados). Las zonas donde se observó a esta especie comprendieron áreas de plataforma media, cercanas al talud continental, a profundidades menores a los 200 m.

La especie estuvo presente con mayor frecuencia en verano y esto coincide con los registros que existían previamente para el Mar Argentino (White et al. 2001, Imberti 2002, Savigny 2002, Black et al. 2004, Morrison y

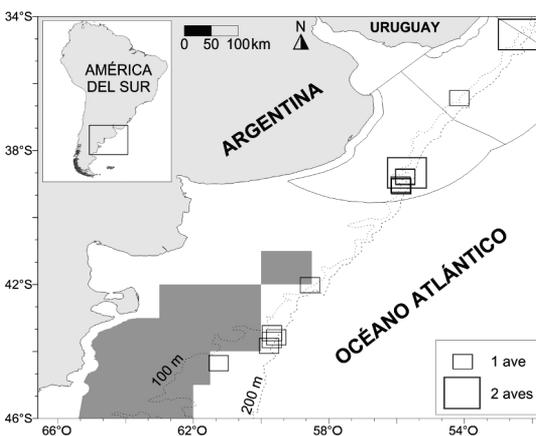


Figura 1. Distribución de las observaciones de Petrel de Anteojos (*Procellaria conspicillata*) en la Plataforma Continental Argentina. En trazo continuo se indica la Zona Común de Pesca Argentina–Uruguay y en gris la zona de veda de pesca permanente para la merluza común (*Merluccius hubbsi*).

Tabla 2. Frecuencia de ocurrencia de las especies observadas en los censos de abundancia en los cuales se registró al Petrel de Anteojos (*Procellaria conspicillata*) en la Plataforma Continental Argentina.

	Frecuencia
<i>Diomedea melanophris</i>	100.0
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	100.0
<i>Oceanites oceanicus</i>	80.0
<i>Puffinus gravis</i>	60.0
<i>Diomedea chlororhynchos</i>	53.3
<i>Diomedea chrysostoma</i>	53.3
<i>Diomedea epomophora epomophora</i>	46.7
<i>Macronectes giganteus</i>	40.0
<i>Macronectes halli</i>	40.0
<i>Diomedea exulans</i>	13.3
<i>Diomedea epomophora sanfordi</i>	6.7
<i>Diomedea cauta</i>	6.7
<i>Puffinus griseus</i>	6.7
<i>Catharacta chilensis</i>	6.7
<i>Spheniscus magellanicus</i>	6.7

Henry 2006, Ginsburg y DeWitt 2013), lo que sugiere la estacionalidad de su presencia en Argentina. En el sur de Brasil (26–31°S) se distribuye en aguas tropicales y subtropicales oligotróficas, principalmente sobre el talud y aguas profundas durante el invierno (Bugoni et al. 2009). En Uruguay es muy abundante desde mediados de primavera hasta otoño y es la principal especie asociada a palangreros en el talud y aguas adyacentes (Jiménez et al. 2010, 2011). Durante el verano, en el Atlántico Sudoccidental las aves se distribuyen principalmente entre los 24–40°S en aguas cálidas y oligotróficas, pero acercándose más a aguas menos profundas que las utilizadas durante el invierno, sobre el talud de Brasil, Uruguay y norte de Argentina (Reid et al. 2014). Es esperable que el Petrel de Anteojos se desplace en dirección norte–sur hacia la Plataforma Continental Argentina, como lo muestran los

estudios con transmisores satelitales (Reid et al. 2014), y que esto esté relacionado con su preferencia de hábitat.

La presencia del Petrel de Anteojos en el Mar Argentino podría deberse a la existencia permanente de aguas de origen subtropical provenientes de la corriente cálida de Brasil (Piola y Rivas 1997). Esta corriente se encuentra con la de Malvinas formando la Confluencia Subtropical–Subantártica a los 36°S, que en verano puede desplazarse más hacia el sur (Olson et al. 1988, Acha et al. 2004). Además, en el frente del talud continental del Mar Argentino se concentra una gran cantidad de aves marinas pelágicas, incluyendo visitantes ocasionales, ya que se trata de una zona de productividad alta donde se desarrollan pesquerías importantes como la de vieira patagónica, entre otras (Orgeira 2001, Favero y Silva Rodríguez 2005, Acha y Mianzan 2006).

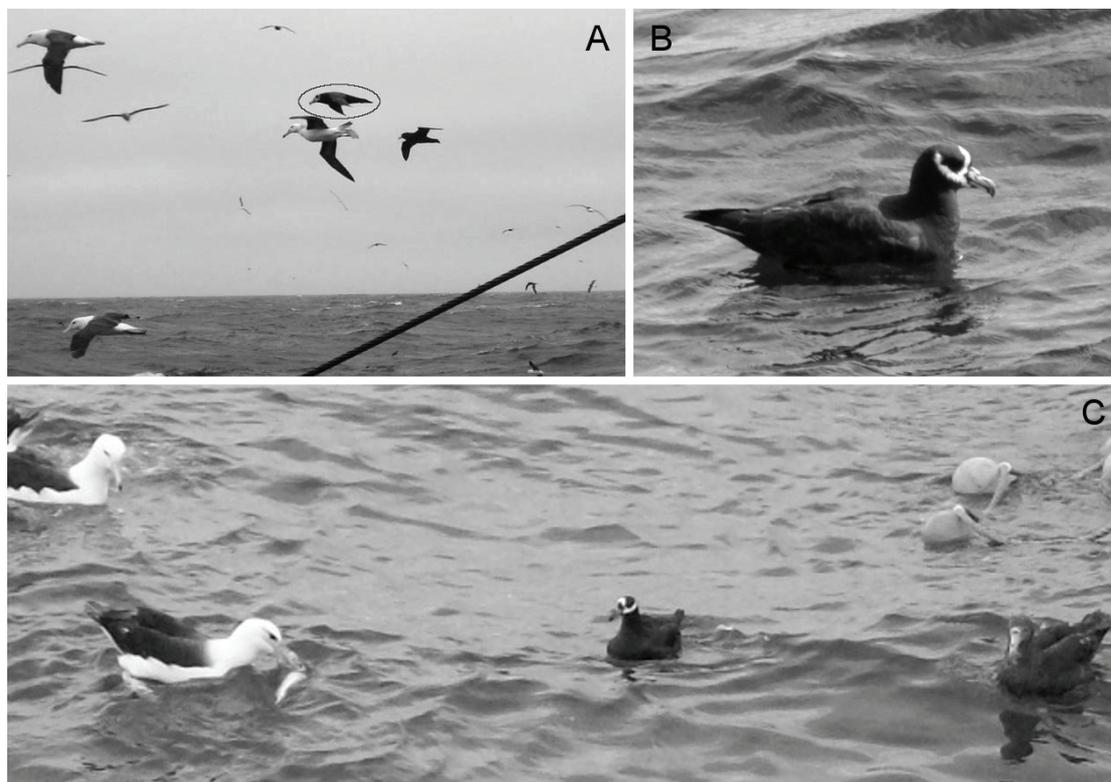


Figura 2. (A) Aves asociadas a un buque arrastrero de la pesquería de vieira patagónica (*Zygochlamys patagonica*). Con una elipse se indica la presencia de un individuo de Petrel de Anteojos (*Procellaria conspicillata*). Se observa el cable de arrastre en primer plano. (B) Petrel de Anteojos observado desde un buque atunero que pescaba con red de cerco. (C) Petrel de Anteojos (en el centro de la imagen) observado desde un buque fresquero convencional de la pesquería de merluza común (*Merluccius hubbsi*). Se observan las boyas de la red de arrastre.

Aunque no existen registros de captura incidental de Petrel de Anteojos en buques pesqueros en la Plataforma Continental Argentina (González-Zevallos et al. 2007), es posible que la especie sea vulnerable a ser capturada al acercarse a la red o a los cables de arrastre para alimentarse de peces. Su hábito de alimentación de tipo buceador (Jiménez et al. 2011) incrementa la probabilidad de enredos con este arte de pesca, como sucede con el Petrel Barba Blanca (BirdLife International Marine Programme 2014). Son necesarias más observaciones sobre las asociaciones aquí presentadas, de manera de poder confirmar tanto la estacionalidad de la presencia del Petrel de Anteojos como sus interacciones con las flotas pesqueras en Argentina.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento al Dr. Federico Cortés por los datos aportados en un buque de investigación. A los capitanes y marineros de cada embarcación por permitir el acceso a la información y los revisores anónimos de este trabajo. Albatross Task Force es financiado por la Royal Society for the Protection of Birds (RSPB) y BirdLife International.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ACHA ME Y MIANZAN H (2006) Oasis en el océano: los frentes costeros del Mar Argentino. *Ciencia Hoy* 16:44–56
- ACHA EM, MIANZAN HW, GUERRERO RA, FAVERO M Y BAVA J (2004) Marine fronts at the continental shelves of austral South America: physical and ecological processes. *Journal of Marine Systems* 44:83–105
- ANDERSON ORJ, SMALL CJ, CROXALL JP, DUNN EK, SULLIVAN BJ, YATES O Y BLACK A (2011) Global seabird bycatch in longline fisheries. *Endangered Species Research* 14:91–106
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2014) Species factsheet: *Procellaria conspicillata*. BirdLife International, Cambridge (URL: <http://www.birdlife.org/datazone/speciesfactsheet.php?id=30027>)
- BIRDLIFE INTERNATIONAL MARINE PROGRAMME (2014) *Albatross Task Force annual report 2013*. The Royal Society for the Protection of Birds, Sandy
- BLACK A, MORRISON M Y WOODS R (2004) *Rare and vagrant birds in the Falkland Islands 2004*. Falklands Conservation, Stanley
- BREMEC C, LASTA ML, LUCIFORA LO Y VALERO J (1998) *Análisis de la captura incidental asociada a la pesquería de vieira patagónica *Zygochlamys patagonica**. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata
- BROOKE M (2004) *Albatrosses and petrels across the world*. Oxford University Press, Oxford
- BROTHERS NP, COOPER J Y LØKKEBORG S (1999) *The incidental catch of seabirds by longline fisheries: worldwide review and technical guidelines for mitigation*. FAO, Roma
- BUGONI L, D'ALBA L Y FURNESS RW (2009) Marine habitat use of wintering spectacled petrels *Procellaria conspicillata*, and overlap with longline fishery. *Marine Ecology Progress Series* 374:273–285
- BUGONI L, MANCINI PL, MONTEIRO DS, NASCIMENTO L Y NEVES TS (2008) Seabird bycatch in the Brazilian pelagic longline fishery and a review of capture rates in the southwestern Atlantic Ocean. *Endangered Species Research* 5:137–147
- CAMPHUYSEN KCJ Y VAN DER MEER JJM (2000) Notes on the distribution of the spectacled petrel *Procellaria conspicillata* in the South Atlantic Ocean. *Atlantic Seabirds* 2:13–18
- COLABUONO FI Y VOOREN CM (2007) Diet of Black-browed *Thalassarche melanophrys* and Atlantic Yellow-nosed *T. Chlororhynchos* albatrosses and White-chinned *Procellaria aequinoctialis* and Spectacled *P. conspicillata* petrels off Southern Brazil. *Marine Ornithology* 35:9–20
- CROXALL JP, BUTCHART SH, LASCELLES B, STATTERSFIELD AJ, SULLIVAN B, SYMES A Y TAYLOR P (2012) Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment. *Bird Conservation International* 22:1–34
- ENTICOTT JW Y O'CONNEL M (1985) The distribution of Spectacled form of the White chinned petrel (*Procellaria aequinoctialis conspicillata*) in the South Atlantic Ocean. *British Antarctic Survey Bulletin* 66:83–86
- FAVERO M Y SILVA RODRÍGUEZ MP (2005) Estado actual y conservación de aves pelágicas que utilizan la plataforma continental argentina como área de alimentación. *Hornero* 20:95–110
- GALES R (1998) Albatross populations: status and threats. Pp. 20–45 en: ROBERTSON G Y GALES R (eds) *Albatross biology and conservation*. Surrey and Beatty & Sons, Chipping Norton
- GINSBURG PA Y DEWITT B (2013) Primera documentación del petrel de anteojos (*Procellaria conspicillata*) para Argentina. *Nuestras Aves* 58:55–56
- GONZÁLEZ-ZEVALLOS D Y YORIO P (2006) Seabird use of discards and incidental captures at the Argentine hake trawl fishery in the Golfo San Jorge, Argentina. *Marine Ecology Progress Series* 316:175–183
- GONZÁLEZ-ZEVALLOS D, YORIO P Y CAILLE G (2007) Seabird mortality at trawler warp cables and a proposed mitigation measure: a case study in Golfo San Jorge, Patagonia, Argentina. *Biological Conservation* 136:108–116
- HARRISON P (1983) *Seabirds: an identification guide*. Houghton Mifflin, Boston
- HOWELL SN (2006) Identification of “black petrels,” genus *Procellaria*. *Birding* 38:52–64

- IMBERTI S (2002) At-sea records of three rarely reported petrel species in the south-western Atlantic Ocean. *Marine Ornithology* 30:32–33
- IUCN (2014) *The IUCN Red List of threatened species*. IUCN, Gland (URL: <http://www.iucnredlist.org/>)
- JIMÉNEZ S, ABREU M, PONS M, ORTIZ M Y DOMINGO A (2010) Assessing the impact of the pelagic longline fishery on albatrosses and petrels in the southwest Atlantic. *Aquatic Living Resources* 23:49–64
- JIMÉNEZ S Y DOMINGO A (2007) Albatros y petreles: su interacción con la flota de palangre pelágico uruguay en el Atlántico Sudoccidental (1998–2006). *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT* 60:2110–2117
- JIMÉNEZ S, DOMINGO A, ABREU M Y BRAZEIRO A (2011) Structure of the seabird assemblage associated with pelagic longline vessels in the southwestern Atlantic: implications for bycatch. *Endangered Species Research* 15:241–254
- LAMBERT K (2001) Sightings of new and rarely reported seabirds in southern African waters. *Marine Ornithology* 29:115–118
- LIMA PC, GRANTSAU R, LIMA R Y SANTOS S (2004) Occurrence and mortality of seabirds along the northern coast of Bahia, and the identification key of the Procellariiformes order and the Stercorariidae family. *Atualidades Ornitológicas* 121:1–63
- MORRISON M Y HENRY A (2006) *Rare and vagrant birds in the Falkland Islands 2006*. Falklands Conservation, Stanley
- NEVES T, OLMOS F, PEPES F Y MOHR LV (2006) *National plan of action for the conservation of albatrosses and petrels*. IBAMA, Brasilia
- OLMOS F (1997) Seabirds attending bottom long-line fishing off southeastern Brazil. *Ibis* 139:685–691
- OLSON DB, PODESTÁ GP, EVANS RH Y BROWN OB (1988) Temporal variations in the separation of Brazil and Malvinas currents. *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers* 35:1971–1990
- ONLEY D Y SCOFIELD P (2007) *Albatrosses, petrels and shearwaters of the world*. Princeton University Press, Princeton
- ORGEIRA JL (2001) Distribución espacial de densidades de aves marinas en la plataforma continental argentina y Océano Atlántico Sur. *Ornitología Neotropical* 12:45–55
- PIOLA AR Y RIVAS AL (1997) Corrientes en la plataforma continental. Pp. 119–132 en: BOSCHI EE (ed) *El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros. Tomo 1. Antecedentes históricos de las exploraciones en el mar y las características ambientales*. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata
- REID TA, RONCONI RA, CUTHBERT RJ Y RYAN PG (2014) The summer foraging ranges of adult spectacled petrels *Procellaria conspicillata*. *Antarctic Science* 26:23–32
- ROWAN AN, ELLIOTT HFI Y ROWAN MK (1951) The "Spectacled" form of the shoemaker *Procellaria aequinoctialis* in the Tristan da Cunha group. *Ibis* 93:169–174
- RYAN PG (1998) The taxonomic and conservation status of the Spectacled Petrel *Procellaria conspicillata*. *Bird Conservation International* 8:223–235
- RYAN PG Y RONCONI RA (2011) Continued increase in numbers of spectacled petrels *Procellaria conspicillata*. *Antarctic Science* 23:332–336
- SAVIGNY C (2002) Observaciones sobre aves marinas en aguas argentinas, sudeste bonaerense y Patagonia. *Cotinga* 18:81–84
- SECO PON JP Y TAMINI L (2013) New records of shy-type albatrosses *Thalassarche cauta/T. steadi* off the Argentine Continental Shelf. *Revista Brasileira de Ornitologia* 21:263–268
- TAMINI LL Y CHAVEZ LN (2014) First record of Buller's Albatross (*Thalassarche bulleri*) from a fishing vessel in the south-western Atlantic Ocean off Southern Patagonia (Argentina). *Polar Biology* 37:1209–1212
- TECHOW NMSM, RYAN PG Y O'RYAN C (2009) Phylogeography and taxonomy of White-chinned and Spectacled Petrels. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 52:25–33
- TRAVERSI GS Y VOOREN CM (2010) Interactions between seabirds and the trawl fishery in coastal waters of southern Brazil in summer. *Revista Brasileira de Ornitologia* 18:183–193
- WHITE RW, GILLON KW, BLACK AD Y REID JB (2001) *The distribution of seabirds and marine mammals in Falkland Island waters*. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough



EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TERRITORIAL DE CUATRO ESPECIES DE AVES GRANÍVORAS EN EL MONTE CENTRAL

M. CECILIA SAGARIO¹ Y VÍCTOR R. CUETO²

¹ Grupo de Investigación en Ecología de Comunidades de Desierto (ECODES), Departamento de Ecología, Genética y Evolución, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Piso 4, Pabellón 2, Ciudad Universitaria, C1428EHA Buenos Aires, Argentina. tatsagario@ege.fcen.uba.ar

² Grupo de Investigación en Ecología de Comunidades de Desierto (ECODES), Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónicas (CONICET–UNPSJB). Esquel, Chubut, Argentina.

