

EL HORNERO

REVISTA DE ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL



VOLUMEN 33 NÚMERO 2

DICIEMBRE 2018



PUBLICADA POR AVES ARGENTINAS/ASOCIACIÓN ORNITOLÓGICA DEL PLATA

BUENOS AIRES, ARGENTINA

EL HORNERO

REVISTA DE ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL



Establecida en 1917



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



Disponible en línea
www.scielo.org.ar



Pertenece a BirdLife
International, una alianza
global de organizaciones
conservacionistas.

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

BETTINA MAHLER
Universidad de Buenos Aires

MARIO DÍAZ
Museo Nacional de Ciencias Naturales

MANUEL NORES
Universidad Nacional de Córdoba

ROSENDO FRAGA
CICyTTP - Diamante

JUAN CARLOS REBOREDA
Universidad de Buenos Aires

PATRICIA GANDINI
Universidad Nacional de la Patagonia Austral

CARLA RESTREPO
University of Puerto Rico

ALEX E. JAHN
Indiana University

PABLO TUBARO
Museo Argentino de Cs. Naturales B. Rivadavia

FABIÁN JAKSIC
Universidad Católica de Chile

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 elec-
trónico: elhornero@avesargentinas.org.ar

Administración

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

PORTADA.— De majestuoso porte, el Águila Mora (*Geranoaetus melanoleucus*) es un accipítrido que se distribuye por los Andes desde Venezuela hasta Tierra del Fuego y en Argentina, Paraguay, Uruguay y el este y sur de Brasil. Relativamente común, frecuenta una gran variedad de ambientes, pero especialmente las áreas abiertas. En este número, Villegas-Davies y colaboradores (pp. 113–119) aportan información sobre su ecología reproductiva y alimentaria en el noroeste de la provincia de Chubut, Argentina. Ilustración: Otto Besel.

Hornero 33(2):81–83, 2018

FIN DE CICLO: PERSPECTIVA Y BALANCE

"Everything has to come to an end, sometime"

(L Frank Baum, *The marvelous land of Oz*)

*"The feeling is less like an ending
than just another starting point"*

(Chuck Palahniuk, *Choke*)

Recientemente la Comisión Directiva de Aves Argentinas decidió un recambio de equipo editorial en *El Hornero*. En consecuencia, éste es el último número editado bajo mi dirección, cumpliendo así casi 20 años de trabajo ininterrumpido. En efecto, la responsabilidad de la edición de la revista quedó en mis manos durante la segunda mitad de 2000 y el primer número apareció en agosto de 2001. Con éste, se completa un total de 36 números publicados para los que he actuado como editor, correspondientes a 18 volúmenes (16–33; periodo 2001–2018).

Durante los años transcurridos desde que aceptara hacerme cargo de la revista se produjeron notables cambios, no solo en el ámbito de las publicaciones académicas en general, sino particularmente en *El Hornero*. La edición científica pasó de ser una práctica realizada en gran parte en papel a una totalmente electrónica. Cuando inicié mi labor, los intercambios editoriales con revisores y autores implicaban en una alta proporción copias impresas enviadas por correo postal, mientras que actualmente el proceso editorial completo (así como la producción misma de cada número) es totalmente digital. El manejo electrónico de manuscritos (que se consolidó en 2003) y los cambios en la tecnología disminuyeron sensiblemente el tiempo de procesamiento, beneficiando principalmente a los autores. El último cambio en la política de *El Hornero* que estuvo orientado en esa dirección

fue la instrumentación, en los últimos dos años, de la modalidad de publicación en línea de los artículos aceptados en su versión preliminar ("online early"). Esto permite a los autores contar con su trabajo en prensa en su formato final (excepto por los números de página) antes de que se cierre y envíe a imprenta el número correspondiente.

Antes de 2001, *El Hornero* nunca había tenido una aparición regular: tuvo volúmenes de tres, cuatro y hasta cinco números, que nunca abarcaron un año calendario¹. Uno de mis primeros objetivos como editor fue precisamente regularizar su publicación. Desde agosto de 2001 se produjo anualmente un volumen de dos números de aparición semestral (en agosto y en diciembre). Esto fue muy importante para posicionar desde ese momento a la revista como un medio de publicación confiable.