RESUMEN.— El comportamiento territorial en aves es común pero en pocos trabajos se busca entender qué es lo que las aves defienden en sus territorios. Se estudió el comportamiento territorial intra e interespecífico entre cuatro especies de aves granívoras en la porción central del desierto del Monte durante dos años consecutivos, a fin de evaluar un posible escenario de interacciones y la plasticidad del comportamiento. Se realizaron experimentos de “playback” con la Monterita Canela (*Poospiza ornata*), la Monterita de Collar (*Poospiza torquata*), el Chingolo (*Zonotrichia capensis*) y el Pepitero Chico (*Saltatricula multicolor*). Todas las especies mostraron territorialidad frente a conspecíficos, la cual tendió a ser menos agresiva el año de mejores condiciones ambientales (más precipitaciones y mayor abundancia de alimento). No hubo respuesta territorial entre especies del mismo gremio de alimentación, pero sí una respuesta asimétrica entre las especies que usan los mismos sitios de nidificación. La Monterita Canela mostró un comportamiento agresivo frente a la Monterita de Collar durante la temporada reproductiva en la que la densidad de la primera especie fue alta. Los resultados y la evidencia previa sugieren que la territorialidad en las aves granívoras en el Monte central está más relacionada con la defensa de recursos reproductivos y que los conflictos por el alimento son menos importantes. Además, los resultados mostraron que las aves podrían responder de manera diferente frente a conspecíficos y heterospecíficos dependiendo de su propia abundancia y de las condiciones ambientales.

PALABRAS CLAVE: agresión, experimentos de “playback”, recursos alimenticios, recursos reproductivos, territorialidad interespecífica, territorialidad intraespecífica.

ABSTRACT. EVALUATION OF THE TERRITORIAL BEHAVIOUR OF FOUR SPECIES OF SPARROWS IN THE CENTRAL MONTE DESERT.— Territorial behaviour in birds is common, but very few studies have attempted to understand what are birds defending in their territories. We evaluated intra and interspecific territorial behaviour among four species of sparrows in the central Monte desert during two consecutive years, in order to assess possible interactions and plasticity in their behaviour. We performed playback experiments on the Cinnamon Warbling-Finch (*Poospiza ornata*), the Ringed Warbling-Finch (*Poospiza torquata*), the Rufous-collared Sparrow (*Zonotrichia capensis*), and the Many-coloured Chaco-Finch (*Saltatricula multicolor*). Every species showed conspecific territoriality, which tended to be weaker during the year of better environmental conditions (wetter and with higher food abundance). We also found a lack of territorial response among the species within the same feeding guild. However, we observed an asymmetric response between the species that use similar nest sites. The Cinnamon Warbling-Finch showed aggression towards the Ringed Warbling-Finch, and this occurred only during the year when the abundance of the former species was high. Our results and previous evidence suggest that territoriality in central Monte desert sparrows is most likely to be driven by defence of reproductive resources, and conflicts over food would be less important. Our results also hint that birds may respond different to both heterospecifics and conspecifics based both on their own abundance and on environmental conditions.

KEY WORDS: aggression, food resources, interspecific territoriality, intraspecific territoriality, playback experiments, reproductive resources.

La territorialidad (i.e., la defensa de un área fija) es muy común entre las aves y, en su forma más extrema, incluye la exclusión de competidores a través de un comportamiento agresivo (Newton 1998). Estos comportamientos suponen un costo que solo valdría la pena invertir para asegurar los recursos necesarios para la supervivencia y la reproducción (Brown 1969, López-Sepulcre y Kokko 2005). El alimento y los sitios de nidificación son los recursos mayormente involucrados (Orians y Willson 1964). Dado que los requerimientos son más similares entre individuos de una misma especie que con los de otra especie, la agresión y la territorialidad intraespecíficas son las interacciones más comunes y, por lo tanto, también las más estudiadas (Newton 1998, Peiman y Robinson 2010). Sin embargo, aunque la agresión interespecífica en aves puede ser resultado de un comportamiento mal dirigido hacia otras especies por confusión (Murray 1971, 1976), muchas veces está deliberadamente destinado a otras especies y no sería resultado de una confusión debido a la clara diferenciación en el canto y coloración de las especies involucradas (Gorton 1977, Savalli 1990, Martin et al. 1996). Algunos estudios han mostrado consecuencias en la adecuación biológica ("fitness") de al menos una de las especies involucradas, subrayando su valor como una interacción relevante relacionada con la competencia por interferencia (Martin y Martin 2001a, Mikami y Kawata 2004). La territorialidad interespecífica ha sido registrada a menudo en aves que pertenecen a un mismo gremio (e.g., Robinson 1989, Hoi et al. 1991, Martin y Martin 2001a, 2001b) y se ha postulado que sería más frecuente en ambientes simples y de baja productividad, que resultarían en una mayor superposición de los sitios de alimentación o nidificación y de los ítems alimenticios usados por las especies (Orians y Willson 1964, Reed 1982, Bourski y Forstmeier 2000).

La porción central del desierto del Monte, en Argentina, es un buen sistema para estudiar interacciones tanto intra como interespecíficas en aves. La estructura del ambiente es bastante simple, con solo dos o tres estratos de vegetación (Morello 1958) y con baja cobertura (< 10%) de especies leñosas, mayormente usadas por las aves para nidificar (Marone et al. 1997, Mezquida 2000). Las aves granívoras en el Monte central conforman un gremio de

especies abundantes y morfológicamente similares (Marone 1992, Lopez de Casenave 2001). La Monterita Canela (*Poospiza ornata*), el Pepitero Chico (*Saltatricula multicolor*) y el Chingolo (*Zonotrichia capensis*) tienen dietas granívoras similares en el Monte central (Marone et al. 2008) y prefieren consistentemente semillas de gramíneas cuando éstas son ofrecidas experimentalmente (Cueto et al. 2006b). Aunque también pueden incluir artrópodos en su dieta durante la estación reproductiva, su comportamiento de alimentación indica que se alimentan principalmente de semillas durante todo el año (Lopez de Casenave 2001, Milesi et al. 2008). Por el contrario, la Monterita de Collar (*Poospiza torquata*) consume semillas de gramíneas durante el otoño y el invierno pero durante la estación reproductiva es principalmente insectívora (Blendinger 2005, Lopez de Casenave et al. 2008, Sánchez y Blendinger 2014). Esta especie usa sitios de nidificación similares a los de la Monterita Canela (tanto en cuanto a las especies de plantas seleccionadas como a la ubicación de sus nidos; Mezquida 2003, Mezquida y Marone 2003). En consecuencia, cabe esperar la ocurrencia de interacciones tanto intra como interespecíficas durante la estación reproductiva, cuando las aves nidifican y establecen sus territorios (Mezquida 2003, Mezquida y Marone 2003, Sagario y Cueto 2014a) pero la abundancia de semillas de gramíneas alcanza su mínimo anual (Marone et al. 2004, 2008). Las interacciones competitivas entre especies morfológicamente similares son muchas veces supuestas pero rara vez puestas a prueba. Además, no se espera que haya interacciones entre individuos de diferentes especies cuando las interacciones entre individuos de la misma especie no ocurren (Wiens 1989). Estas aves establecen territorios de uso exclusivo con respecto a individuos de su misma especie y superpuestos entre especies (Sagario 2011, Sagario y Cueto 2014a). Sin embargo, el mapeo de territorios puede no ser suficiente para evaluar interacciones, ya que aunque puede dar información acerca de la ocurrencia de territorialidad, la agresión puede darse entre individuos con territorios superpuestos (e.g., Robinson y Terborgh 1995). Por definición, la agresión es la característica distintiva de la territorialidad (Noble 1939), pero por sobre todo es el mecanismo que previene o restringe

el acceso de competidores a los recursos compartidos.

A fin de evaluar un potencial escenario de interacciones competitivas y proponer cuáles son los recursos que podrían estar involucrados en el comportamiento territorial de estas aves se evaluó experimentalmente la respuesta de individuos de las cuatro especies hacia vocalizaciones grabadas (de aquí en adelante "playback") de individuos de su misma especie y de las otras especies ecológicamente similares. Los experimentos fueron realizados en dos estaciones reproductivas con condiciones ambientales contrastantes para obtener información acerca de la plasticidad del comportamiento territorial de estas aves. Este tipo de estudios ayuda a conocer la historia natural de las aves granívoras del Monte central, un elemento imprescindible para comprender los condicionantes tanto reproductivos como de alimentación de la conducta de selección del hábitat (Werner 1998).

MÉTODOS

Sitio de estudio

El trabajo se realizó en un bosque abierto (algarrobal) de la Reserva de Biósfera de Ñacuñán (34°03'S, 67°54'O), localizada en la porción central del desierto del Monte, provincia de Mendoza, Argentina (Fig. 1). El algarrobal presenta árboles espaciados de algarrobo (*Prosopis flexuosa*) y chañar (*Geoffroea decorticans*) dentro de una matriz de jarilla (casi exclusivamente *Larrea divaricata*), otros arbustos altos con baja cobertura (e.g., *Capparis atamisquea*, *Atriplex lampa*, *Condalia microphylla*), pastos perennes e hierbas anuales. El clima de Ñacuñán es seco y templado, con veranos muy calurosos e inviernos fríos. En promedio, más del 75% de la precipitación anual (349 mm, $n = 31$ años) ocurre durante la primavera y el verano, y es muy variable entre años (una descripción más detallada del sitio se encuentra en Lopez de Casenave 2001).

Especies de aves

Se trabajó con cuatro de las especies granívoras más abundantes en el sitio durante la estación reproductiva: la Monterita de Collar (peso: 10 g), la Monterita Canela (13 g), el Chingolo (18 g) y el Pepitero Chico (22 g). Como la Monterita de Collar es insectívora durante la estación reproductiva, no está incluida en el gremio de los granívoros durante esa época del año (Lopez de Casenave et al. 2008). Para facilitar la lectura, y a no ser que se aclare, cuando se menciona a las especies "intragremiales" o se habla, en general, de "las aves granívoras", se la incluye dentro de la clasificación. Las dos monteritas construyen sus nidos casi exclusivamente en *Geoffroea decorticans* y *Atriplex lampa*, el Pepitero Chico selecciona principalmente *Capparis atamisquea* y el Chingolo nidifica mayormente en el suelo (Mezquida 2003, Mezquida y Marone 2003). Todas las especies son residentes excepto la Monterita Canela, que está presente casi exclusivamente durante la estación reproductiva (Marone 1992, Cueto et al. 2008, 2011, Sagario et al. 2014). El arribo de la Monterita Canela es variable entre años y su abundancia varía tanto dentro como entre estaciones reproductivas probablemente asociada a la abundancia de semillas (Marone 1992, Cueto et al. 2008, 2011). Su actividad de nidificación en Ñacuñán dura menos tiempo

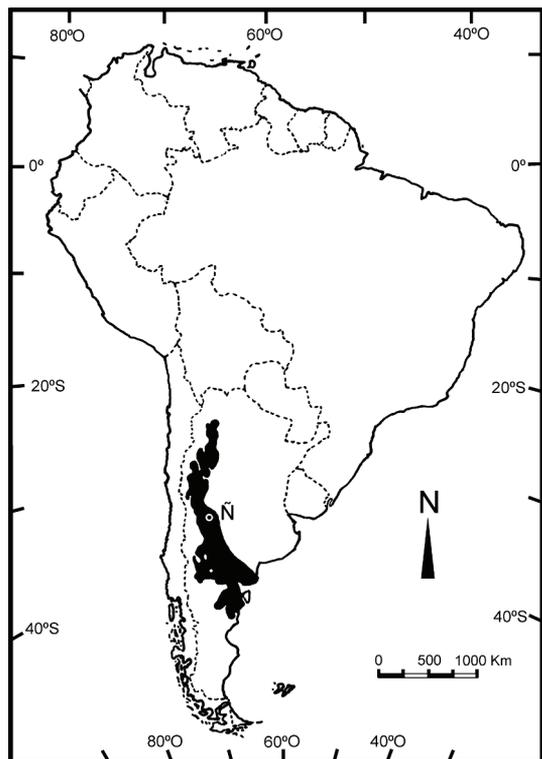


Figura 1. Ubicación de la Reserva de Biósfera de Ñacuñán (Ñ) en la porción central del desierto del Monte (zona sombreada) en Argentina.

que la de las especies residentes y comienza más tarde (Mezquida 2003, Mezquida y Marone 2003). Las aves fueron capturadas en el marco de un estudio de captura–marcado–recaptura realizado entre noviembre de 2004 y agosto de 2009 (ver Sagario 2011). Se determinó el sexo de todas las aves de acuerdo a su protuberancia cloacal, la presencia de parche de incubación o su plumaje, cuando fue posible, y fueron marcadas con anillos de aluminio y combinaciones únicas de anillos de color.

Condiciones ambientales

Durante las estaciones reproductivas de 2006 y 2007 se evaluó la precipitación y la abundancia de artrópodos durante la primavera, y se caracterizó la producción anual de semillas de gramíneas. Se registró la precipitación de primavera entre el 1 de octubre y el 31 de diciembre en la estación meteorológica de la Reserva. Se armaron trampas de semillas con frascos plásticos y embudos de acuerdo a las indicaciones de Price y Joyner (1997). Dos trampas fueron ubicadas en microhábitats sin vegetación y dos bajo cobertura de leñosas en 10 estaciones de muestreo. Las trampas estuvieron activas entre febrero y agosto, el principal período de dispersión de semillas en Ñacuñán (i.e., se muestreó el banco potencial de semillas; Marone et al. 1998). Se examinó el contenido de las trampas bajo lupa y se contabilizaron las semillas de gramíneas (i.e., las preferidas por las aves), estimándose la producción anual como la suma del promedio de semillas atrapadas en cada uno de los dos microhábitats ponderado por su cobertura relativa (Sagario 2011). A mediados de la primavera (noviembre) se estimó la abundancia de artrópodos mediante trampas de caída y recolección de ramas (Cooper y Withmore 1990). El muestreo con trampas de caída tuvo el mismo diseño y análisis que el de las trampas de semillas; las trampas estuvieron activas durante tres días consecutivos evitando condiciones de viento o lluvia. La abundancia de artrópodos se relativizó al área cubierta por las trampas y al tiempo que estuvieron activas. Para la recolección de ramas se seleccionaron al azar 10 individuos de las 6 especies leñosas más abundantes y se colectó una de sus ramas (50 cm de largo) dentro de una bolsa plástica, que luego se fumigó con insecticida (Johnson 2000). Se estimó el volumen total de cada rama colectada como el

volumen de un cilindroide, usando los diámetros (máximo y mínimo) y la longitud de la rama, para luego relativizar la abundancia de artrópodos de la muestra por metro cúbico. Se examinó el contenido de las bolsas plásticas y de las trampas de caída bajo lupa y se contabilizó y midió la longitud de todos los artrópodos de más de 1 mm de longitud. La biomasa de los artrópodos fue estimada usando ecuaciones derivadas del peso seco y la longitud de artrópodos colectados en el mismo sitio (Guerra Navarro, datos no publicados). En el caso de la recolección de ramas la abundancia relativa de artrópodos fue estimada como la biomasa promedio de artrópodos por metro cúbico de cada especie leñosa, ponderada por su cobertura de acuerdo a un muestreo de cobertura horizontal (Sagario 2011).

Experimentos de “playback”

Durante las estaciones reproductivas de 2006 y 2007 se mapearon los territorios de seis machos de cada una de las cuatro especies de aves al menos una semana antes de los experimentos (ver Sagario y Cueto 2014a para detalles de los métodos). De acuerdo a observaciones y a la identificación individual de las aves se corroboró que todas las aves focales de las tres especies residentes estaban en pareja durante el período de los experimentos. Los experimentos se realizaron durante el pico de actividad reproductiva (noviembre–enero; Mezquida 2003). En 2006 se evaluó la respuesta de las aves de las cuatro especies a cantos control, intragremiales y conespecíficos. La única especie que respondió a cantos intragremiales fue la Monterita Canela (ver *Resultados*), por lo cual en 2007 se repitió el mismo diseño solo para esta especie, mientras que para el resto solamente se evaluó la respuesta a cantos control y conespecíficos.

Los aspectos generales de los experimentos de “playback” siguieron las indicaciones de Martin y Martin (2001a) y Martin et al. (1996). Se colocó un parlante cerca del centro del territorio del ave focal a 2–3 m de altura dentro del follaje de un algarrobo (estas son las perchas de despliegue más usadas por las cuatro especies; Cueto et al. 2006a, Sagario 2011). En 2006 los individuos territoriales fueron expuestos focalmente a tres ensayos de 9 min dentro de su territorio, con al menos un día de separación entre ellos. En cada ensayo se

emitieron tres intervalos de 3 min consecutivos. Cada intervalo consistió en 2 min de cantos seguidos por 1 min de silencio para evitar el "arrastré" de la respuesta a los intervalos siguientes. Los estímulos en cada ensayo consistieron en cantos control de una especie taxonómicamente distante (ver más adelante), cantos intragremiales de una de las otras especies del gremio y cantos conespecíficos (i.e., la única diferencia entre los tres ensayos de cada ave focal fue la identidad del canto de la especie intragremial). La respuesta al estímulo de cantos conespecíficos debería ser la mayor y podría causar un retardo en el retorno del ave focal a su estado de reposo. Si esto es así, la secuencia de los estímulos puede sesgar los resultados debido a un "arrastré" de la respuesta a cantos conespecíficos. Por ello, el orden de los estímulos control e intragremial fueron asignados al azar mientras que el estímulo conespecífico fue siempre emitido al final. Durante o después de cada ensayo se usaron binoculares para verificar la identidad (i.e., la combinación de anillos de colores) del ave focal. En 2007 se repitió el mismo diseño para la Monterita Canela pero para las otras especies se emitieron los estímulos control y conespecífico en un único ensayo de 6 min. Las grabaciones de las diferentes especies usadas en el "playback" seguían la cadencia natural del canto, pertenecían al menos a dos individuos diferentes y fueron obtenidas durante 2005 a 0.5–1 km de distancia de los territorios estudiados. Como especie control se seleccionó al Canastero Chaqueño (*Asthenes baeri*), que también nidifica en el área pero pertenece a la familia Furnariidae. Estas aves son insectívoras, residentes, se alimentan principalmente en arbustos bajos y en el suelo (Remsen 2003, Lopez de Casenave et al. 2008) y construyen nidos cerrados en chañares altos (Mezquida 2001).

Durante todos los intervalos de cada ensayo se registraron cuatro variables comportamentales: (1) latencia del ave focal hasta que volaba hacia el parlante dentro de un radio de 10 m; (2) mínima distancia al parlante dentro de un radio de 10 m, o bien categorizada como 17 m (si el ave focal era vista entre 10–25 m), 37 m (si era vista entre 25–50 m) o 50 m (si no era vista ni oída durante todo el intervalo); (3) número de vuelos de más de 1 m dentro de un radio de 25 m; y (4) número de cantos dentro de un radio de 25 m. Se seleccionó un radio

de 25 m porque esa era aproximadamente la distancia máxima a la cual se podía detectar a las aves que no vocalizaban o que no estaban perchadas en sitios conspicuos.

Análisis estadístico

Se construyó una variable comportamental para reflejar el grado de agresión usando un Análisis de Componentes Principales. En el ordenamiento cada caso consistió en el valor de las cuatro variables medidas para cada ave focal durante cada intervalo. Como las variables comportamentales originales estuvieron correlacionadas en todos los experimentos ($P < 0.01$ para todos los pares posibles; correlación de Pearson), los análisis de componentes principales combinaron las cuatro variables originales en una nueva variable ("respuesta territorial"). Se realizaron dos análisis para poner a prueba hipótesis diferentes. El primer análisis de componentes principales se realizó para evaluar diferencias en el grado de agresión ante diferentes estímulos para los experimentos que incluyeron estímulos intragremiales. La evaluación visual de los datos originales de estos experimentos mostró que, a excepción de la Monterita Canela al ser expuesta al estímulo de cantos de la Monterita de Collar, las respuestas de todas las especies dentro de cada estímulo son similares independientemente del canto intragremial que se emita durante el experimento (ver el patrón similar dentro de cada estímulo en los gráficos de la figura 2). Por ello, para el contraste estadístico de las respuestas se evaluaron separadamente aquellos ensayos en que la Monterita Canela era expuesta a cantos de la Monterita de Collar y se promedió el resto de los datos dentro de cada individuo y tipo de estímulo (ver datos en Fig. 2). Se utilizaron los puntajes ("scores") obtenidos en el primer componente en Análisis de Varianza intra-sujeto (i.e., el efecto del tipo de estímulo fue evaluado dentro de cada individuo), con el individuo anidado en el factor especie (o año en el caso de la Monterita Canela). El segundo análisis de componentes principales se realizó para evaluar diferencias en las respuestas entre años e incluyó los datos de los experimentos de 2007 y únicamente los datos para los intervalos control y conespecífico de 2006. Se usaron los puntajes del primer componente para evaluar diferencias entre estímulos y entre años usando pruebas *t* de Student pareadas y

Tabla 1. Valores promedio (\pm EE) de cuatro variables comportamentales medidas en la Monterita Canela (*Poospiza ornata*), la Monterita de Collar (*Poospiza torquata*), el Chingolo (*Zonotrichia capensis*) y el Pepitero Chico (*Saltatricula multicolor*) frente a tres tipos de estímulo (control, canto intragremial y canto conespecífico) en experimentos de "playback" realizados durante la estación reproductiva de 2006 y 2007 en el Monte central. Las variables son latencia de vuelo, distancia mínima al parlante, número de vuelos y número de cantos. En todos los casos $n = 24$, excepto para la respuesta intragremial de la Monterita de Collar, el Chingolo y el Pepitero Chico, en los cuales $n = 18$.

	Monterita Canela	Monterita de Collar	Chingolo	Pepitero Chico
Latencia (s)				
Control	180.0	180.0	180.0	180.0
Intragremial	170.7 \pm 6.7	180.0	176.5 \pm 3.5	180.0
Conespecífico	150.4 \pm 10.8	107.8 \pm 13.7	93.7 \pm 13.4	131.6 \pm 14.3
Distancia (m)				
Control	39.6 \pm 2.6	42.4 \pm 2.1	43.4 \pm 2.2	46.3 \pm 1.2
Intragremial	34.1 \pm 3.2	41.4 \pm 3.1	43.3 \pm 2.7	46.9 \pm 1.8
Conespecífico	18.7 \pm 3.4	16.1 \pm 3.4	13.9 \pm 3.8	25.2 \pm 4.3
Vuelos				
Control	0.1 \pm 0.1	0	0.1 \pm 0.1	0
Intragremial	0.5 \pm 0.2	0.2 \pm 0.1	0.1 \pm 0.1	0
Conespecífico	2.1 \pm 0.6	2.1 \pm 0.4	2.8 \pm 0.5	0.8 \pm 0.2
Cantos				
Control	3.6 \pm 2.1	0.3 \pm 0.2	0.5 \pm 0.4	0
Intragremial	4.7 \pm 1.7	0.7 \pm 0.4	1.2 \pm 0.9	0.2 \pm 0.2
Conespecífico	9.1 \pm 2.8	5.1 \pm 0.9	9.2 \pm 1.9	9.6 \pm 4.3

no pareadas, respectivamente. Ambas pruebas fueron a una cola para poner a prueba las hipótesis de que la respuesta es mayor frente al estímulo conespecífico que frente al control, y que la respuesta al estímulo conespecífico es más débil durante el año de mejores condiciones ambientales. Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el programa Infostat (2009), excepto los supuestos del ANOVA que fueron evaluados con el programa Statistica (StatSoft 2001). Cuando el supuesto de esfericidad no se cumplió se corrigieron los grados de libertad para el cálculo de F en los efectos intra-sujeto del Análisis de Varianza usando el mínimo valor de ϵ ("lower bound epsilon correction", $\epsilon = 0.5$; Quinn y Keough 2002). Cuando las interacciones fueron significativas se corrigieron los grados de libertad intra-sujeto y los cuadrados mínimos para poder calcular apropiadamente los efectos simples y las comparaciones *a posteriori* de Tukey (Quinn y Keough 2002).

RESULTADOS

Las precipitaciones durante la primavera fueron de 155 mm en 2006 y 112 mm en 2007.

La producción anual de semillas (promedio \pm EE) fue de 14698 ± 2486 semillas/m² en 2006 y de 11951 ± 3544 semillas/m² en 2007. La abundancia de artrópodos en 2006 fue de 119 ± 13 mg.m⁻².h⁻¹ en el suelo y de 273 ± 61 mg/cm³ en el follaje, mientras que en 2007 los valores fueron 88 ± 22 mg.m⁻².h⁻¹ y 70 ± 21 mg/cm³, respectivamente.

Se realizaron un total de 78 experimentos de "playback" que incluyeron los tres tipos de estímulo (seis machos focales de las cuatro especies expuestos a tres experimentos en 2006 y seis machos de Monterita Canela expuestos a un experimento en 2007) y 18 experimentos adicionales incluyendo solo los estímulos control y conespecífico (seis machos de las otras tres especies en 2007). El primer componente del Análisis de Componentes Principales de los ensayos con los tres tipos de estímulo tuvo un autovalor de 2.72 (68% de la varianza explicada) con las siguientes cargas ("loadings"): -0.86 para la latencia de vuelo, -0.89 para la distancia mínima al parlante, 0.87 para el número de vuelos y 0.65 para el número de cantos. Los resultados del Análisis de Componentes Principales de los ensayos que incluían solo los estímulos con-

trol y conespecífico fueron similares (autovalor: 2.80, 70% de la varianza explicada; cargas: -0.87 para la latencia, -0.93 para la distancia, 0.88 para el número de vuelos y 0.64 para el número de cantos).

Todas las especies respondieron en menor o mayor medida al estímulo de cantos conespecíficos acercándose al parlante (latencia y distancia), aumentando su tasa de cantos y realizando vuelos cerca del parlante (Tabla 1).

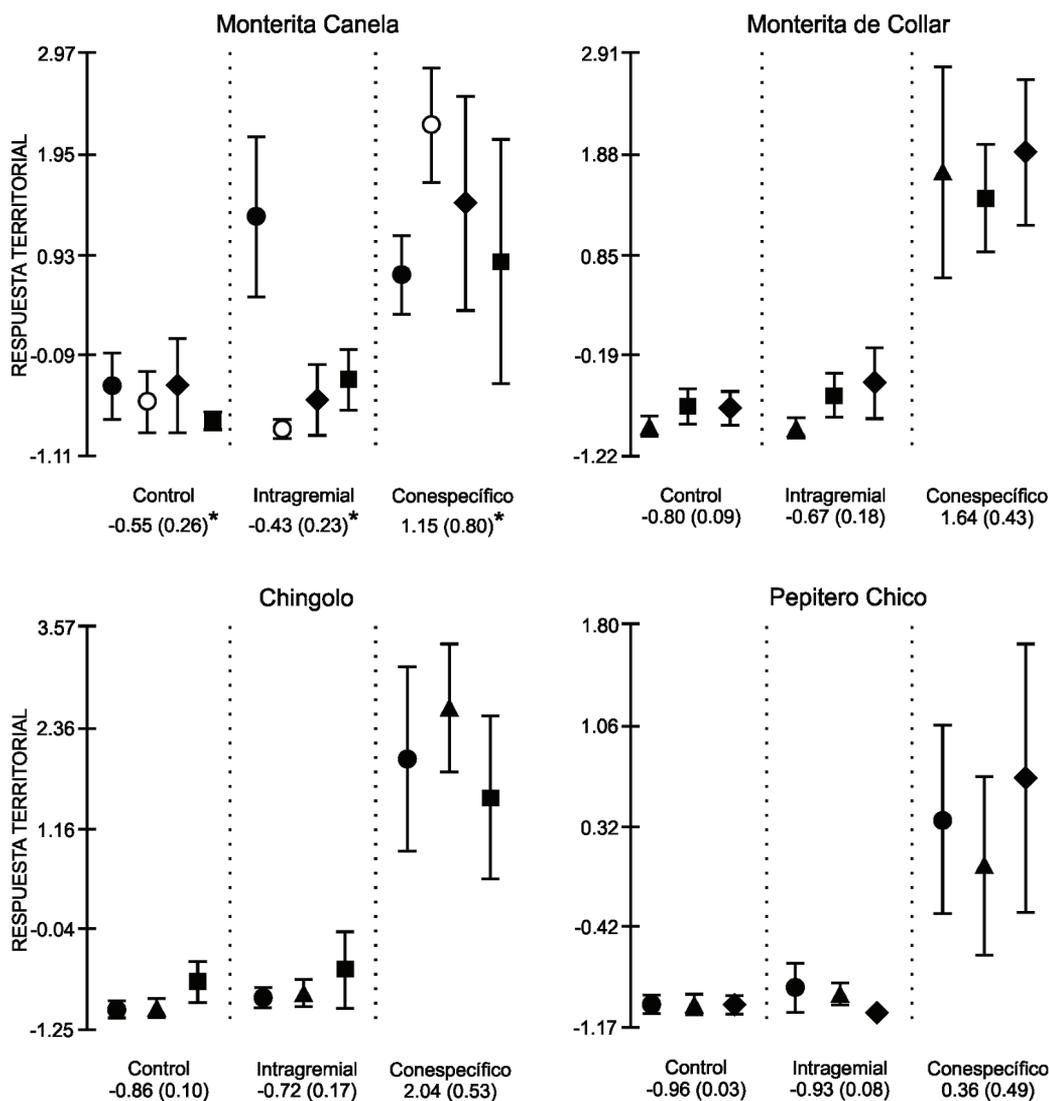


Figura 2. Respuesta territorial (promedio ± EE) de la Monterita Canela (*Poospiza ornata*), la Monterita de Collar (*Poospiza torquata*), el Chingolo (*Zonotrichia capensis*) y el Pepitero Chico (*Saltatricula multicolor*) frente a tres tipos de estímulo (control, canto intragremial y canto conespecífico) en experimentos de “playback” realizados durante la estación reproductiva de 2006 (símbolos negros) y 2007 (símbolos blancos) en el Monte central. La respuesta territorial es una variable compuesta obtenida a partir de un Análisis de Componentes Principales realizado con cuatro variables de comportamiento (latencia de vuelo, distancia al parlante, número de vuelos y número de cantos). Cada experimento realizado al mismo individuo difirió en el estímulo intragremial emitido: Monterita Canela (triángulo), Monterita de Collar (círculo), Chingolo (rombo) y Pepitero Chico (cuadrado). Abajo se muestra el valor promedio (EE entre paréntesis) de la respuesta territorial de todos los ensayos. Para la Monterita Canela, el asterisco indica que los promedios excluyen los ensayos en los que se emitieron cantos de Monterita de Collar (i.e., los círculos).

La Monterita Canela (en experimentos con cantos intragremiales de Pepitero Chico y Chingolo), la Monterita de Collar, el Chingolo y el Pepitero Chico mostraron una mayor respuesta territorial frente a los cantos de con-específicos que frente a los cantos control e intragremiales ($P < 0.05$ para ambas comparaciones, Prueba de Tukey; Tabla 2A, Fig. 2), siendo las respuestas a estos dos últimos estímulos bajas y similares entre sí ($P > 0.05$; Fig. 2).

La respuesta territorial de la Monterita Canela expuesta a cantos de la Monterita de Collar difirió entre años (interacción significativa entre año y estímulo; Tabla 2B). En 2006 el comportamiento de la Monterita Canela fue distinto frente a los diferentes estímulos (efecto simple: $F_{2,20} = 6.12$, $P = 0.009$), siendo menor la respuesta frente a cantos control ($P < 0.05$, Prueba de Tukey; Fig. 2) y respondiendo de igual manera al canto conespecífico y al de la Monterita de Collar ($P > 0.05$; Fig. 2). En 2007, la Monterita Canela solo mostró una

respuesta territorial alta frente a cantos con-específicos (efecto simple: $F_{2,20} = 16.15$, $P < 0.0001$; comparación entre el estímulo conespecífico y los otros dos estímulos: $P < 0.05$, Prueba de Tukey; Fig. 2).

En 2007 todas las especies mostraron una respuesta territorial mayor frente a cantos conespecíficos que al canto control (Monterita Canela: $P = 0.005$, Monterita de Collar: $P = 0.002$, Chingolo: $P < 0.001$, Pepitero Chico: $P = 0.004$; Prueba t de Student pareada de una cola). La respuesta territorial frente a cantos conespecíficos tendió a ser mayor en 2007 para todas las especies, aunque solo fue significativamente diferente en el caso del Pepitero Chico (Fig. 3).

DISCUSIÓN

Las cuatro especies estudiadas mostraron una respuesta territorial más fuerte frente a los cantos conespecíficos que frente al control en ambas estaciones reproductivas, mientras

Tabla 2. Resultados del Análisis de Varianza evaluando la respuesta territorial de la Monterita Canela (*Poospiza ornata*), la Monterita de Collar (*Poospiza torquata*), el Chingolo (*Zonotrichia capensis*) y el Pepitero Chico (*Saltatricula multicolor*) frente a tres tipos de estímulo (control, canto intragremial y canto conespecífico) en experimentos de "playback" realizados durante la estación reproductiva de 2006 y 2007 en el Monte central. (A) Análisis de los experimentos realizados en 2006 con los tres tipos de estímulo, exceptuando aquellos en los que la Monterita Canela fue expuesta a cantos de Monterita de Collar como estímulo intragremial. (B) Análisis de los experimentos realizados en 2006 y 2007 con la Monterita Canela expuesta a cantos de la Monterita de Collar como estímulo intragremial. Se muestran los grados de libertad (gl), los cuadrados medios (CM), el valor de la prueba (F) y su probabilidad asociada (P).

Fuente de variación	gl	CM	F	P
(A)				
Especie	3	1.65	1.59	0.222
Estímulo	2	33.47	51.67	<0.001
Especie x Estímulo	6	0.95	1.46	0.253
(B)				
Año	1	1.18	1.21	0.284
Estímulo	2	13.47	13.86	<0.001
Año x Estímulo	2	8.16	8.39	0.002

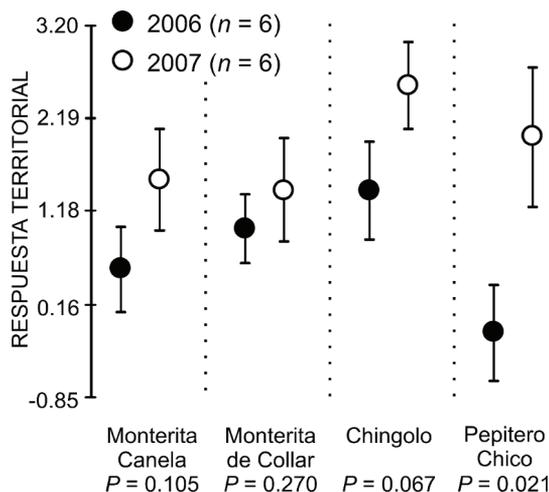


Figura 3. Respuesta territorial (promedio \pm EE) de la Monterita Canela (*Poospiza ornata*), la Monterita de Collar (*Poospiza torquata*), el Chingolo (*Zonotrichia capensis*) y el Pepitero Chico (*Saltatricula multicolor*) frente a cantos conespecíficos en experimentos de "playback" realizados durante la estación reproductiva de 2006 (símbolos negros) y 2007 (símbolos blancos) en el Monte central. Abajo se muestra el valor de P correspondiente a la Prueba t de Student de una cola bajo la hipótesis de que la respuesta es igual o mayor en 2007 que en 2006.

que ninguna de las especies respondió al canto de las otras, con la excepción de la Monterita Canela que respondió frente a la Monterita de Collar en 2006. Todas las aves que se registraron cantando durante los experimentos eran machos (identificados por sus anillos de color). Solo se registraron hembras realizando voces de contacto durante los experimentos de la Monterita de Collar y el Pepitero Chico. Las hembras de Monterita de Collar seguían de cerca todos los movimientos del macho alrededor del parlante, mientras que las de Pepitero Chico generalmente se aproximaban al parlante junto con el macho pero permanecían cerca del suelo, mientras los machos cantaban o hacían vuelos cortos en la parte más alta de la vegetación. Los datos no proveen información acerca de si las hembras están involucradas en la defensa territorial pero, dadas las observaciones, el rol de las hembras de estas especies merece un estudio más detallado.

Los experimentos de "playback" mostraron que todas las especies incurren en los costos asociados con la defensa del territorio frente a conespecíficos, aumentando el número de cantos y moviéndose aceleradamente alrededor del parlante. El Chingolo, la Monterita de Collar y el Pepitero Chico son monógamos, al menos socialmente (i.e., tanto hembras como machos tienen una única pareja del sexo opuesto por vez; Reichard 2003) en el Monte central (Sagario y Cueto 2014b). Los machos están involucrados en el cuidado parental y en las últimas dos especies también alimentan a sus parejas durante la incubación (Mezquida 2000, Sagario 2011), comportamientos asociados a la defensa de la hembra para minimizar copulaciones extra-pareja (Westneat et al. 1990). La cobertura de las especies de plantas en las que nidifican la Monterita Canela, la Monterita de Collar y el Pepitero Chico es baja (<3% para *Geoffroea decorticans*, *Capparis atamisquea* y *Atriplex lampa*; Milesi 2006) y podrían constituir recursos limitantes. Marone et al. (1997) sugirieron que los sitios de nidificación son el principal recurso involucrado en la selección de hábitat de estas aves durante la estación reproductiva. Finalmente, la predación de nidos en las aves granívoras en el Monte central es >80% (Mezquida y Marone 2001) y las puestas consecutivas luego de la predación de una nidada son comunes para estas aves (Mezquida 2000), de hasta tres veces para la Monterita de Collar (Sagario 2011). La

defensa del espacio frente a individuos con requerimientos de nidificación similares puede prevenir la atracción de predadores (Martin y Martin 2001a) y, además, puede proveer sitios de nidificación extra para varios intentos de nidificación. Toda esta evidencia sugiere que los recursos reproductivos (tanto sitios de nidificación como parejas) serían valiosos como para ser monopolizados y podrían estar involucrados en la ocurrencia de territorialidad intraespecífica entre estas aves.