Un par de novedades en la estructura de la revista tuvieron como finalidad hacerla académicamente más atractiva a través del aporte de autores especialmente convocados que ofrecieron contribuciones relevantes para el desarrollo de las distintas áreas de investigación ornitológica. La primera fue la sección *Punto de Vista*, que rápidamente se transformó en un excelente vehículo para acercar a los lectores a desarrollos metodológicos, datos novedosos, ideas controvertidas y revisiones exhaustivas de interés para ornitólogos. Se publicaron 13 artículos en esta sección, desde

el que apareció en el primer número, dedicado al rol de las revistas de ornitología², hasta la revisión sobre genómica en estudios de conservación de aves incluido en este último³. La segunda novedad fue la decisión de editar números especiales sobre temáticas específicas con artículos de autores invitados bajo la dirección de un equipo de coeditores. Fueron seis números especiales de mucha repercusión, dedicados a aves marinas, aves migratorias, aves rapaces, salud y conservación de aves silvestres, loros y, el más reciente, a la creciente disciplina de la etno-ornitología.

La tradicional sección de revisiones de libros estuvo siempre activa, pero creció notablemente a partir de 2012 cuando se decidió la incorporación de un editor asociado dedicado específicamente al manejo editorial de las revisiones. Víctor Cueto (originalmente parte del Comité Editorial de la revista) tomó esta sección a su cargo, proporcionando de manera particularmente eficiente un flujo constante de reseñas de libros de interés para los ornitólogos. En estos 18 años se publicó en *El Hornero* un total de 99 revisiones de libros.

Otro desafío al comenzar mi trabajo como editor era incrementar la visibilidad de la revista; a lo largo de los años se logró su incorporación en los principales servicios de indexación académica y en numerosos portales de publicaciones científicas. Fue rápidamente incluida en el Núcleo Básico de Revistas Científicas Argentinas (CAICYT-CONICET) y en el Catálogo del Proyecto LATINDEX, que reúne a las revistas científicas y técnicas de mayor calidad académica y editorial de Iberoamérica. En 2006 fue incorporada en el portal SciELO (donde están disponibles los volúmenes completos desde 2003) y en 2008 se sumó a Scopus, la base de citas bibliográficas y resúmenes de literatura científica más grande del mundo, producida por la editorial internacional Elsevier. *El Hornero* tiene ahora mayor impacto y visibilidad en la comunidad científica, sumando un reconocimiento (local, regional e internacional) importante para los autores, que pueden acceder a un universo mucho más amplio de potenciales lectores.

En la misma línea, trabajamos en la digitalización de todos los contenidos de la revista desde su primer número, en un principio para editarlos en un DVD que se entregó a los asistentes a la Reunión Argentina de Ornitología

de Formosa (2011), pero que luego incorporamos, además, en repositorios digitales de libre acceso. Actualmente, la colección completa de *El Hornero* está disponible libremente en formato digital en la Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires y en la página de la revista en el sitio de Internet de Aves Argentinas.

Como editor, desde mediados de 2000 hasta fines de 2018 he manejado 413 manuscritos, que se convirtieron en 268 trabajos publicados (excluyendo editoriales, obituarios y revisiones de libros). Estos números corresponden a un promedio de casi 15 artículos publicados por año (14.5 artículos por año durante el periodo 2001–2010, 15.4 durante 2011–2018), consolidándose la tendencia de fuerte aumento en el número de trabajos publicados en *El Hornero* durante las últimas seis décadas⁴. Cada uno de estos manuscritos y artículos publicados contó con un proceso editorial que incluyó el arbitraje de, usualmente, tres colegas (cuatro en algunos casos; nunca menos de dos). Podría decirse que una buena parte de mi trabajo ha estado sustentada en los comentarios y correcciones de los 474 revisores que colaboraron desinteresadamente con la revista (muchos de ellos en varias ocasiones) durante estos años.