Solo se registró agresión interespecífica entre las especies que poseen los mismos requerimientos de nidificación. La Monterita Canela respondió agresivamente ante la simulación de la intrusión de la Monterita de Collar en su territorio, aunque el caso inverso no ocurrió (i.e., la respuesta fue asimétrica). Una agresión mal dirigida, tal como plantea Murray (1971, 1976), es poco probable dado que el canto de las dos especies y su coloración son marcadamente diferentes (Narosky e Yzurieta 2010). La baja disponibilidad de sitios de nidificación y la alta predación en el algarrobal podrían generar conflictos interespecíficos entre las especies, tal como ha sido reportado para otras aves (e.g., Orians y Willson 1964, Martin y Martin 2001a, 2001b). La asimetría de la respuesta en otras especies ha sido explicada por una subordinación de la especie más pequeña y por diferencias en el momento de reproducción (e.g., Robinson 1989, Hoi et al. 1991, Robinson y Terborgh 1995). La Monterita de Collar es de menor tamaño que la Monterita Canela y, además, al momento de la realización de los experimentos de "playback" la mayoría de los individuos de Monterita Canela posiblemente aún necesitaban un sitio para nidificar, mientras que la Monterita de Collar ya se encontraría incubando (Mezquida 2003, Mezquida y Marone 2003). No existe evidencia previa (ni que se desprenda de este trabajo) para explicar la ocurrencia de respuesta solo en 2006. Una posible explicación es que la abundancia de la Monterita Canela fue más del triple durante ese año (2006: 8.7 individuos/100 horas de red, 2007: 2.7 individuos/100 horas red; Sagario 2011). Esta especie es localmente nómada en el Monte central (Cueto et al. 2011) y evita nidificar en Ñacuñán en períodos secos (Marone 1992), aumentando su tamaño de puesta en años húmedos (Mezquida y Marone 2003). Esta fuerte plasticidad en su comportamiento reproductivo

también podría expresarse en su respuesta territorial, y la especie podría incrementar su agresividad a fin de establecerse en medio de una gran cantidad de competidores (Patterson 1980). Sin embargo, los patrones comportamentales de la Monterita Canela encontrados en este trabajo son consistentes con esta explicación para la ocurrencia de territorialidad interespecífica en 2006, pero no con la tendencia a una menor agresividad hacia los conspecíficos durante ese mismo año (ver más adelante).

En cuanto a la importancia que puede tener el alimento como disparador de la territorialidad, estudios previos muestran que la abundancia de alimento no sería un factor limitante para las aves granívoras durante la estación reproductiva en el Monte central (Blendinger y Ojeda 2001, Sagario 2011) y no está involucrada como un factor clave en la selección de hábitat (Marone et al. 1997). Además, en este trabajo no se encontró una respuesta intra-gremial durante 2006 y, aunque no se evaluó directamente esa respuesta en 2007, la evidencia indirecta sugiere que la territorialidad interespecífica también estaba ausente. Primero, porque los territorios de las diferentes especies estaban superpuestos (Sagario 2011), y segundo (como resultado de eso), porque durante los experimentos de "playback" en 2007 los cantos de cada especie estaban siendo emitidos dentro del territorio de las otras, pero nunca se registró el acercamiento de otra especie que no fuera la focal. Entonces, al menos en lo que concierne a la territorialidad interespecífica, la evidencia sugiere que los recursos alimenticios compartidos no estarían involucrados. Sin embargo, en cuanto a la territorialidad intraespecífica podría haber otros recursos (no compartidos con las otras especies) que puedan estar influenciando el comportamiento territorial. Pequeñas diferencias en la dieta o el comportamiento de alimentación entre las especies podrían ser suficientes para evitar conflictos interespecíficos, por lo que la inferencia de que los conflictos intraespecíficos por el alimento también estarían ausentes debe ser cuidadosa. Además, a pesar de que el alimento no sería un factor clave durante la estación reproductiva, se observó una tendencia a una respuesta territorial más débil durante el año de mejores condiciones (este trabajo) y también que el tamaño de los territorios de la Monterita de

Collar, el Chingolo y el Pepitero Chico tendieron a ser más grandes durante el año de menos recursos (Sagario 2011). Varios estudios revelan que los individuos pueden mostrar cambios en su nivel de agresión de acuerdo a las condiciones ambientales e individuales actuales y futuras (Velandó et al. 2006, Hall et al. 2009, Peiman y Robinson 2010). En consecuencia, aunque la evidencia sugiere que el alimento no estaría directamente asociado con la territorialidad, podría estarlo con el grado de agresión. Las variaciones interanuales en la respuesta territorial tanto inter como intraespecífica observadas en este trabajo indican que los comportamientos en estas especies son flexibles; encontrar las causas de estos cambios debería ser el foco de futuros estudios.

En resumen, los experimentos de "playback" mostraron que la agresión territorial intraespecífica es común en las aves granívoras del Monte central, mientras que la agresión interespecífica no lo es. Tanto los resultados experimentales como la evidencia previa sugieren que la territorialidad de estas aves está relacionada con la defensa de recursos reproductivos y los conflictos por el alimento son menos importantes. También se encontraron variaciones interanuales en el comportamiento territorial que podrían estar relacionadas tanto con la densidad poblacional como con las condiciones ambientales, resaltando la flexibilidad en la intensidad de las respuestas agresivas.

AGRADECIMIENTOS

Estamos agradecidos con Luis Marone y Alex Jahn quienes proveyeron comentarios constructivos a versiones previas del manuscrito. El financiamiento fue provisto por el CONICET (a través del PIP 6141), la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (a través del PICT 01-12199) y la Universidad de Buenos Aires (a través del UBACyT X/144), todos de Argentina, y la Association of Field Ornithologists (a través del Bergstrom Memorial Research Awards). Esta es la contribución N° 94 del Grupo de Investigación en Ecología de Comunidades de Desierto (Ecodes) de IADIZA (CONICET) y FCEN (Universidad de Buenos Aires).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

BLENDINGER PG (2005) Foraging behaviour of birds in an arid sand-dune scrubland in Argentina. *Emu* 105:67-79

- BLENDINGER PG Y OJEDA RA (2001) Seed supply as a limiting factor for granivorous bird assemblages in the Monte Desert, Argentina. *Austral Ecology* 26:413–422
- BOURSKI OV Y FORSTMEIER W (2000) Does interspecific competition affect territorial distribution of birds? A long-term study on Siberian *Phylloscopus* warblers. *Oikos* 88:341–350
- BROWN JL (1969) Territorial behavior and population regulation in birds: a review and reevaluation. *Wilson Bulletin* 81:293–329
- COOPER RJ Y WHITMORE RC (1990) Arthropod sampling methods in ornithology. *Studies in Avian Biology* 13:29–37
- CUETO VR, LOPEZ DE CASENAVE J Y MARONE L (2008) Neotropical austral migrant landbirds: population trends and habitat use in the central Monte desert, Argentina. *Condor* 110:70–79
- CUETO VR, LOPEZ DE CASENAVE J, SAGARIO MC Y DAMONTE J (2006a) Relación aves–vegetación: importancia de los algarrobales para la avifauna del desierto del Monte. Pp. 234–236 en: BROWN A, MARTÍNEZ ORTIZ U, ACERBI M Y CORCUERA J (eds) *La situación ambiental argentina 2005*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires
- CUETO VR, MARONE L Y LOPEZ DE CASENAVE J (2006b) Seed preferences in sparrow species of the Monte desert: implications for seed–granivore interactions. *Auk* 123:358–367
- CUETO VR, MILESI FA, SAGARIO MC, LOPEZ DE CASENAVE J Y MARONE L (2011) Distribución geográfica y patrones de movimiento de la Monterita Canela (*Poospiza ornata*) y el Yal Carbonero (*Phrygilus carbonarius*) en Argentina. *Ornitología Neotropical* 22:483–494
- GORTON RE JR (1977) Territorial interactions in sympatric Song Sparrow and Bewick's Wren populations. *Auk* 94:701–708
- HALL ML, MOLLES LE, ILLES AE Y VEHRENCAMP SL (2009) Singing in the face of death: male banded wrens *Thryophilus pleurostictus* sing more to playback in their last breeding season. *Journal of Avian Biology* 40:217–224
- HOI H, EICHER T Y DITTAMI J (1991) Territorial spacing and interspecific competition in three species of reed warblers. *Oecologia* 87:443–448
- INFOSTAT (2009) *InfoStat versión 2009*. Grupo InfoStat, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba
- JOHNSON MD (2000) Evaluation of an arthropod sampling technique for measuring food availability for forest insectivorous birds. *Journal of Field Ornithology* 71:88–109
- LOPEZ DE CASENAVE J (2001) *Estructura gremial y organización de un ensamble de aves del desierto del Monte*. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires
- LOPEZ DE CASENAVE J, CUETO VR Y MARONE L (2008) Seasonal dynamics of guild structure in a bird assemblage of the central Monte desert. *Basic and Applied Ecology* 9:78–90
- LÓPEZ-SEPULCRE A Y KOKKO H (2005) Territorial defense, territory size and population regulation. *American Naturalist* 166:317–329
- MARONE L (1992) Seasonal and year-to-year fluctuations of bird populations and guilds in the Monte Desert, Argentina. *Journal of Field Ornithology* 63:294–308
- MARONE L, CUETO VR, MILESI FA Y LOPEZ DE CASENAVE J (2004) Soil seed bank composition over desert microhabitats: patterns and plausible mechanisms. *Canadian Journal of Botany* 82:1809–1816
- MARONE L, LOPEZ DE CASENAVE J Y CUETO VR (1997) Patterns of habitat selection by wintering and breeding granivorous birds in the central Monte desert, Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 70:73–81
- MARONE L, LOPEZ DE CASENAVE J, MILESI FA Y CUETO VR (2008) Can seed-eating birds exert top-down effects on grasses of the Monte desert? *Oikos* 117:611–619
- MARONE L, ROSSI BE Y LOPEZ DE CASENAVE J (1998) Granivore impact on soil-seed reserves in the central Monte desert, Argentina. *Functional Ecology* 12:640–645
- MARTIN PR, FOTHERINGHAM JR, RATCLIFFE L Y ROBERTSON RJ (1996) Response of American redstarts (suborder Passeri) and least flycatchers (suborder Tyranni) to heterospecific playback: the role of song in aggressive interactions and interference competition. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 39:227–235
- MARTIN PR Y MARTIN TE (2001a) Ecological and fitness consequences of species coexistence: a removal experiment with Wood Warblers. *Ecology* 82:189–206
- MARTIN PR Y MARTIN TE (2001b) Behavioral interactions between coexisting species: song playback experiments with wood warblers. *Ecology* 82:207–218
- MEZQUIDA ET (2000) *Ecología reproductiva de un ensamble de aves del desierto del Monte central, Argentina*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid
- MEZQUIDA ET (2001) La reproducción de algunas especies de Dendrocolaptidae y Furnariidae en el desierto del Monte central, Argentina. *Hornero* 16:23–30
- MEZQUIDA ET (2003) La reproducción de cinco especies de Emberizidae y Fringillidae en la Reserva de Ñacuñán, Argentina. *Hornero* 18:13–20
- MEZQUIDA ET Y MARONE L (2001) Factors affecting nesting success of a bird assembly in the central Monte Desert, Argentina. *Journal of Avian Biology* 32:287–296
- MEZQUIDA ET Y MARONE L (2003) Comparison of the reproductive biology of two *Poospiza* warbling-finches of Argentina in wet and dry years. *Ardea* 91:251–262
- MIKAMI OK Y KAWATA M (2004) Does interspecific territoriality reflect the intensity of ecological interactions? A theoretical model for interspecific territoriality. *Evolutionary Ecology Research* 6:765–775

- MILESI FA (2006) *Selección de sitios de alimentación por aves granívoras en el desierto del Monte*. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires
- MILESI FA, LOPEZ DE CASENAVE J Y CUETO VR (2008) Selection of foraging sites by desert granivorous birds: vegetation structure, seed availability, species-specific foraging tactics, and spatial scale. *Auk* 125:473–484
- MORELLO J (1958) La provincia fitogeográfica del Monte. *Opera Lilloana* 2:1–155
- MURRAY BG JR (1971) The ecological consequences of interspecific territorial behavior in birds. *Ecology* 52:414–423
- MURRAY BG JR (1976) A critique of interspecific territoriality and character convergence. *Condor* 78:518–525
- NAROSKY T E Y ZURIETA D (2010) *Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay*. Edición Total. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires
- NEWTON I (1998) *Population limitation in birds*. Academic Press, Londres
- NOBLE GK (1939) The role of dominance in the life of birds. *Auk* 56:263–273
- ORIANI GH Y WILLSON MF (1964) Interspecific territories of birds. *Ecology* 45:736–745
- PATERSON IJ (1980) Territorial behavior and the limitation of population density. *Ardea* 68:53–62
- PEIMAN KS Y ROBINSON BW (2010) Ecology and evolution of resource-related heterospecific aggression. *Quarterly Review of Biology* 85:133–158
- PRICE MV Y JOYNER JW (1997) What resources are available to desert granivores: seed rain or soil seed bank? *Ecology* 78:764–773
- QUINN GP Y KEOUGH MJ (2002) *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press, Cambridge
- REED TM (1982) Interspecific territoriality in the chaffinch and great tit on islands and the mainland of Scotland: playback and removal experiments. *Animal Behaviour* 30:171–181
- REICHARD UH (2003) Monogamy: past and present. Pp. 3–25 en: REICHARD UH Y BOESCH C (eds) *Monogamy. Mating strategies and partnerships in birds, humans and other mammals*. Cambridge University Press, Cambridge
- REMSEN JV JR (2003) Family Furnariidae (ovenbirds). Pp. 162–357 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y CHRISTIE D (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 8. Broadbills to tapaculos*. Lynx Edicions, Barcelona
- ROBINSON D (1989) Interspecific aggression and territorial behavior between scarlet robin *Petroica multicolor* and flame robin *P. phoenicea*. *Emu* 89:93–101
- ROBINSON SK Y TERBORGH J (1995) Interspecific aggression and habitat selection by Amazonian birds. *Journal of Animal Ecology* 64:1–11
- SAGARIO MC (2011) *Limitación poblacional de las aves granívoras en la porción central del desierto del Monte*. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires
- SAGARIO MC Y CUETO VR (2014a) Seasonal space use and territory size of resident sparrows in the central Monte Desert. *Ardeola* 61:153–159
- SAGARIO MC Y CUETO VR (2014b) Breeding territory stability of resident sparrows in the central Monte desert, Argentina. *Ornitología Neotropical* 25:113–118
- SAGARIO MC, CUETO VR Y LOPEZ DE CASENAVE J (2014) Movement patterns of three species of sparrow in the central Monte desert, Argentina: differences between and within species. *Emu* 114:268–276
- SÁNCHEZ R Y BLENDINGER PG (2014) Trophic ecology of the Ringed Warbling-Finch (*Poospiza torquata*) in Neotropical semi-arid scrublands. *Emu* 114:229–233
- SAVALLI UM (1990) Interspecific aggression for food by a granivorous bird. *Condor* 92:1082–1084
- STATSOFT (2001) *STATISTICA for Windows. Version 6.0*. StatSoft Inc, Tulsa
- VELANDO A, DRUMMOND H Y TORRES R (2006) Senescent birds redouble reproductive effort when ill: confirmation of the terminal investment hypothesis. *Proceedings of the Royal Society B* 273:1443–1448
- WERNER EE (1998) Ecological experiments and a research program in community ecology. Pp. 3–26 en: RESETARITS J Y BERNARDO J (eds) *Experimental ecology: issues and perspectives*. Oxford University Press, Oxford
- WESTNEAT DE, SHERMAN PW Y MORTON ML (1990) The ecology and evolution of extra-pair copulations in birds. *Current Ornithology* 7:331–369
- WIENS JA (1989) *The ecology of birds communities. Volume 2*. Cambridge University Press, Cambridge

CORTEJO Y CÓPULA DE UNA PAREJA DE CÓNDOR ANDINO (*VULTUR GRYPHUS*) EN UN ÁREA DE ALIMENTACIÓN

VERÓNICA B. CAILLY-ARNULPHI^{1,3}, STELLA MARIS GIANNONI^{1,2} Y CARLOS E. BORGHI^{1,2}

¹ CIGEOBIO (UNSJ–CONICET), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan. Av. Ignacio de la Roza 590 (O), Rivadavia, San Juan, Argentina.

² Museo de Ciencias Naturales y Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan. Av. Ignacio de la Roza 590 (O), Rivadavia, San Juan, Argentina.

³ verocailly@gmail.com

RESUMEN.— El comportamiento de cortejo y cópula del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) ha sido descrito principalmente en base a observaciones de individuos mantenidos en cautiverio. Este trabajo contribuye al conocimiento de este comportamiento en estado silvestre, aportando el primer registro para Argentina de cópula en un área de alimentación.

PALABRAS CLAVE: *comportamiento reproductivo, Cóndor Andino, cópula, cortejo, Vultur gryphus.*

ABSTRACT. COURTSHIP AND COPULATION OF AN ANDEAN CONDOR (*VULTUR GRYPHUS*) PAIR IN A FEEDING AREA.— Courtship and copulation behaviour of the Andean Condor (*Vultur gryphus*) has been described mainly based on observations of captive individuals. This work contributes to the knowledge of this behaviour in the wild, providing the first record for Argentina of copulation in a feeding area.