El porcentaje de manuscritos aceptados para su publicación fue relativamente alto durante todo el periodo, aunque fue decreciendo con el correr del tiempo, desde más del 75% en 2000–2001 hasta un 68.5% en 2016–2018. Una buena proporción de los manuscritos rechazados tuvieron una opción de reenvío, en la que se invitaba a los autores a enviar una segunda versión del trabajo incorporando los cambios sustanciales sugeridos por los revisores. Estos manuscritos seguían un nuevo proceso editorial (contactándose a nuevos revisores) y muchos de ellos fueron aceptados luego de esa segunda rueda de evaluación. Esta práctica demandó un esfuerzo editorial extra (esos manuscritos podían llegar a tener un total de seis revisiones), pero ofrecía a los autores la posibilidad de rescatar los aspectos valiosos de sus investigaciones o hallazgos y de mejorar la presentación de su trabajo^{4–6}. De esta manera, la revista cumplió un rol muy importante ayudando a autores jóvenes o de menor experiencia en el ámbito

académico a hacer sus primeras armas en la publicación científica^{2,5}, alejándose de una postura elitista con el objetivo de ampliar la difusión del conocimiento ornitológico. En el mismo sentido, no quiero dejar de destacar que durante todos estos años *El Hornero* fue una revista de verdadero acceso abierto (i.e., sin restricciones para los lectores, que acceden libremente a sus contenidos, ni para los autores, a quienes no se les cobra por publicar), un fenómeno lamentablemente cada vez menos frecuente entre las publicaciones científicas, fuertemente condicionadas por los intereses económicos de las grandes editoriales⁵.

Confío en que los avances producidos en la estructura y alcances de *El Hornero* durante el periodo que hoy concluye no solo se mantengan, sino que sean profundizados por el nuevo equipo editorial, a quien deseo el mayor de los éxitos. Espero que, tal como me sucede a mí con este trabajo que me apasiona, encuentren que el enorme esfuerzo de llevar adelante la revista es a la vez una experiencia absolutamente gratificante. El nuevo equipo tendrá ahora la responsabilidad de dar un nuevo impulso a una revista científica que ya ha festejado su centenario¹; una publicación prestigiosa, referencia obligada de la ornitología neotropical, la primera en español dedicada a las aves.

Quiero concluir esta nota final agradeciendo a todos los que estuvieron relacionados con mi trabajo a lo largo de tantos años. En primer lugar, cronológicamente, a la dirigencia de la Asociación Ornitológica del Plata (que, en el camino, devino en Aves Argentinas) que allá por principios del nuevo siglo depositó en mí la confianza y la libertad para manejar la revista, así como a quienes en los años que siguieron mantuvieron su apoyo. Tengo una enorme deuda con mis compañeros de equipo, Fernando Milesi y Víctor Cueto, con quienes compartí la totalidad de las actividades asociadas a la publicación de la revista, incluyendo las alegrías y los malos ratos, las presiones y los disfrutes. Agradezco a todos los miembros del Comité Editorial por haber

aportado su prestigio y por estar allí cuando la oportunidad lo requería. A los revisores, que con sus comentarios constructivos contribuyeron de manera decisiva a transformar manuscritos originales de distinta calidad en trabajos interesantes y relevantes para la ornitología neotropical. A los autores que vieron en *El Hornero* un vehículo para dar a conocer sus hallazgos, ideas e investigaciones, por su paciencia y dedicación en trabajar en los cambios propuestos por los revisores. Y, finalmente, a los lectores que hayan disfrutado del material publicado; espero que esa lectura haya incentivado a la presentación de datos propios o a generar nuevos estudios. No se me escapa que al mencionar al Comité Editorial, revisores, autores y lectores estoy haciendo referencia al colectivo de ornitólogos de Argentina y el Neotrópico, por lo que podría decirse que, en el fondo, estoy agradecido a la ornitología. Visto desde esa perspectiva, estos años han constituido un gran desafío para mí. Sigo sosteniendo, como decía al comenzar mi trabajo editorial⁷, que ha sido un gran honor ser editor de *El Hornero*. Espero que los 36 números que ha producido este equipo editorial hayan sido del agrado de todos.

¹ LOPEZ DE CASENAVE J (2017) Un Hornero de cien años. *Hornero* 32:193–196

² DÍAZ M (2001) ¿Qué es y para qué sirve una revista de ornitología? *Hornero* 16:3–6

³ MAHLER B (2018) La conservación de las aves en la era de la genómica. *Hornero* 33:85–96

⁴ LOPEZ DE CASENAVE J (2010) El Hornero despliega sus alas... *Hornero* 25:49–53

⁵ RABINOVICH J (2004) *Ecología Austral* y las tendencias mundiales en las publicaciones científicas: algunas reflexiones a guisa de despedida como editor. *Ecología Austral* 14:95–98