KEY WORDS: *Andean Condor, copulation, courtship, reproductive behaviour, Vultur gryphus.*

Recibido 18 octubre 2013, versión corregida recibida 14 julio 2014, aceptado 31 diciembre 2014

El Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) es una especie monógama (del Hoyo et al. 1994) de la cual los primeros estudios sobre comportamiento reproductivo fueron realizados en individuos de zoológico (e.g., Whitson y Whitson 1969, Gailey y Bolwig 1973). Más recientemente, Lambertucci y Mastruanti (2008) y Heredia y Piedrabuena (2010) hicieron observaciones sobre una pareja silvestre en las provincias argentinas de Río Negro y Córdoba, respectivamente. Estos trabajos contribuyeron principalmente al conocimiento del periodo reproductivo y del cuidado parental de la especie. Sin embargo, a pesar de ser una especie categorizada como cercana a la amenaza (IUCN 2012) y de su amplia distribución, algunos aspectos básicos de su biología son aún poco conocidos, entre los que se encuentran aspectos relacionados con su reproducción en condiciones naturales de campo. Este trabajo presenta una descripción del cortejo y el primer registro de cópula de Cóndor Andino en estado silvestre para la zona centro-oeste de Argentina.

El registro se realizó en Loma del Calvario (30°12'S, 67°43'O), ubicado a 2.3 km de la locali-

dad de Los Baldecitos y a 13.18 km del Parque Provincial Ischigualasto (San Juan, Argentina), zona para la cual se ha estimado un tamaño mínimo poblacional de 62 individuos de Cóndor Andino (Cailly-Arnulphi et al. 2013).

El 22 de agosto de 2012 se filmó una pareja de Cóndor Andino copulando, a una distancia de 300 m, utilizando una videocámara. El registro se obtuvo mientras se observaban cóndores alimentándose de una carroña de burro (*Equus asinus*). El video se inició al momento del cortejo y finalizó algunos segundos después de haber cesado la interacción entre los individuos. Finalizada la cópula, se continuó observando durante 10 h, hasta que los individuos abandonaron el lugar. Esto permitió asegurar que la pareja, en ese sitio, copuló ese día solo una vez. La cópula sucedió en una ladera rocosa con gran exposición solar, a una altura de 1290 msnm, rodeada de plantas de chaguar (*Deuterocohnia longipetala*). A partir de las imágenes del video se describieron los comportamientos realizados por el macho y la hembra durante la cópula y el tiempo invertido en cada uno. Las distancias

fueron medidas sobre la imagen digital utilizando el programa ImageJ.

La pareja arribó al sitio a las 9:35 h junto con otros cinco individuos (dos machos adultos, dos hembras adultas y un macho juvenil). Todo el grupo se posó en la misma ladera. El macho de la pareja se posó en una roca a 1.70 m debajo de donde se encontraba posada la hembra; en esa posición ambos permanecieron durante 18 min y luego comenzó el cortejo. El macho presentaba una pigmentación amarilla muy intensa en la piel de la cabeza y el cuello. El cortejo y la cópula tuvieron una duración de 2 min y 21 s. No hubo interacción alguna entre la pareja y el resto del grupo de cóndores hasta el momento de la alimentación.

A las 9:53 h el macho empezó los despliegues de cortejo abriendo sus alas hacia arriba y atrás, curvando la cabeza hacia abajo en forma de gancho (postura de cortejo; Fig. 1a). En esa posición caminó hacia la hembra hasta quedar frente a ella. La hembra se inclinó levemente hacia adelante y hacia abajo, entonces el macho se desplazó hacia el costado de la hembra (Fig. 1b) y subió sobre su lomo agitando las alas hasta alcanzar el equilibrio (monta; Fig. 1c). Todo el proceso hasta la monta duró 9 s. Una vez encima de la hembra, el macho continuó en postura de cortejo (Fig. 1d). Luego de 16 s la hembra levantó su cabeza, dando suaves picoteos sobre el pico del macho (Fig. 1d), comportamiento que se mantuvo durante 37 s. El tiempo total de monta fue de 57 s. Luego, el macho comenzó los movimientos copulatorios (Fig. 1e). El macho movió su cola rápidamente hacia los lados y hacia adelante, quedando sentado sobre la hembra para lograr la unión cloacal. La hembra respondió inclinándose hacia abajo y adelante, abriendo levemente sus alas hacia los lados sin extenderlas. La cópula duró aproximadamente 10 s. Luego el macho se bajó y se posó cerca de la hembra. Tanto el macho como la hembra permanecieron en una posición erguida durante 12 s. Pasado este tiempo, ambos mantuvieron el contacto visual durante 3 s (Fig. 1f). Luego volvieron sus cabezas hacia el frente y segundos después el macho se desplazó hacia una roca ubicada por debajo y al frente de la roca donde estaba posada la hembra. Ahí permanecieron posados, no registrándose nuevos acercamientos. Una hora y veinte minutos después (11:27 h), la pareja y el resto de los

individuos que se encontraban en el sitio bajaron a la carroña, ubicada a 200 m de distancia, y se alimentaron; posteriormente se retiraron del sitio sin regresar, al menos ese día.

La cópula se registró mientras se estudiaba la alimentación de esta especie. Las cópulas en áreas de alimentación han sido reportadas como habituales para otras especies de aves carroñeras (Donázar et al. 1994); sin embargo, este es el primer registro de este comportamiento en Argentina. La cópula tuvo lugar en agosto, fuera del periodo de incubación, que ocurriría entre octubre y diciembre en esta región (Lambertucci y Mastruantoni 2008, Heredia y Piedrabuena 2010). Es probable que se trate de una cópula pre-incubatoria, como ya fue registrado en Colombia en esta especie



Figura 1. Secuencia de cortejo y cópula de una pareja de Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en estado silvestre en Loma del Calvario (San Juan, Argentina). (a) El macho inicia el cortejo, con las alas extendidas hacia atrás y el cuello y la cabeza reclinados hacia abajo. (b) El macho mantiene la postura de cortejo y se desplaza hacia el costado de la hembra, subiéndose sobre su lomo. (c) El macho, con las alas extendidas, permanece sobre el lomo de la hembra. (d) Respuesta de picoteo de la hembra hacia el macho. (e) Cópula. (f) Estado de reposo posterior a la cópula.

(McGahan 2011) y en otras aves carroñeras (Koford 1953, Robertson 1986, Donázar et al. 1994). En las especies monógamas es usual que haya una alta frecuencia de cópulas pre-incubatorias (Dewsbury 1982). Estas cópulas tendrían varias funciones además de la fertilización: inducir la actividad de los ovarios, permitir que las hembras evalúen la competitividad copulatoria de los machos al momento de elegir pareja, mantener los lazos de la pareja y evitar las cópulas extra-pareja (Birkhead et al. 1987). Además, servirían para coordinar y sincronizar la reproducción (Wachtmaeister 2001). Las conductas de la hembra en respuesta al cortejo del macho observadas en este trabajo coinciden con las descritas por Whitson y Whitson (1969) y Gailey y Bowlig (1973), aunque no se registró agresión previa del macho hacia la hembra, comportamiento descrito para cóndores en cautiverio (AZA Raptor TAG 2010).

AGRADECIMIENTOS

A Edgardo D. Herrera y Ever Tallei por su colaboración en el trabajo de campo.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AZA RAPTOR TAG (2010) *Andean Condor (Vultur gryphus) care manual*. Association of Zoos and Aquariums, Silver Spring
- BIRKHEAD TR, ATKIN L Y MOLLER AP (1987) Copulation behaviour of birds. *Behaviour* 101:101–138
- CAILLY-ARNULPHI VB, ORTIZ SG Y BORGHI CE (2013) Características poblacionales del cóndor andino (*Vultur gryphus*) en el Parque Natural Provincial Valle Fértil. *Ornitología Neotropical* 24:101–105
- DEWSBURY DA (1982) Ejaculate cost and male choice. *American Naturalist* 119:601–610
- DONÁZAR JA, CEBALLOS O Y TELLA JL (1994) Copulation behaviour in the Egyptian Vulture *Neophron percnopterus*. *Bird Study* 41:37–41
- GAILEY J Y BOLWIG N (1973) Observation on the behavior of the Andean Condor (*Vultur gryphus*). *Condor* 75:60–68
- HEREDIA J Y PIEDRABUENA J (2010) Registros de nidificación del cóndor andino (*Vultur gryphus*) en las Sierras Grandes de Córdoba, Argentina. *Nuestras Aves* 55:37–39
- DEL HOYO J, ELLIOTT A Y SARGATAL J (1994) *Handbook of the birds of the world. Volume 2. New World vultures to guineafowl*. Lynx Edicions, Barcelona
- IUCN (2012) *The IUCN Red List of threatened species*. IUCN, Gland (URL: <http://www.iucnredlist.org/>)
- KOFORD CB (1953) The California condor. *National Audubon Society Research Report* 4:1–154
- LAMBERTUCCI SA Y MASTRUANTONI OA (2008) Breeding behavior of a pair of free-living Andean Condors. *Journal of Field Ornithology* 79:147–151
- MCGAHAN J (2011) *The Andean Condor: a field study*. Craighead Beringia South, Kelly
- ROBERTSON A (1986) Copulations throughout breeding in a colonial accipitrid vulture. *Condor* 88:535–539
- WACHTMAEISTER CA (2001) Display in monogamous pairs: a review of empirical data and evolutionary explanations. *Animal Behaviour* 61:861–868
- WHITSON MA Y WHITSON PD (1969) Breeding behavior of the Andean condor (*Vultur gryphus*). *Condor* 71:73–75



LIBROS



REVISIÓN DE LIBROS

Hornero 29(2):97–98, 2014

LA BIOLOGÍA DE LA MIGRACIÓN DE LAS AVES

RAPPOLE JH (2013) *The avian migrant. The biology of bird migration*. Columbia University Press, Nueva York. 436 pp. ISBN: 978-0231146784. Precio: US\$ 80 (tapa dura)

John H. Rappole, investigador emérito del Instituto Smithsonian de Biología de la Conservación, se ha dedicado por décadas al estudio de las aves migratorias. Ha publicado más de 150 trabajos científicos y más de una decena de libros, lo que lo convierte sin dudas en una autoridad en la materia. Esta vez nos ofrece un libro de más de 400 páginas distribuidas en once capítulos en el cual recorre detalladamente el ciclo anual de un ave migratoria. El libro comienza con la etapa reproductiva, continúa con la partida otoñal, la etapa de invernada y los movimientos primaverales hacia el sitio reproductivo, terminando con cuatro capítulos que incluyen la dinámica poblacional de estas especies, su evolución y biogeografía, la dispersión de patógenos por aves migratorias y su conservación. A lo largo del libro el autor se enfoca principalmente en los aspectos ecológicos y ambientales que condujeron a la evolución de este comportamiento, abordando tanto los factores próximos como los últimos que moldearon estos movimientos. Esta obra ofrece una visión completa e integral de la migración sin dejar de mencionar los puntos oscuros o poco conocidos de este fascinante comportamiento. Es posible notar también a lo largo del libro el énfasis que pone el autor en utilizar ejemplos de todos los sistemas migratorios conocidos.

En el capítulo introductorio el lector encontrará un breve repaso de los primeros registros sobre la migración y los orígenes de los patrones de movimientos a diferentes escalas. Este capítulo aporta, además, detalles descripciones y definiciones de los diferentes tipos de movimientos. Finaliza con un rápido abordaje de las características que tienen las aves

(exaptaciones) que favorecieron la evolución del comportamiento migratorio.

En el segundo capítulo se encuentra una descripción que abarca todo el periodo reproductivo de las aves migratorias, comenzando con el arribo al sitio reproductivo y culminando con el cuidado parental de los juveniles. Son planteados aquí los patrones de arribo a nivel individual junto con las explicaciones teóricas que lo justifican. También se describen las ventajas y costos de un arribo temprano, de la fidelidad al sitio reproductivo y de la territorialidad, junto a los factores que los determinan. El capítulo termina con una comparación de las principales características reproductivas y de historia de vida entre poblaciones migratorias y residentes.

El capítulo 3 abarca el periodo que comprende el final de la reproducción y el comienzo de la migración otoñal. Es posible encontrar en esta sección un detallado análisis de la importancia de este periodo para la migración, que incluye el comienzo de la muda prebásica, la obtención de conocimiento del territorio por parte de los juveniles y la preparación para la migración otoñal. Son abordados aquí también los compromisos entre la muda, la reproducción y la migración. El autor se detiene en los desafíos y las limitaciones que surgen del estudio de este periodo. El siguiente capítulo abarca el periodo desde la partida del sitio natal hasta la llegada al sitio de invernada. Se detallan aquí los factores que determinan en qué momento del año y del día comenzar la partida hacia el sitio de invernada. Sin abordar una profunda visión fisiológica, se analizan los procesos que atraviesan las aves antes de partir, como la hiperfagia o la ansiedad migratoria (“migratory restlessness”). También se examina el vuelo migratorio (“zugstimmung”) como una exaptación, recordando los estudios clásicos sobre el tema. Finalmente, presenta un análisis sobre las rutas migratorias y los sitios

de parada ("stopovers") desde un punto de vista genético, de orientación y navegación.

En el capítulo 5 se trata el periodo no reproductivo del ciclo de vida de estas especies, incluyendo la estadía en el sitio de invernada. Aquí el autor se detiene en la definición no trivial de arribo invernal y rango de invernada. Los factores que gobiernan el viaje, arribo y selección de los sitios son ampliamente abordados, y son discutidas la funcionalidad de las estructuras sociales durante esta etapa y sus ventajas. Luego, el autor se focaliza sobre la función del plumaje de estas especies durante la invernada. Esta sección finaliza con una descripción de los factores que determinan los patrones de distribución no reproductivos en estas especies.

El periodo que abarca el movimiento primaveral hacia el sitio reproductivo es abordado en el capítulo 6. El autor se enfoca en los factores ambientales y endógenos que regulan el momento de partida del sitio de invernada. Los roles de los factores próximos y últimos son tenidos en cuenta como moldeadores del inicio del movimiento estival. Al igual que en el capítulo 4, aquí se retoman los factores que afectan las rutas migratorias, la navegación y las paradas, pero sumándole un importante factor que es la experiencia obtenida durante el movimiento otoñal.

En el interesante capítulo 7 se presentan varios modelos de crecimiento poblacional que se ajustan a las características de las aves migratorias. Los modelos propuestos incluyen densodependencia con múltiples capacidades de carga. El autor recorre los factores que afectan el crecimiento poblacional en las distintas etapas del ciclo migratorio. Además, el libro cuenta con dos apéndices finales donde se detallan los aspectos matemáticos de estos modelos. El siguiente capítulo comienza con la descripción de las características presentes en las aves que favorecieron la evolución de estos patrones de movimiento. El autor analiza estos caracteres como exaptaciones y no como adaptaciones a la migración. Luego se encuentra una importante parte sobre biogeografía donde se muestra cómo especiaron las aves migratorias gracias a factores ambientales y los efectos de factores geográficos y climáticos sobre la determinación de las rutas

migratorias. El capítulo termina con una interesante revisión de todos los sistemas migratorios descriptos hasta la actualidad.

En el capítulo 9 Rappole bucea en el rol de las aves migratorias en la dispersión de patógenos, señalando la escasez de conocimiento actual. Utiliza dos casos testigo en los cuales las aves migratorias pueden ser falsamente indicadas como responsables del movimiento de patógenos. El autor argumenta fuertemente que la expansión de dos grandes epidemias (el virus del Nilo y la influenza aviar) fueron adjudicadas a aves migratorias a pesar de las pocas y contradictorias evidencias. En el novedoso capítulo 10 se hace un recorrido por las técnicas y tecnologías utilizadas para estudiar los movimientos migratorios y se muestra cómo este conocimiento es esencial para la conservación. Al principio se aborda cómo estas tecnologías aportan datos de distinta calidad para estudiar la conectividad de estas especies. En este marco, se analizan luego los efectos de la calidad del sitio de invernada sobre el desempeño reproductivo. Finaliza con unos interesantes ejemplos sobre la importancia del estudio de la conectividad, las rutas utilizadas, las paradas y los sitios de invernada y reproductivos para encarar acciones de manejo en poblaciones amenazadas. En el último capítulo se resumen los principales aspectos tratados en cada uno de los capítulos previos, lo que permite al lector integrar el libro e interpretar el mensaje del autor de una manera sencilla.

Este libro es altamente recomendable para aquellos que pretenden conocer los patrones de movimiento de los sistemas migratorios mundiales y cómo son moldeados por factores ambientales y endógenos. Su lectura indudablemente conduce al lector a los mecanismos evolutivos que favorecieron el desarrollo de estos fascinantes patrones de movimiento.

DIEGO T. TUERO

*Laboratorio de Ecología y Comportamiento Animal,
Departamento de Ecología, Genética y Evolución,
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad de Buenos Aires.*

*Piso 4, Pab. 2, Ciudad Universitaria,
C1428EHA Buenos Aires, Argentina*

dttuero@ege.fcen.uba.ar

Hornero 29(2):99–100, 2014

INMUNOLOGÍA DE AVES

SCHAT KA, KASPERS B & KAISER P (2014) *Avian immunology*. Segunda Edición. Academic Press, San Diego. 440 pp. ISBN: 978-0-12-396965-1. Precio: US\$ 159.95 (tapa dura)

El libro *Avian immunology*, editado por Schat, abarca todos los contenidos básicos generales y hasta específicos sobre el sistema inmunológico de las aves. A lo largo de sus 20 capítulos los autores desarrollan todos los aspectos de un área tan fascinante como es la inmunología. En los primeros capítulos uno se encuentra con una descripción detallada de los órganos, estructuras y desarrollo del sistema linfoide aviar, desde una perspectiva anatómica y funcional. Luego se ahonda en los detalles relacionados con la génesis, maduración y funciones de los linfocitos B y T, principales pilares celulares de la respuesta inmune específica. Se describen los mecanismos de generación de diversidad de anticuerpos, estructura y tipo de anticuerpos y descripción de mecanismos de reconocimiento específico de patógenos. De la misma manera, destina un capítulo para el estudio detallado de los linfocitos T, sus orígenes, maduración, funciones y mecanismos de reconocimiento de lo extraño en el contexto de lo propio (complejo mayor de histocompatibilidad). Una serie de capítulos están específicamente orientados al estudio del sistema inmunológico respiratorio, entérico, de las mucosas y reproductivo. Además, una sección del libro está dedicada a la relación del sistema inmune con enfermedades inmunosupresoras, tumores y prácticas de producción avícola, y su relación con el estado inmune. En el último capítulo se brinda una introducción a un área nueva y fascinante para todos aquellos interesados en la explicación de procesos complejos desde una perspectiva integral: la ecoinmunología. Para la mayoría de las disciplinas, la variación entre individuos es considerada como “ruido”; sin embargo, la ecoinmunología trata de explicar y determinar las causas y consecuencias de esa variación individual en la respuesta inmune y cómo

influye en la adecuación biológica (“fitness”) de la población. Un enfoque ecoinmunológico utiliza una perspectiva evolutiva donde se supone que la inmunidad es costosa en términos energéticos y, por lo tanto, está sujeta a compensaciones (“trade-offs”). Bajo ciertas condiciones, los individuos podrían tener un mayor éxito reproductivo si gastan menos en inmunidad. Por el contrario, si la presión selectiva de los patógenos es elevada, probablemente sea más conveniente invertir más en inmunidad a cuenta del gasto en reproducción.

Todos los contenidos del libro están expresados de una manera que permite una lectura amigable, entretenida y clara. Una característica a resaltar es que los autores explican cómo los investigadores lograron descubrir ciertos mecanismos o elementos clave del sistema inmunológico a través de la explicación de los diseños experimentales. El soporte gráfico es interesante por la utilización de esquemas y diagramas en colores, pero lamentablemente las fotografías no son de lo mejor.

La mayoría de los humanos estamos familiarizados con la inmunología de los mamíferos, básicamente por nuestra manera antropocéntrica de concebir el mundo. En este libro, los autores realizan un análisis comparativo entre estructuras, mecanismos, respuestas y funciones del sistema inmune de los mamíferos y las aves. A pesar de compartir rasgos generales, existen diferencias importantes entre estos sistemas inmunológicos. Para sorpresa de muchos, ambos sistemas poseen similares prestaciones y eficiencias; sin embargo, el de las aves es más simple. Una cuestión para abordar desde una perspectiva evolutiva. Por otra parte, hitos importantes de la inmunología fueron descubiertos gracias a los estudios en las aves (e.g., el rol de los linfocitos en la respuesta inmune, la primera vacuna atenuada se realizó contra un patógeno aviar —*Pasteurella multocida*—, el fenómeno de rechazo de injertos se descubrió en embriones de pollo).

Sin caer en una apología de la inmunología ni del libro, esta es una disciplina que nos brin-

da herramientas para poder explicar procesos a diferentes niveles (individual, poblacional y comunitario) y perspectivas (conservacionista, epidemiológica, ecológica, comportamental). Además, nos da la posibilidad de explicar los mecanismos desde una perspectiva integradora, aplicando conceptos moleculares, celulares y ecológicos. Creo que este libro es una buena oportunidad para ir ganando

armas en este campo apasionante que es la inmunología.

LUIS ADRIÁN DÍAZ

*Instituto de Virología "Dr. J. M. Vanella",
Facultad de Ciencias Médicas,
Universidad Nacional de Córdoba
adrian.diaz@conicet.gov.ar*

Hornero 29(2):100–101, 2014

COMPETENCIA INTERESPECÍFICA EN AVES

DHONDT AA (2012) *Interspecific competition in birds*. Oxford University Press, Oxford. 296 pp. ISBN: 978-0-19-958902-9. Precio: US\$ 59.99 (rústica)

En este libro, André Dhont, un clásico en la ornitología europea, revisa el trabajo de toda su vida con poblaciones experimentales de Carbonero Común (*Parus major*) y Herrerillo Común (*Cyanistes caeruleus*) mantenidas y manipuladas mediante cajas nido en dos localidades del norte de Bélgica. El libro se deriva de la conferencia plenaria del autor en el Congreso Mundial de Ornitología de Dunbar (Sudáfrica) en 1998 y se centra en un tema que fue polémico en su día (las décadas de 1980–1990): el papel de la competencia interespecífica en la estructura y evolución de las comunidades.

Los trabajos del Profesor Dhont siempre se han enfocado en las relaciones de competencia entre carboneros y hererillos, un tema ampliamente estudiado mediante cajas nido en otras muchas localidades europeas y norteamericanas gracias a la facilidad con que estas especies, y unas pocas más, aceptan criar (e incluso dormir en invierno) en esas cajas, hecho que permite manipular su densidad y, por lo tanto, la intensidad de la competencia por recursos tales como el espacio (territorios), el alimento o los sitios adecuados para situar el nido.

El libro comienza con una breve introducción histórica sobre los cambios bruscos en la importancia relativa que se otorgó a la competencia en el estudio de las comunidades de aves, enfatizando el papel tan importante de los estudios con carboneros y afines en los desarrollos teóricos iniciales. Sigue un capítulo breve, pero muy interesante, sobre las definiciones de competencia, especialmente las más formales que permiten detectarla de manera no ambigua mediante experimentos. Con base en la función que describe el crecimiento poblacional limitado por la competencia intraespecífica (la llamada densodependencia, que da lugar a la ecuación logística), se establecen las condiciones necesarias y suficientes para que exista competencia interespecífica, esto es: (1) que exista limitación de recursos, demostrable como densodependencia en la demografía de las especies consideradas, y (2) que el efecto de la densidad de una especie sobre otra sea mayor que sobre sí misma. En esta sección se introducen otras dos ideas muy importantes: que no es suficiente demostrar (y, eventualmente, medir) el efecto de la densodependencia sobre la variación interanual en el tamaño de la población, sino que debe abordarse además el o los mecanismos demográficos subyacentes (e.g., la competencia por el espacio puede afectar a la fecundidad individual o al reclutamiento de juveniles, dos procesos con consecuencias a

largo plazo muy diferentes) y que puede existir competencia actual (no solo pasada) entre especies que coexisten, lo cual se debe sobre todo a relaciones no lineales entre la densidad poblacional y la tasa de crecimiento poblacional. Esta segunda idea es especialmente interesante y defrauda un poco que apenas se emplee posteriormente en las revisiones de estudios de caso concretos. Se intuye que este aspecto puede ser clave para avanzar en la comprensión del papel real de la competencia en la evolución de las especies, que prácticamente siempre deben enfrentarse a restricciones en sus recursos debidas al uso por parte de otros individuos. Nadie discute ya que este fenómeno existe; lo que está aún en tela de juicio es su papel relativo a restricciones de carácter abiótico (muy de moda además en el contexto del cambio climático global) o a otras interacciones bióticas como la predación y el parasitismo. Una lástima.

El resto del libro se dedica a revisar evidencias empíricas sobre los efectos de la competencia, fundamentalmente en comunidades de carboneros y afines (los "tits" o "chickadees" en inglés europeo y estadounidense, respectivamente). Primero se revisan las evidencias de competencia intraespecífica por el espacio, el alimento y los sitios de nidificación, y sus consecuencias en la densodependencia poblacional; a continuación se revisan las evidencias clásicas de competencia interespecífica (desplazamiento de caracteres y de lugares de alimentación, observacionales, y efectos de manipulaciones del alimento, la densidad o los lugares de nidificación). Finalmente, se revisan los trabajos del autor, finalizando con algunas conclusiones e ideas para el futuro. Estas secciones, muy detalladas y eruditas dada la impresionante trayectoria científica del Profesor Dhont, están demasiado centradas en los trabajos realizados con carboneros y afines en latitudes templadas (el libro podría titularse perfectamente *Interspecific competition in tits*), mencionando aquí y allá trabajos con otros grupos de aves o de organismos (mamíferos, peces, salamandras) o con carboneros y herrerillos en latitudes mediterráneas o subtropicales. Estas menciones, sin embargo, se usan para enfatizar los resultados de los trabajos del autor y sus colegas del centro y el norte

de Europa, y casi nunca para criticarlos de modo constructivo. No cabe ninguna duda de que los trabajos de Dhont demuestran la actuación de la competencia interespecífica entre *Parus major* y *Cyanistes caeruleus* fuera de toda duda razonable, y documentan además los mecanismos demográficos subyacentes (supervivencia invernal y dispersión, en Bélgica), pero la "revisión" que los acompaña no despeja ninguna duda sobre la amplitud, magnitud y mecanismos generales del fenómeno en otros lugares y para otros organismos, incluso para otras aves. Se trata de una magnífica revisión sobre el papel de la competencia interespecífica en carboneros y afines, con muy buenas pistas para realizar elegantes experimentos con aves que acepten cajas nido y algunas claves para evitar errores en el diseño de estos experimentos. Y el placer de leer a alguien que ha dedicado su vida a un tema que claramente le apasiona.

En resumen, como todo buen libro científico este trabajo suscita muchas más preguntas de las que responde. Queda claro que, a pesar de todo lo que se ha trabajado en los últimos decenios, aún quedan aspectos interesantes que tratar en el tema de las interacciones entre estas especies, tanto en Europa como en América del Norte. Y muchas más para la mayor parte de las especies de aves, especialmente en latitudes tropicales. De la historia que detalla este libro se puede aprender mucho sobre cómo abordar estas preguntas de modo correcto, sin cometer errores y redescubrir la pólvora una y otra vez. Puede que se sepa poco sobre muchas especies de aves, pero muchos aspectos generales se conocen con suficiente solidez y detalle como para tener que conocerlos antes de iniciar nuevas investigaciones. La ciencia consiste en descubrir aspectos nuevos, no en reiterar los ya conocidos. Este libro lo ilustra con varios ejemplos clásicos desarrollados por algunos de los mejores ornitólogos del mundo. Aprendamos de ellos para seguir haciendo ciencia a hombres de gigantes; no hay otra manera.

MARIO DÍAZ

Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC)
Serrano 115 bis, E-28006 Madrid, España

Mario.Diaz@ccma.csic.es

Hornero 29(2):102–105, 2014

INVASIONES BIOLÓGICAS: EL CASO DE LAS AVES

BLACKBURN TM, LOCKWOOD JL & CASSEY P (2009) *Avian invasions. The ecology and evolution of exotic birds*. Oxford University Press, Oxford. 306 pp. ISBN 978-0-19-923254-3, precio: £ 73 (tapa dura); ISBN 978-0-19-923255-0, precio: £ 37.99 (rústica)

El libro sobre invasiones de aves escrito por Blackburn, Lockwood y Cassey nos muestra un panorama completo sobre lo que se ha estudiado de invasiones biológicas en aves, integrando conceptos ecológicos y evolutivos. Los autores son destacados estudiosos del fenómeno de las invasiones que lideran grupos de investigación en el tema y continúan haciendo importantes aportes y síntesis^{1,2}. Se presentan numerosos ejemplos de poblaciones introducidas de aves en diversas partes del mundo que permiten comprender la complejidad del proceso de invasión y dilucidar la existencia de ciertos patrones predominantes y los mecanismos subyacentes. Al mismo tiempo, se resalta la necesidad de nuevos estudios que permitan clarificar resultados contradictorios o poco claros, así como abordar temas poco estudiados. Es interesante la posibilidad de integración de los diferentes conceptos ejemplificados que ofrece la lectura del libro, pudiendo escapar de las limitaciones de una publicación científica forzada a ser breve y enfocada en uno o pocos aspectos del problema. De esta manera, en los sucesivos capítulos se hace referencia a lo presentado previamente, destacando la importancia relativa de los temas en un marco conceptual general.

En varios capítulos se presentan las distintas etapas del proceso de invasión y los factores que más influyen en cada etapa según lo indican las introducciones de aves estudiadas. En la segunda parte del libro, a partir del capítulo 7, el foco sale del proceso de invasión para hacer eje en las oportunidades de investigación que presentan las especies exóticas en el ámbito de la ecología, la evolución y la biogeografía. Frecuentemente se destaca la oportunidad que brindan las invasiones biológicas como una suerte de experimentos

naturales que permiten el estudio de varios fenómenos. Para alguien que trabaja en invasiones desde hace años, no deja de ser reconfortante leer que los autores plantean varias dificultades con estos “experimentos naturales”, como la falta de un tratamiento control y que la “manipulación” del sistema no está diseñada para poner a prueba los efectos de procesos específicos. Esto dificulta la posibilidad de identificar los procesos que generan los cambios que se observan en el sistema de estudio o saber cómo hubiera cambiado el sistema en la ausencia de intervención humana, además de las limitaciones de evaluar el efecto de un proceso específico cuando usualmente nos enfrentamos a varios que operan en simultáneo.

El libro está estructurado en 10 capítulos. Los primeros cinco presentan una revisión de los factores involucrados en las distintas etapas del proceso de invasión. El primer capítulo nos introduce al estudio de las aves exóticas, definiendo con el término “exótica” a las especies que fueron movidas por el hombre, ya sea accidental o intencionalmente, fuera de su rango de distribución original. Hay muchos registros de una larga historia de introducciones de aves en diversas regiones del mundo. Mientras que las primeras introducciones estuvieron asociadas a su utilización como recurso alimenticio cuando las poblaciones humanas colonizaron diferentes áreas del planeta, otros motivos fueron surgiendo en distintas épocas (e incluso hoy en día) como la caza, el control biológico, la estética visual y sonora y la nostalgia de los sitios de origen de los pobladores. A esto se suman introducciones con motivos de conservación y liberaciones accidentales o no planeadas. Más allá del motivo de la introducción, la invasión se describe como un proceso que atraviesa varias etapas con diferentes desafíos. La propuesta de realizar un análisis a nivel de especie para las etapas de transporte e introducción y a nivel poblacional para las etapas de establecimiento y expansión es un ejemplo de ideas sintéticas y clarificadoras que presentan los autores.

El capítulo 2 está dedicado a las dos primeras etapas del proceso de invasión: el transporte y la introducción. En aves, estas etapas presentan ciertas particularidades que resultan en un patrón no aleatorio de selección de especies a ser transportadas y sitios elegidos para su liberación, debido a los intereses que motivan las introducciones.

Los capítulos 3, 4 y 5 están centrados en la siguiente etapa: el establecimiento. Los estudios sobre aves permiten un análisis exhaustivo ya que se cuenta con información de muchas introducciones que han fallado en su establecimiento, un tipo de información difícil de obtener para otros taxa. El enfoque de los tres capítulos sigue la ya conocida trilogía evento–especie–sitio: la importancia del evento de introducción (capítulo 3), de las características de la especie introducida (capítulo 4) y del sitio de introducción (capítulo 5). La revisión de la importancia relativa de estos factores a la luz de los ejemplos en aves destaca el rol clave de las características del evento de introducción en el establecimiento de una población (capítulo 3). La presión de propágulos (i.e., el número de individuos introducidos) afecta directamente los problemas que enfrentan las poblaciones fundadoras, principalmente por efectos de estocasticidad demográfica y ambiental, efecto Allee y pérdida de variabilidad genética, como han destacado los autores en publicaciones previas³. Estos análisis son relevantes también para comprender procesos que permitan diseñar medidas de manejo para poblaciones pequeñas de aves que tengan un estatus de conservación comprometido. Los estudios sobre el rol de las características de las especies en el éxito de establecimiento no han encontrado asociaciones consistentes (capítulo 4). Sin embargo, es interesante cómo los autores proponen que al enmarcar el tema en términos de los problemas que enfrentan las poblaciones pequeñas sí se pueden obtener algunas conclusiones generales sobre los atributos de las especies que facilitan el establecimiento. Fundamentalmente, estos se refieren a la tasa de crecimiento poblacional, la predisposición al efecto Allee y la habilidad para afrontar cambios. Si bien hay poca evidencia para un patrón del tipo “todo o nada” (i.e., especies exitosas vs. especies que fallan) y se tienen resultados mixtos, la evidencia de estudios en aves indica que las especies difieren

en su probabilidad de establecimiento, lo que está ligado a características intrínsecas. Las variables que han sido estudiadas en este marco incluyen desde el tamaño corporal y de nidada hasta subrogantes de la tasa de crecimiento poblacional, la selección sexual, el modo de dispersión y la agregación asociados al efecto Allee, así como la amplitud de nicho, la flexibilidad comportamental y la inmunocompetencia, como indicadores de su capacidad para enfrentar condiciones novedosas. Los ejemplos indican, quizás de manera contraintuitiva, que el éxito de establecimiento tiende a ser mayor para especies con menores tasas de crecimiento, mientras que sí se observa la esperada correlación positiva con la amplitud de nicho (hábitat y dieta). El capítulo 5 evalúa el rol del sitio o lugar de liberación sobre el éxito de establecimiento y revisa las hipótesis tradicionales vinculadas a las características (bióticas y abióticas) de la comunidad invadida. Se analiza la relevancia relativa de interacciones como competencia, predación y mutualismo como mecanismos determinantes del éxito de invasión. Otra vez se sugiere la importancia de que ciertos factores cobran importancia luego de pasar filtros previos, como la presión de propágulos, y se desarrolla la importancia de los ambientes urbanos. Las urbanizaciones facilitan el establecimiento en amplias zonas de un número limitado de especies exóticas que alcanzan altas abundancias en relación a las nativas. Esta revisión baja del podio a la competencia como mecanismo determinante del éxito de invasión, algo sugerido en las primeras teorías de ecología de invasiones.

El capítulo 6 presenta una revisión de la extensa literatura sobre modelos de expansión geográfica de especies invasoras, con una introducción didáctica a los diferentes tipos de modelos aplicados a varios casos de estudio en aves. Una vez superadas las etapas de transporte, introducción y establecimiento, los autores abordan la predicción de la colonización de nuevas áreas que llevarán a la especie introducida a comportarse como especie invasora (algo que muchas no logran). Se describen patrones observados en aves (así como en otros taxa) de aumento de la tasa de expansión luego de un período de nula o baja expansión y varios modelos de expansión. Estos incluyen desde los clásicos que usaban el proceso de “difusión” de individuos con movi-

miento aleatorio en ambientes homogéneos con crecimiento poblacional exponencial, los que usan ecuaciones de difusión-reacción y ecuaciones integro-diferenciales, hasta muchos otros que complejizan en distinto grado el modelado de la dinámica de la población y del modo y distancia de dispersión, la incorporación de retrasos temporales en la dispersión y reproducción entre generaciones, y la heterogeneidad ambiental. Los autores destacan que hay mucho espacio para avanzar en estos estudios que pueden ligarse a cuestiones de manejo y prevención.

La segunda parte del libro desarrolla diversas oportunidades de investigación que ofrecen las especies exóticas, empezando en el capítulo 7 con los aspectos ecológicos. En este capítulo se tratan las nuevas interacciones que desarrollan las especies exóticas en la comunidad invadida, tanto con las especies nativas como con otras exóticas presentes. También se analiza la forma en que las especies introducidas modifican los patrones de diversidad a distintas escalas, destacando que el estudio de la relación riqueza-área presenta dificultades para independizarse del número de especies introducidas en áreas de diferente tamaño y con diferente densidad poblacional humana. Esto se repite en varias partes en las que se sugiere que las especies exóticas permiten estudiar importantes preguntas de la ecología pero siempre ligadas al impacto humano más que a procesos ecológicos naturales. También se presenta una revisión de impactos de aves exóticas donde se destaca su rol como reservorio de enfermedades o como dispersoras y, en menor medida, polinizadoras de plantas exóticas.