⁶ OESTERHELD M (2010) A modo de editorial. *Ecología Austral* cumple 20 años. Una pasión inexplicable. *Ecología Austral* 20:1

⁷ LOPEZ DE CASENAVE J (2001) Editorial. *Hornero* 16:1–2

JAVIER LOPEZ DE CASENAVE
Editor





LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES EN LA ERA DE LA GENÓMICA

BETTINA MAHLER

*Laboratorio de Ecología y Comportamiento Animal, Depto. Ecología, Genética y Evolución,
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires e IEGEBA (UBA–CONICET).
Piso 4, Pab. 2, Ciudad Universitaria, C1428EHA Buenos Aires, Argentina. bemahler@ege.fcen.uba.ar*

RESUMEN.— Las técnicas de secuenciación masiva o secuenciación de próxima generación han cambiado la forma de obtener datos genéticos para los estudios de conservación en aves, pasando del análisis de unos pocos loci ubicados en una pequeña porción del genoma a la obtención de información de cientos a miles de loci ubicados a lo largo de todo el genoma. Un mayor número de marcadores brinda más información para estudios filogenéticos, de introgresión y de estructuración poblacional, y permite una mejor estimación de los parámetros demográficos. Índices como la heterocigosis, el parentesco, la paternidad y la endogamia pueden ser estimados con mayor precisión. Además, uno de los mayores aportes de los estudios genómicos es la identificación de variación tanto adaptativa como neutra. En este trabajo se explica brevemente la base metodológica de la secuenciación masiva y se muestran ejemplos de la utilización de datos genómicos en estudios de conservación en aves.

PALABRAS CLAVE: *conservación, genética de la conservación, genómica, secuenciación de próxima generación.*

ABSTRACT. AVIAN CONSERVATION IN THE GENOMICS ERA.— Next-generation sequencing techniques have changed the way of obtaining genetic data for studies in avian conservation, from the analysis of a few loci located in a small portion of the genome to obtaining information from hundreds to thousands of loci distributed all over the genome. A larger number of markers provides more information for phylogenetic, introgression and population structure studies, and allows a better estimation of demographic parameters. Measures such as heterozygosity, parentage, paternity and inbreeding can be estimated more accurately. In addition, one of the greatest contributions of genomic studies is the identification of both adaptive and neutral variation. In this paper I briefly explain the methodological basis of next-generation sequencing and show examples of the use of genomic data in conservation studies in birds.

KEY WORDS: *conservation, conservation genetics, genomics, next-generation sequencing.*

La idea de que los principios de la genética se pueden aplicar a la conservación de las especies fue introducida en 1974 por Otto Frankel. En su trabajo, Frankel planteaba la necesidad de incorporar una perspectiva evolutiva a la conservación y de conservar las variantes genéticas actuales, maximizando así el potencial adaptativo de las especies para que puedan hacer frente a los cambios inciertos del futuro (Frankel 1974). La disciplina que enmarca el estudio de marcadores genéticos

para ser utilizados en problemas de conservación es conocida como genética de la conservación (Frankham 1995) y su aplicación se extiende a numerosos aspectos, tales como la resolución de conflictos taxonómicos, el análisis de estructura poblacional, los estudios de paternidad y parentesco, la hibridación y la pérdida de variabilidad por endogamia (Frankham 2010). En los últimos años, las técnicas de secuenciación masiva o secuenciación de próxima generación (en inglés NGS; “next

generation sequencing”) han revolucionado los estudios genéticos (Goodwin et al. 2016). Tradicionalmente, los análisis genéticos utilizados para estudios de conservación se basaban en unos pocos loci, representando una porción minúscula del genoma. Con el advenimiento de las nuevas tecnologías, el genoma puede ser muestreado de una forma mucho más densa, obteniendo loci representativos de toda su extensión.

El genoma de las aves está compuesto por 900–1300 millones de pares de bases (aproximadamente 1 Gb; Gregory 2005), un tercio del genoma de los mamíferos, pero se estima que ambos contienen unos 30 000 genes. Esta diferencia en tamaño se debe a una pérdida de ADN repetitivo en aves, quienes, en comparación a otros vertebrados, tienen menos intrones y secuencias más cortas entre genes (Zhang et al. 2014b). Además, las aves poseen una estructura cromosómica y una ploidía conservadas, así como una menor cantidad de rearrreglos (Ellegren 2010). Los genomas completos de numerosas especies de aves se encuentran actualmente disponibles en las bases de datos B10K (Zhang et al. 2014a) y Avianbase (Eöry et al. 2015). Para especies que no cuentan con un genoma ensamblado, una situación frecuente para especies amenazadas, la estructura conservada del genoma de las aves genera una alta confiabilidad en el uso del genoma de especies emparentadas como referencia (Galla et al. en prensa).