Los capítulos 8 y 9 consideran los resultados a largo plazo del establecimiento de aves exóticas. En el primero de ellos se analiza la variación genética de las poblaciones de aves exóticas, donde la evidencia indica que muchas poblaciones han perdido variación genética a través del proceso de introducción pero muchas otras mantienen una variación genética similar o aún mayor que las de las poblaciones nativas. Desafortunadamente no hay información para evaluar si la falta de variabilidad genética fue la causa de extinción de algunas de las cientos de poblaciones de aves exóticas que no se establecieron. Los autores reconocen que la mayor parte de la

información sobre estos temas fue generada en la década de 1980, por lo que sería conveniente reanalizarla con las nuevas técnicas moleculares, aumentando el número de especies examinadas que ilustren diferentes situaciones. El capítulo sobre evolución de aves exóticas (capítulo 9) presenta evidencias de cambio en los fenotipos observados en poblaciones de aves exóticas en períodos de tiempo relativamente cortos. Estos cambios se enmarcan en procesos evolutivos que pueden observarse en tiempos cortos dado que las interacciones abióticas y bióticas que las especies exóticas experimentan en el área invadida pueden diferir sustancialmente de las de su rango nativo, por lo que el proceso de introducción esencialmente actúa como una alteración rápida del régimen de selección. Este es el marco en el que se espera observar cambios evolutivos rápidos en especies exóticas, entre los cuales los casos más estudiados (*Carpodacus mexicanus* y *Passer domesticus*) muestran cambios en el tamaño corporal y la coloración.

En el último capítulo se hace una recapitulación de las principales lecciones que surgen del estudio de aves exóticas y su aporte a las invasiones biológicas en general, y se destacan preguntas importantes que aún quedan por indagar. Es interesante la propuesta de usar los patrones de transporte y liberación como “hipótesis nulas” en ecología de invasiones, sugiriendo que lo que requiere explicación ecológica son las desviaciones de este patrón que está mediado por la acción del hombre. Se alerta sobre la trampa de caer en falsas dicotomías o posibilidades alternativas en lugar de ver que muchas veces estamos frente a partes de un mismo proceso. Por ejemplo, tener en cuenta que el debate sobre la mayor o menor importancia de las características de la especie o del sitio en predecir el éxito de invasión no eran más que formas de abordar el estudio en unidades manejables que luego dio lugar a hipótesis alternativas a poner a prueba. Ahora puede verse cómo la interacción entre la especie y el hábitat tiene una enorme importancia en la determinación del éxito de establecimiento de una población de aves exóticas. Lo mismo ocurre con la dicotomía entre las fuerzas estocásticas o determinísticas que priman en el éxito de establecimiento.

El libro es altamente recomendable, es sencillo de leer y permite un abordaje integrador

a un proceso complejo en donde aún queda mucho por hacer. Uno de los temas faltantes en el libro es lo concerniente al manejo (prevención, control, erradicación) de poblaciones de aves exóticas, que es un tema con un gran desarrollo en las últimas décadas. Otro aspecto que puede gustar o no a ciertos lectores es la forma de presentación de las hipótesis sobre ecología de invasiones⁴, que son desarrolladas de manera integrada en los capítulos correspondientes pero puede no resultar fácil la comparación y el apoyo relativo que han recibido en estudios con aves exóticas. De todas maneras, esto sigue la línea general del libro de integración entre capítulos, ya que cada tema se relaciona con otros de capítulos anteriores o posteriores. Por ejemplo, la relación de la expansión con la presión de propágulos, las interacciones competitivas, las características de las especies, las relaciones filogenéticas y la tolerancia ambiental. Algo interesante que deja ver el libro, y los autores han resaltado en publicaciones posteriores, es que distintos filtros actúan en las distintas etapas del proceso de invasión y que al abordar el estudio de una o varias poblaciones introducidas es clave determinar en qué etapa del proceso de invasión se encuentran y saber que eso implica que han afrontado exitosamente las barreras previas. Todo esto teniendo en cuenta que, tal como dicen los autores, el experimento natural que representa la introducción de aves exóticas no ha sido bien diseñado. La introducción de muchas poblaciones de

muchas especies de diversas características en múltiples sitios usando un rango de protocolos diferentes indica que la variación en el éxito de establecimiento puede deberse a una amplia variedad de factores no controlados. Lejos de desalentarnos, el libro alimenta el desafío de adentrarnos en el mundo de las invasiones biológicas de la mano de las especies de aves exóticas.

¹ BLACKBURN TM, PYSEK P, BACHER S, CARLTON JT, DUNCAN RP, JAROSIK V, WILSON JRU Y RICHARDSON DM (2011) A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution* 26:333–339

² BLACKBURN TM, ESSL F, EVANS T, HULME PE, JESCHKE JM, KÜHN I, KUMSCHICK S, MARKOVÁ Z, MRUGALA A, NENTWIG W, PERGL J, PYSEK P, RABITSCH W, RICCIARDI A, RICHARDSON DM, SENDEK A, VILÀ M, WILSON JRU, WINTER M, GENOVESI P & BACHER S (2014) A unified classification of alien species based on the magnitude of their environmental impacts. *PLoS Biology* 12:e1001850

³ LOCKWOOD JL, CASSEY P Y BLACKBURN T (2005) The role of propagule pressure in explaining species invasions. *Trends in Ecology and Evolution* 20:223–228

⁴ JESCHKE JM (2014) General hypothesis in invasion ecology. *Diversity and Distributions* 20:1229–1234

M. LAURA GUICHÓN
INIBIOMA(CONICET–UNCo),
Centro de Ecología Aplicada del Neuquén,
Junín de los Andes, Argentina.
mlguichon@conicet.gov.ar

LIBROS DE RECIENTE APARICIÓN

- AVERY M (2014) *A message from Martha: the extinction of the Passenger Pigeon and its relevance today*. Bloomsbury. 304 pp. £ 16.99 (tapa dura)
- BALDASSARRE G (2014) *Ducks, geese, and swans of North America*. Johns Hopkins University Press. 1028 pp. US\$ 69.95 (d)
- BALLANCE D, GRIMMOND R, MOSS S, THOMAS J & TIGWELL E (2014) *Somerset atlas of breeding and wintering birds 2007-2012*. Somerset Ornithological Society. 336 pp. £ 35 (d)
- BARBER J (ed) (2012) *The chicken. A natural history*. Ivy Press. 224 pp. £ 19.99 (d)
- BEOLENS B, WATKINS M & GRAYSON M (2014) *The eponym dictionary of birds*. Bloomsbury. 624 pp. £ 50 (d)
- BOLHUIS JJ & EVERAERT M (eds) (2013) *Birdsong, speech, and language. Exploring the evolution of mind and brain*. MIT Press. 542 pp. £ 22.72 (d)
- BRUNO SF (2013) *Pato-mergulhão. Biologia e conservação do Pato-mergulhão (Mergus octosetaceus) no Parque Nacional da Serra da Canastra e entorno*. Universidade Federal Fluminense. £ 55.99 (rústica)
- BURTT EH JR & DAVIS WE JR (2013) *Alexander Wilson. The scot who founded American ornithology*. Belknap Press. 444 pp. £ 24.99 (d)
- D'ELIA J & HAIG SM (2013) *California condors in the Pacific Northwest*. Oregon State University Press. 208 pp. £ 18.50 (r)
- DOLBY T & CLARKE R (2014) *Finding Australian birds: a field guide to birding locations*. CSIRO Publishing. 602 pp. Au\$ 49.95 (r)
- DOWSETT-LEMAIRE F & DOWSETT RJ (2014) *The birds of Ghana. An atlas and handbook*. Tauraco Press. 714 pp. £ 34.99 (r)
- ELIAS G (2013) *Lista anotada das aves de Portugal continental*. Edición del autor. 142 pp. £ 11.90 (r)
- FANOUS S (2014) *A conspiracy of ravens: a compendium of collective nouns for birds*. Bodleian Library Publishing. 132 pp. £ 9.99 (d)
- GARCÍA BORBOROGLU P & BOERSMA PD (eds) (2013) *Penguins. Natural history and conservation*. University of Washington Press. 328 pp. £ 27.99 (r)
- GARNETT ST & FRANKLIN DC (eds) (2014) *Climate change adaptation plan for Australian birds*. CSIRO Publishing. 262 pp. Au\$ 69.95 (r)
- GATTER W (2013) *Birds of Liberia*. Christopher Helm. 320 pp. £ 38.99 (d)
- GOODFELLOW DL (2012) *Birds of Palmerston in Australia's top end*. Scrubfowl Press. 52 pp. £ 26.99 (r)
- GORMAN G (2014) *Woodpeckers of the world. A photographic guide*. Firefly Books. 528 pp. US\$ 49.95 (d)
- GÖTESSON LA (2013) *Birds of the Pitcairn Islands*. Edición del autor. 274 pp. £ 24.99 (r)
- GREWAL B & BHATIA G (2014) *A naturalist's guide to the birds of India, Pakistan, Nepal, Bhutan and Sri Lanka*. John Beaufoy Publishing. 176 pp. £ 9.99 (r)
- HANSSON LA & ÅKESSON S (eds) (2014) *Animal movement across scales*. Oxford University Press. 280 pp. £ 39.99 (r)
- DEL HOYO J, COLLAR NJ, CHRISTIE DA, ELLIOTT A & FISHPOOL LDC (eds) (2014) *Illustrated checklist of the birds of the world. Volume 1. Non-passerines*. Lynx Edicions. 904 pp. € 185 (d)
- JOHNSON WP & LOCKWOOD MW (2013) *Texas waterfowl*. Texas A&M University Press. 192 pp. £ 22.50 (r)
- KEITH AR & FOX RP (2013) *The birds of New Hampshire*. Nuttall Ornithological Club. 469 pp. US\$ 55 (d)
- KENNEDY AS (2012) *Birds of the Masai Mara*. Wild-Guides. 230 pp. £ 17.95 (r)
- KENNEDY AS (2014) *Birds of Kenya's Rift Valley*. Princeton University Press. 256 pp. US\$ 29.95 (r)
- KENNEDY AS (2014) *Birds of the Serengeti and Ngorongoro Conservation Area*. Princeton University Press. 224 pp. US\$ 27.95 (r)
- KING RJ (2013) *The Devil's Cormorant. A natural history*. University of New Hampshire Press. 352 pp. US\$ 24.95 (r)
- KNOBEL J (2013) *Eagles of Africa*. Sunbird Publishing. 216 pp. £ 23.50 (d)
- LACASA M (ed) (2013) *The book of raptors*. Photodigiscoping. 320 pp. £ 44.95 (d)
- LATTA SC & WALLACE KJ (2012) *Ruta Barrancoli: a bird-finding guide to the Dominican Republic*. National Aviary. 242 pp. £ 24.99 (r)
- LI YD & CHUAH LK (2013) *A naturalist's guide to the birds of Singapore*. John Beaufoy Books. 176 pp. £ 11.99 (r)
- MADGE S (2013) *Crows and jays. A guide to the crows, jays and magpies of the world*. A & C Black. 192 pp. £ 44.99 (d)
- MARTYNIUK MP (2012) *A field guide to Mesozoic birds and other winged dinosaurs*. Pan Aves. 192 pp. £ 29.99 (r)
- MCMULLAN M & NAVARRETE L (2013) *Fieldbook of the birds of Ecuador*. Fundación de Conservación Jocotoco. 224 pp. £ 23.95 (r)
- OLSEN J (2014) *Australian high country raptors*. CSIRO Publishing. 324 pp. Au\$ 69.95 (r)
- PEARCE-HIGGINS JW & GREEN RE (2014) *Climate change and birds: impacts and conservation responses*. Cambridge University Press. 468 pp. US\$ 120 (d)

- RHODES C (2014) *An unkindness of ravens: a book of collective nouns*. Michael O'Mara Books. 192 pp. £ 9.99 (d)
- DE ROY T, JONES M & CORNTHWAITE J (2013) *Penguins. Their world, their ways*. Christopher Helm. 240 pp. £ 34.99 (d)
- SHRUBB M (2013) *Feasting, fowling and feathers. A history of the exploitation of wild birds*. T & AD Poyser. 256 pp. £ 44.99 (d)
- SHUSHKEWICH V (2012) *More than birds. Adventurous lives of North American naturalists*. Dundurn Press. 296 pp. £ 18.99 (r)
- STEPHENSON T & WHITTLE S (2013) *The warbler guide*. Princeton University Press. 560 pp. £ 19.95 (r)
- STIRLING-AIRD P (2012) *Peregrine Falcon*. New Holland. 128 pp. £ 12.99 (r)
- STRYCKER N (2014) *The magic and mystery of birds. The surprising lives of birds and what they reveal about being human*. Souvenir Press. 288 pages. £ 18 (d)
- SUZUKI M (2012) *Birds' nests of the world*. Western Foundation of Vertebrate Zoology. 74 pp. £ 29.99 (d)
- TAYLOR M (2012) *Owls*. A&C Black. 224 pp. £ 21.99 (d)
- TAYLOR S (2012) *John Gould's extinct and endangered birds*. National Library of Australia. £ 84.99 (d)
- TELANDER T (2012) *Birds of North Carolina*. Falcon Guides. 104 pp. US\$ 9.95 (r)
- TELANDER T (2012) *Birds of South Carolina*. Falcon Guides. 104 pp. US\$ 9.95 (r)
- TELANDER T (2013) *Birds of Alaska*. Falcon Guides. 96 pp. US\$ 16 (r)
- TELANDER T (2013) *Birds of the Pacific Northwest*. Falcon Guides. 192 pp. US\$ 9.95 (r)
- TOFT R (2014) *National birds of the world*. Bloomsbury Publishing. 224 pp. £ 25 (d)
- VARESVOO M, PELTOMÄKI J & MÁTÉ B (2013) *The handbook of bird photography*. Rocky Nook. 358 pp. £ 32.50 (r)
- WILSON J (2013) *The birds of Ireland. A field guide*. Collins Press. 272 pp. £ 11.99 (r)
- WIRES LR (2014) *The Double-crested Cormorant. Plight of a feathered pariah*. Yale University Press. 368 pp. US\$ 30 (d)
- ZWARTS L, BIJLSMA RG, VAN DER KAMP J & WYMENGA E (2012) *Les ailes du Sahel. Zones humides et oiseaux migrants dans un environnement en mutation*. KNNV Uitgeverij. 564 pp. £ 59.99 (d)



EL HORNERO
REVISTA DE ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL



ÍNDICES

VOLUMEN 29

2014

CONTENIDOS

VOLUMEN 29 NÚMERO 1, AGOSTO 2014

Punto de vista

Adaptaciones y contraadaptaciones entre el Tordo Pico Corto (*Molothrus rufoaxillaris*) y el Tordo Músico (*Agelaioides badius*)

Adaptations and counteradaptations between the Screaming Cowbird (Molothrus rufoaxillaris) and the Baywing (Agelaioides badius)

MARÍA CECILIA DE MÁRSICO Y JUAN CARLOS REBOREDA 1–12

Artículos

Nidificación y alimentación de psittácidos introducidos en el noreste de la provincia de Buenos Aires, Argentina

Nesting and feeding of parrots in northeastern Buenos Aires Province, Argentina

LUCÍA M. IBAÑEZ, JUAN M. GIRINI, FACUNDO X. PALACIO Y DIEGO MONTALTI 13–22

Selección de dormideros por el Estornino Pinto (*Sturnus vulgaris*) en La Plata, Buenos Aires, Argentina

Roost selection by the European Starling (Sturnus vulgaris) in La Plata city, Buenos Aires, Argentina

JUAN M. GIRINI, FACUNDO X. PALACIO, MARÍA DEL C. DEL HUERTO Y NICOLÁS KUZMANICH 23–28

Distribución reproductiva y abundancia de gaviotas y gaviotines en el área natural protegida Bahía San Blas, Buenos Aires

Breeding distribution and abundance of gulls and terns in the Bahía San Blas protected area, Buenos Aires

NICOLÁS SUÁREZ, CRISTIAN MARINAO, TATIANA KASINSKY Y PABLO YORIO 29–36

Comunicaciones

Relación entre la estructura y la ubicación del nido del Varillero Ala Amarilla (*Agelasticus thilius*)

The relationship between structure and location in the nest of the Yellow-winged Blackbird (Agelasticus thilius)

MARICEL GRAÑA GRILLI Y DIEGO MONTALTI 37–40

Libros

Pesos de las aves del mundo (DUNNING JB JR: *CRC Handbook of avian body masses*)

M. CECILIA SAGARIO 41–43

Aves de Entre Ríos (DE LA PEÑA MR: *Distribución y citas de aves de Entre Ríos*)

ADOLFO H. BELTZER 43–44

El Mochuelo Boreal y las fluctuaciones de roedores (KORPIMÄKI & HAKKARAINEN: *The Boreal Owl. Ecology, behaviour and conservation of a forest-dwelling predator*)

ANA TREJO 44–45

Influenza Aviar (SWAYNE DE: *Avian Influenza*)

ALBERTO A. PÉREZ 46–47

Libros de reciente aparición 48–49

VOLUMEN 29 NÚMERO 2, DICIEMBRE 2014

Punto de vista

Neo y paleoornitología virtual

Neo and paleo virtual ornithology

CLAUDIA P. TAMBUSSI, FEDERICO J. DEGRANGE Y GERMÁN TIRAO 51–60

Artículos

- Patrones de comportamiento de dos especies de flamencos (*Phoenicoparrus andinus* y *Phoenicopterus chilensis*) y su relación con las condiciones meteorológicas de la laguna Melincué, Argentina, durante el invierno
Behavioural patterns of two flamingo species (Phoenicoparrus andinus and Phoenicopterus chilensis) and their relationship with weather conditions of Melincué Lagoon, Argentina, during winter
 CATERINA BARISÓN, NANCY CRUZ, MARCELO ROMANO E IGNACIO M. BARBERIS 61–71
- Asociación del Petrel de Anteojos (*Procellaria conspicillata*) con buques pesqueros en el Mar Argentino
Spectacled Petrel (Procellaria conspicillata) attending on fishing vessels in the Argentina Sea
 LEANDRO N. CHAVEZ, LEANDRO L. TAMINI, JUAN JOSÉ COPPA Y EDUARDO E. AGUILAR 73–79
- Evaluación del comportamiento territorial de cuatro especies de aves granívoras en el Monte central
Evaluation of the territorial behaviour of four species of sparrows in the central Monte desert
 M. CECILIA SAGARIO Y VÍCTOR R. CUETO 81–92

Comunicaciones

- Cortejo y cópula de una pareja de Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en un área de alimentación
Courtship and copulation of an Andean Condor (Vultur gryphus) pair in a feeding area
 VERÓNICA B. CAILLY-ARNULPHI, STELLA MARIS GIANNONI Y CARLOS E. BORGHI 93–95

Libros

- La biología de la migración de las aves (RAPPOLE: *The avian migrant. The biology of bird migration*)
 DIEGO T. TUERO 97–98
- Inmunología de aves (SCHAT ET AL.: *Avian immunology*)
 LUIS ADRIÁN DÍAZ 99–100
- Competencia interespecífica en aves (DHONDT: *Interspecific competition in birds*)
 MARIO DÍAZ 100–101
- Invasiones biológicas: el caso de las aves (BLACKBURN ET AL.: *Avian invasions. The ecology and evolution of exotic birds*)
 M. LAURA GUICHÓN 102–105
- Libros de reciente aparición 106–107
- Índices del volumen** 109–115

ÍNDICE DE ORGANISMOS

- Aegolius funereus* 44–45
Agelaioides badius 1–12
Agelasticus thilius 37–40
Amazona aestiva 14,16–21
Amazona tucumana 14,16,17,19,21
Andalgalornis steulleti 55
Anumbius annumbi 3
Aratinga acuticaudata 14
Aratinga leucophthalmus 14,16–21
Aratinga mitrata 14,16–21
Asthenes baeri 85

Calyptura cristata 42
Campephilus imperialis 42
Carpodacus mexicanus 104
Catharacta chilensis 76
Chrysococcyx 3
Chrysomus ruficapillus 39
Columba fasciata 41
Cuculus canorus 2
Culicivora caudacuta 42
Cyanistes caeruleus 100,101
Cyanoliseus patagonus 14,56

Diomedea 74
Diomedea bulleri 76
Diomedea cauta 76
Diomedea chlororhynchos 76
Diomedea chrysostoma 76
Diomedea epomophora 76
Diomedea exulans 76
Diomedea melanophris 76

Enicognathus ferrugineus 14,56

Falco sparverius 41
Furnarius rufus 3

Gelochelidon nilotica 32–35
Gnorimopsar chopi 6,8
Guira guira 57,58

Junco hyemalis 42

Larus atlanticus 30–35
Larus dominicanus 30–33,35
Larus maculipennis 31–35

Macronectes 74
Macronectes giganteus 76

Macronectes halli 76
Milvago chimango 32
Mimus saturninus 7
Molothrus bonariensis 4,6,7,9
Molothrus rufoaxillaris 1–12
Myiopsitta monachus 14,16,17,19,56

Nandayus nenday 14
Nycticorax nycticorax 32

Oceanites oceanicus 76
Oceanodroma macrodactyla 42

Parus major 100,101
Passer domesticus 104
Penelope 42
Phoeniconaias minor 62,68
Phoenicoparrus andinus 61–71
Phoenicoparrus jamesi 62
Phoenicopterus chilensis 61–71
Phoenicopterus ruber 62,68,69
Pionus maximiliani 14,16–21
Piranga rubra 41
Pitangus sulphuratus 3
Poospiza ornata 81–92
Poospiza torquata 81–92
Procellaria aequinoctialis 73–79
Procellaria conspicillata = *Procellaria aequinoctialis*
Procellaria westlandica 73
Propyrrhura auricollis 14,17,19,21
Pseudoleistes virescens 6,8
Puffinus gravis 76
Puffinus griseus 76
Pyrrhura frontalis 14,16–21
Pyrrhura molinae 14

Saltatricula multicolor 81–92
Spheniscus magellanicus 76
Sterna hirundinacea 31,32,35
Sterna trudeaui 31–33,35
Sturnella superciliaris 4
Sturnus vulgaris 23–28
Synallaxis 3

Thalasseus maximus 31,33–35
Thalasseus sandwicensis 31,33–35

Vultur gryphus 93–95

Zonotrichia capensis 42,81–92

ÍNDICE DE AUTORES

- Aguilar EE 73–79
Barberis IM 61–71
Barisón C 61–71
Beltzer AH 43–44
Borghi CE 93–95
Cailly-Arnulphi VB 93–95
Chavez LN 73–79
Coppa JJ 73–79
Cruz N 61–71
Cueto VR 81–92
Degrange FJ 51–60
Del Huerto MC 23–28
De Mársico MC 1–12
Díaz LA 99–100
Díaz M 100–101
Giannoni SM 93–95
Girini JM 13–22,23–28
Graña Grilli M 37–40
Guichón ML 102–105
Ibañez LM 13–22
Kasinsky T 29–36
Kuzmanich N 23–28
Marinao C 29–36
Montalti D 13–22,37–40
Palacio FX 13–22,23–28
Pérez AA 46–47
Reboreda JC 1–12
Romano M 61–71
Sagarío MC 41–43,81–92
Suárez N 29–36
Tambussi CP 51–60
Tamini LL 73–79
Tirao G 51–60
Trejo A 44–45
Tuero DT 97–98
Yorio P 29–36

REVISORES

El equipo editorial de *El Hornero* agradece a los colegas que han evaluado los manuscritos enviados a la revista. Su labor desinteresada permite mantener el rigor y la relevancia en los artículos publicados. Abajo está la lista completa de los revisores que actuaron en este volumen.

Pablo Alarcón
Christopher B. Anderson
Pedro G. Blendinger
Leandro Bugoni
Cintia Cornelius
Natalia Cozzani
Gisele Pires M. Dantas
Enrique Derlindati
Soledad Díaz
José A. Donázar
Karolina Fierro-Calderón
Vanina D. Fiorini
Esteban Frere
Diego González Zevallos
Luis Jacome
Sebastián Jiménez
Maura B. Kufner

Lucas Leveau
Alejandro Loydi
Bettina Mahler
Virginia Mascitti
Viviana Massoni
Myriam Mermoz
Eduardo T. Mezquida
Eduardo Pavez
Salvador J. Peris
Pablo Petracchi
Luis Rivera
Ramón Alberto Sosa
Karina L. Speziale
Claudio Tobar Bórquez
Pablo Tubaro
Pablo Vergara

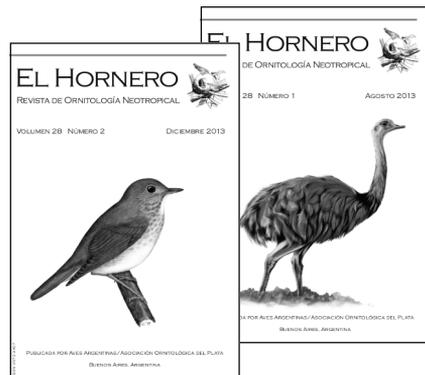


EL HORNERO

REVISTA DE ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL

PUBLICADA POR AVES ARGENTINAS/ASOCIACIÓN ORNITOLÓGICA DEL PLATA

UNA PUBLICACIÓN LÍDER EN ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL



El Hornero—Revista de Ornitología Neotropical, establecida en 1917, es publicada por Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata. Las contribuciones son resultados originales de investigación sobre biología de aves. Los artículos pueden ser teóricos o empíricos, de campo o de laboratorio, de carácter metodológico o de revisión de información o de ideas, referidos a cualquiera de las áreas de la ornitología. La revista está orientada —aunque no restringida— a las aves del Neotrópico. *El Hornero* se publica dos veces por año (un volumen de dos números) y está incluida en *Scopus*, *Biological Abstracts*, *Zoological Record*, *BIOSIS Previews*, *LATINDEX (Catálogo y Directorio)*, *BINPAR*, *Catálogo Colectivo de Publicaciones Periódicas (CAICYT)*, *Núcleo Básico de Revistas Científicas Argentinas*, *Ulrich's Periodicals Directory*, *Wildlife & Ecology Studies Worldwide*, *OWL*, *Ornithology Exchange*, *SciELO* y *SCImago*.

¡SUSCRÍBASE AHORA!

Suscripción anual:

Vol. 30, números 1 y 2 (2015)

- Socios AA/AOP: \$ 190
- No socios AA/AOP: \$ 380
- En el exterior : U\$S 65
(solo con tarjeta de crédito)

Números atrasados: solicitar información sobre disponibilidad y precios en info@avesargentinas.org.ar

Formas de pago: giro postal; cheque a la orden de Aves Argentinas – AOP; depósito en cualquier sucursal del Banco Santander Río, cuenta corriente 042-15209/1, enviándonos el cupón.

Tarjeta de crédito (marque) AMEX / VISA / MASTERCARD

Número Vencimiento / /

Firma Código de seguridad

Nombre y apellido

DNI Fecha de nacimiento / /

Domicilio

Localidad CP

Provincia Teléfono

Correo electrónico



Para obtener información acerca de Aves Argentinas/AOP, asociarse o adquirir otras publicaciones:

Matheu 1248

C1249AAB Buenos Aires, Argentina

Tel/FAX: (54)(11) 4943 7216/17/18/19

Correo electrónico: info@avesargentinas.org.ar

Internet: <http://www.avesargentinas.org.ar>



Las 1.000 especies de aves de la Argentina te están necesitando...

...sumate a la bandada de Aves Argentinas y ayudanos a ayudarlas.

Asociándote a Aves Argentinas, apoyás numerosas iniciativas a favor de las aves y sus ambientes

ESPECIES

Unas 113 especies de aves argentinas están en peligro de extinción.

Aves Argentinas está coordinando la elaboración de la nueva **Lista Roja de Aves**, apoyando **planes de acción para especies amenazadas** e inventariando las **aves de parques nacionales** y reservas. Lideramos censos y otros estudios de campo sobre aves en riesgo.



GENTE

Todos podemos ayudar a la naturaleza.

Hace ya 20 años organizamos la **Escuela Argentina de Naturalistas**, con las orientaciones Naturalista de Campo e Intérprete Naturalista. En el mes de octubre celebramos el **Festival Mundial de las Aves**, en el que participan movilizados de todas las provincias. Impulsamos la **Observación de Aves y Plantas** a través de cursos, publicaciones y una red de Clubes de Observadores de Aves (COA).



HABITATS

Procuramos generar cambios a gran escala.

Participamos de un gran esfuerzo mundial para revertir la situación crítica que están atravesando **los mares** y sus albatros y petreles; impulsamos la creación de **reservas naturales urbanas** para mejorar la calidad de vida de la población y estamos integrados a la Alianza de Conservación de los Pastizales para generar acciones concretas en **defensa de nuestras pampas**.



SITIOS

Hacemos aportes concretos en el terreno.

Desde el 2000 coordinamos el programa **Áreas Importantes para la Conservación de las Aves** (AICAS o IBAS), que promueve la conservación de 270 sitios claves. Desde 1995 administramos la **Reserva El Bagual**, en el Chaco Oriental. Cuenta con 530 especies entre peces, anfibios, reptiles, mamíferos y aves y 574 especies de flora. Además, impulsamos la creación de nuevas reservas naturales privadas, como **El Potrero**, en la provincia de Entre Ríos.



Matheu 1246/8 - (C1249AAB) Buenos Aires, Argentina. Tel: 54 11 4943-7216 al 19
www.avesargentinas.org.ar / info@avesargentinas.org.ar



El Hornero publica resultados originales de investigación sobre biología de aves. Los artículos pueden ser teóricos o empíricos, de campo o de laboratorio, de carácter metodológico o de revisión de información o de ideas, referidos a cualquiera de las áreas de la ornitología. La revista está orientada —aunque no restringida— a las aves del Neotrópico. Se aceptan trabajos escritos en español o en inglés.

El editor de *El Hornero* trabaja en coordinación con el editor de la revista asociada *Nuestras Aves*, en la cual se publican observaciones de campo. Son de incumbencia de *El Hornero*: (1) artículos con revisiones extensivas (i.e., no locales) de la distribución de una especie o grupos de especies; (2) registros nuevos o poco conocidos (i.e., que no existan citas recientes) para la Argentina; y (3) registros nuevos de nidificación para la Argentina (i.e., primera descripción de nidos). En *Nuestras Aves*, en cambio, se publican: (1) registros de aves poco conocidas (pero con citas recientes) para la Argentina; (2) registros nuevos o poco conocidos en el ámbito provincial; (3) registros poco conocidos de nidificación; y (4) listas comentadas.

Las contribuciones pueden ser publicadas en cuatro secciones: (1) **artículos**, trabajos de extensión normal que forman el cuerpo principal de la revista; (2) **comunicaciones**, trabajos de menor extensión, que generalmente ocupan hasta cuatro páginas impresas; (3) **punto de vista**, artículos sobre tópicos seleccionados de interés ornitológico, generalmente escritos por autores invitados de quienes se esperan revisiones detalladas que resumen el estado actual del conocimiento sobre un tema o bien un enfoque creativo o monográfico en temas controvertidos; y (4) **revisiones de libros**, evaluaciones críticas de libros y monografías recientes de interés general para ornitólogos.

El Hornero se publica dos veces por año (un volumen de dos números). *El Hornero* está incluida en *Scopus*, *Biological Abstracts*, *Zoological Record*, *BIOSIS Previews*, *LATINDEX* (Catálogo y Directorio), *BINPAR* (*Bibliografía Nacional de Publicaciones Periódicas Argentinas Registradas*), *Catálogo Colectivo de Publicaciones Periódicas* (CAICYT), *Núcleo Básico de Revistas Científicas Argentinas*, *Ulrich's Periodicals Directory*, *OWL* (*Ornithological Worldwide Literature*), *Wildlife & Ecology Studies Worldwide*, *Ornithology Exchange*, *SciELO* (*Scientific Electronic Library Online*) y *SCImago*.

GUÍA ABREVIADA PARA AUTORES

Toda comunicación relacionada con el manuscrito o con aspectos editoriales debe ser enviada al editor. Los autores deben leer cuidadosamente las instrucciones para autores (*Hornero* 23:111–117) antes de preparar su manuscrito para enviarlo a *El Hornero*. Se sugiere tomar como ejemplo los artículos que aparecen en la revista.

El manuscrito debe ser enviado por correo electrónico, como un archivo de procesador de texto añadido. Es indispensable que adjunte la dirección electrónica del autor con el cual se mantendrá contacto durante el proceso editorial.

La carátula deberá contener el título completo del trabajo en el idioma original y en el alternativo (inglés o español), nombre y dirección de los autores, y título breve. Envíe un resumen en el idioma original del trabajo y otro en el idioma alternativo, en cada caso con 4–8 palabras clave.

Organice el texto en secciones con títulos internos de hasta tres niveles jerárquicos. Los títulos de nivel 1 recomendados son (respetando el orden): Métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Bibliografía Citada. Nótese que no hay título para la introducción. Las comunicaciones pueden o no estar organizadas en secciones con títulos internos.

Antes de enviar el manuscrito, revise cada cita en el texto y en su lista de bibliografía, para asegurarse que coincidan exactamente y que cumplan con el formato requerido. Las citas deben estar ordenadas alfabéticamente.

No incluya en la Bibliografía resúmenes, material no publicado o informes que no sean ampliamente difundidos y fácilmente accesibles. Las citas de artículos deben seguir exactamente el formato de los artículos que aparecen en la revista.

Las tablas y las figuras deben entenderse sin necesidad de la lectura del texto del trabajo. Los epígrafes de tablas y de figuras deben ser exhaustivos. Cada tabla debe comenzar en una nueva página, numerada, a continuación de su epígrafe. Las tablas, como el resto del manuscrito y los epígrafes, deben estar escritas a doble espacio. No use líneas verticales y trate de minimizar el uso de las horizontales dentro de la tabla. Puede usar como guía las tablas publicadas en la revista. Cada figura debe ocupar una página separada, numerada, a continuación de una página que contenga todos los epígrafes. Las figuras no deben estar dentro de cajas. No coloque títulos en los gráficos. No envíe figuras en colores. Use barras y símbolos negros, blancos (abiertos) y rayados gruesos; trate de evitar los tonos de gris. Las figuras deben ser diseñadas en su tamaño final. Las fotografías solo deben incluirse si proveen información esencial para entender el artículo. Deben ser “claras” y con alto contraste. Nómbrelas y numérelas como si fueran figuras.

Los manuscritos son enviados a revisores externos. El proceso editorial —entre la recepción original del manuscrito y la primera decisión acerca de su publicación— es usualmente de no más de tres meses. La versión final aceptada del manuscrito es corregida por el editor para cumplir con estándares científicos, técnicos, de estilo o gramaticales. Las pruebas de imprenta son enviadas al autor responsable para su aprobación poco antes de la impresión de la revista, como un archivo en formato PDF. *El Hornero* envía 10 separatas impresas y una versión en formato PDF del trabajo publicado al autor responsable, sin cargo, una vez editada la revista.

EL HORNERO

REVISTA DE ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL

VOLUMEN 29 NÚMERO 2

DICIEMBRE 2014

CONTENIDO / CONTENTS

Punto de vista

Neo y paleoornitología virtual

Neo and paleo virtual ornithology

CLAUDIA P. TAMBUSSI, FEDERICO J. DEGRANGE Y GERMÁN TIRAO 51–60

Artículos

Patrones de comportamiento de dos especies de flamencos (*Phoenicoparrus andinus* y *Phoenicopterus chilensis*) y su relación con las condiciones meteorológicas de la laguna Melincué, Argentina, durante el invierno

Behavioural patterns of two flamingo species (Phoenicoparrus andinus and Phoenicopterus chilensis) and their relationship with weather conditions of Melincué Lagoon, Argentina, during winter

CATERINA BARISÓN, NANCY CRUZ, MARCELO ROMANO E IGNACIO M. BARBERIS 61–71

Asociación del Petrel de Antojos (*Procellaria conspicillata*) con buques pesqueros en el Mar Argentino

Spectacled Petrel (Procellaria conspicillata) attending on fishing vessels in the Argentina Sea

LEANDRO N. CHAVEZ, LEANDRO L. TAMINI, JUAN JOSÉ COPPA Y EDUARDO E. AGUILAR 73–79

Evaluación del comportamiento territorial de cuatro especies de aves granívoras en el Monte central

Evaluation of the territorial behaviour of four species of sparrows in the central Monte desert

M. CECILIA SAGARIO Y VÍCTOR R. CUETO 81–92

Comunicaciones

Cortejo y cópula de una pareja de Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en un área de alimentación

Courtship and copulation of an Andean Condor (Vultur gryphus) pair in a feeding area

VERÓNICA B. CAILLY-ARNULPHI, STELLA MARIS GIANNONI Y CARLOS E. BORGHI 93–95

Libros 97–107

Índices del volumen 109–115