DE LA GENÉTICA A LA GENÓMICA DE LA CONSERVACIÓN

El principio básico de la genética de la conservación es que una reducción en la variabilidad genética aumenta los riesgos de extinción y, por lo tanto, que ésta debe ser conservada (Frankham 2005). Las ventajas de la existencia de variabilidad genética en una población están relacionadas con la adaptabilidad en el mediano y largo plazo y con el potencial adaptativo a un ambiente cambiante (Pertoldi et al. 2007). Se ha discutido la aplicabilidad de este principio a poblaciones pequeñas, debido a que en éstas la deriva génica cobra una importancia mucho mayor que la selección, lo que hace que todos los caracteres y genes sean, en efecto, selectivamente neutros (Gomulkiewicz y Holt 2006). En general, los estudios genéticos basados en marcadores selectivamente neu-

tros han encontrado una correlación entre la variabilidad y el tamaño poblacional. Sin embargo, la relación entre una menor variabilidad y una pérdida de adecuación biológica (“fitness”) no es tan clara (Ouborg et al. 2010; aunque ver Bouzat 2010). Esto ha puesto en duda la representatividad que tienen los marcadores neutros de la variación genómica subyacente. Los marcadores genéticos neutros no son necesariamente relevantes para entender la dinámica de genes funcionales sujetos a selección, los cuales pueden ser útiles para determinar el potencial adaptativo de una especie a cambios ambientales (Hedrick 2001, Gilligan et al. 2005). Uno de los mayores aportes de los estudios genómicos es que, como consecuencia de su alta densidad de cobertura del genoma, pueden identificar tanto variación adaptativa como neutra (Ellegren 2014) y permiten así estudiar variación genética que es funcionalmente importante (genes adaptativos o deletéreos; Kohn et al. 2006). Los estudios de genómica funcional en ecología y evolución (o ecogenómica) se concentran en la estructura y el funcionamiento de un genoma para entender la relación de un organismo con su entorno biótico y abiótico (van Straalen y Roelofs 2006), brindando un fundamento mecanístico a los fenómenos ecológicos y evolutivos. Esta aproximación permite ir más allá de preguntar si una especie está amenazada y pasar a preguntar por qué está amenazada (Ouborg et al. 2010).

Otro aspecto relevante del estudio de la diferenciación entre loci neutros y adaptativos es la identificación de unidades de conservación (Funk et al. 2012). Las unidades de conservación son unidades poblacionales de una especie usadas para guiar esfuerzos de manejo y conservación (Fraser y Bernatchez 2001). La caracterización de estas unidades a partir de datos genómicos que permiten identificar loci adaptativos es particularmente útil cuando se esperan diferencias entre poblaciones, como por ejemplo en especies con gradientes ambientales o con tamaños efectivos poblacionales grandes (en los cuales la selección es una fuerza más poderosa que la deriva), o también en presencia de bajas tasas de migración (donde el flujo génico no impide la fijación de adaptaciones locales). Identificar diferencias adaptativas entre unidades de conservación es importante, por un lado, para la priorización de las poblaciones que se van a

Tabla 1. Diferentes tipos de análisis genómicos y sus aplicaciones en estudios de aves.

Técnica	Representación del genoma	Aplicaciones
Secuenciación del genoma completo	Genoma completo	Asociación de genes a fenotipos, filogenias, patrones específicos de divergencia genómica, hibridación
Representación reducida del genoma	Loci anónimos	Estructuración poblacional y estimaciones de parámetros demográficos, patrones generales de divergencia genómica, paternidad y parentesco, introgresión
RNA-seq	Transcriptoma	Análisis de expresión, estructuración poblacional
Captura de secuencias conocidas	Regiones específicas	Análisis de regiones codificantes o regulatorias, estructuración poblacional

conservar y, por otro lado, para considerar qué poblaciones serán utilizadas como fuente en el caso de traslocaciones (Funk et al. 2012). Las traslocaciones son medidas de manejo para especies amenazadas que comprenden el movimiento intencional y liberación de un organismo en su ambiente natural para su conservación (IUCN Species Survival Commission 2013). Para la identificación de unidades de conservación, Funk et al. (2012) recomiendan un análisis jerárquico que abarque tanto marcadores neutros como adaptativos.

En general, con los métodos de secuenciación masiva, los estudios pasaron del formato de “muchos individuos, pocos genes” al de “pocos individuos, muchos genes” (McMahon et al. 2014), haciendo particularmente importante que el muestreo sea representativo (Meirmans 2015). Los estudios genómicos aplicados a la conservación utilizan un número mayor de marcadores que los estudios genéticos realizados previamente con algunos marcadores mitocondriales o nucleares y permiten, de esta forma, una mejor estimación de los parámetros demográficos. Índices tales como la heterocigosis, el parentesco, la paternidad y la endogamia pueden ser estimados con mayor precisión (Avisé 2010). Además, un mayor número de marcadores brinda más información para estudios filogenéticos, de introgresión y de estructuración poblacional.

SECUENCIACIÓN DE PRÓXIMA GENERACIÓN

A diferencia de la secuenciación tradicional de Sanger (Sanger et al. 1977) que genera fragmentos de aproximadamente 1000 bases con

bajo error (99.9% de certeza), las técnicas de secuenciación de próxima generación generan fragmentos más cortos (100–400 bases, dependiendo de la plataforma: Illumina, Ion-Proton o 454-pyrosequencing) con mayor error (99.5% de certeza), pero poseen un alto rendimiento debido a la secuenciación masiva en paralelo. En los últimos años se han desarrollado nuevas plataformas capaces de generar secuencias de 2000–10000 bases (Pacific Biosystems, Oxford Nanopore Technologies, Illumina synthetic long reads), que aunque poco utilizadas en estudios poblacionales son muy útiles para el ensamble de genomas completos.

Las técnicas de secuenciación de próxima generación permiten investigar la variación genómica a través de dos grandes aproximaciones: el estudio del genoma completo y el estudio de una representación reducida del genoma mediante la obtención de sitios polimórficos únicos (SNPs, por sus siglas en inglés). Otra forma de estudiar una porción del genoma es recuperando regiones específicas a través del estudio del transcriptoma (RNA-seq; ver detalles en Ozsolak y Milos 2011) o la captura de secuencias conocidas (ver detalles en Teer et al. 2010, Kiialainen et al. 2011). Para la elección de alguna de las técnicas disponibles hay que definir los objetivos del estudio y evaluar la densidad de marcadores requerida, teniendo en cuenta factores tales como la disponibilidad de un genoma de referencia y el nivel de polimorfismo del genoma de estudio. La tabla 1 muestra algunos ejemplos de estudios que utilizan las diferentes técnicas (ver también Toews et al. 2015, Oyler-McCance et al. 2016).

A continuación, se presenta un resumen general de las dos primeras aproximaciones (ver detalles en Davey et al. 2011, Fuentes-Pardo y Ruzzante 2017) y los pasos que las componen. El primer paso en ambos casos consiste

en la digestión del genoma usando enzimas de restricción (Fig. 1). En este paso, la elección de las enzimas, cuyas secuencias blanco pueden diferir en la longitud, la simetría o la proporción de GC vs AT de los sitios de res-

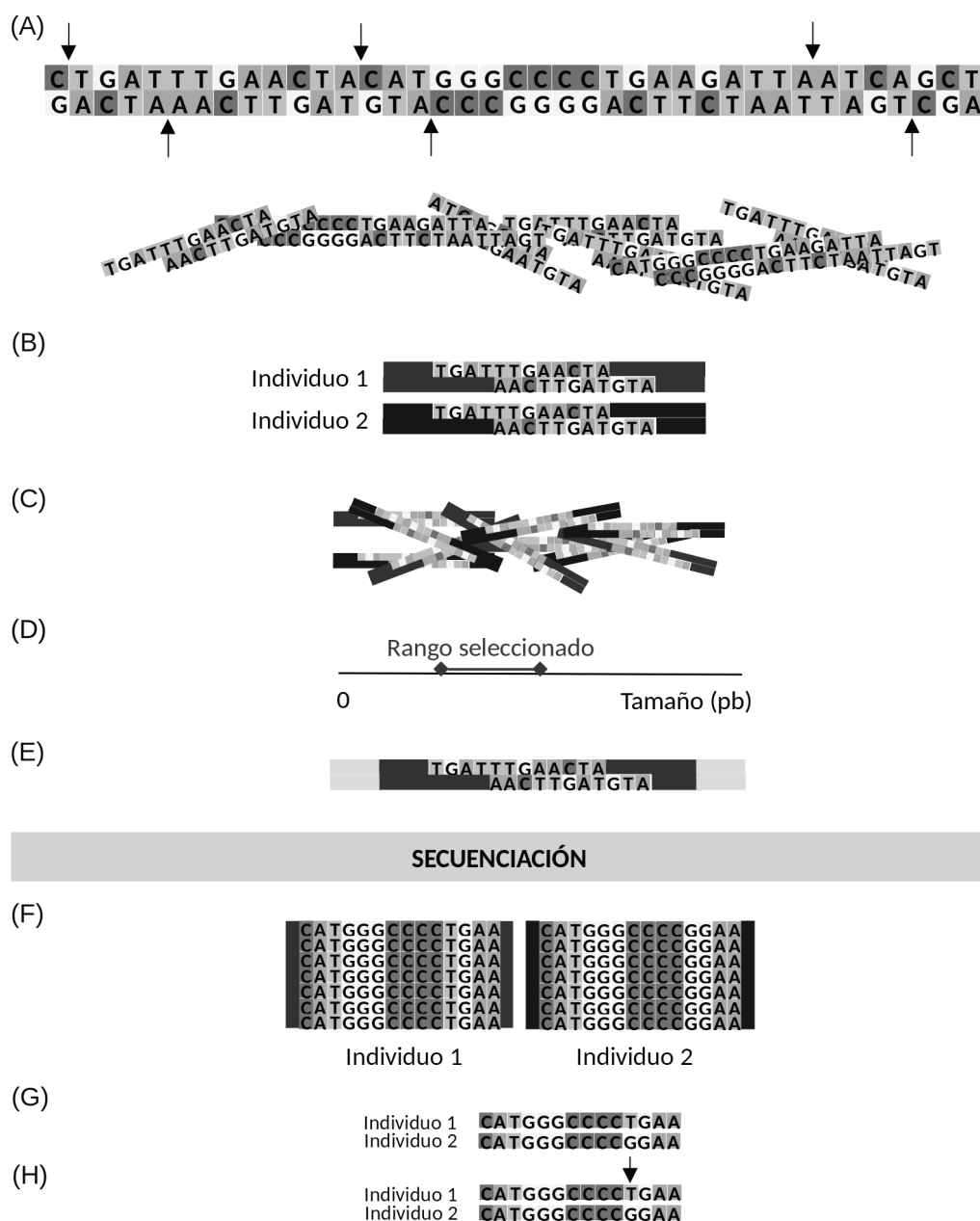


Figura 1. Protocolo básico de la técnica de secuenciación masiva de representación reducida del genoma para la obtención de sitios polimórficos únicos (SNPs), incluyendo la preparación de la biblioteca (A-E) y el análisis bioinformático (F-H). (A) Digestión con enzimas de restricción (los sitios de corte, indicados con flechas, son específicos de cada enzima). (B) Ligación de códigos de identificación individual ("barcodes"). (C) Mezcla de productos de diferentes individuos ("multiplexing"). (D) Selección del tamaño (en pares de bases) de los fragmentos. (E) Ligación de adaptadores de secuenciación. (F) Alineación de fragmentos. (G) Alineación de fragmentos homólogos. (H) Identificación de SNPs.

tricción, así como en la sensibilidad a la metilación, permite generar fragmentos de mayor o menor tamaño.

Estudio del genoma completo

Para estudiar el genoma completo, el siguiente paso es ligar los fragmentos a adaptadores que permiten la secuenciación en una plataforma determinada. Las secuencias obtenidas se alinean de forma de obtener aquellas que representan la misma porción del genoma. El número de secuencias para un determinado fragmento es lo que se denomina profundidad o cobertura de la secuenciación y es representada con $\times$. Una profundidad de $10\times$ indica que, en promedio, un fragmento (i.e., un locus) fue secuenciado 10 veces. A continuación, los fragmentos contiguos con superposición parcial se ensamblan en "contigs", que a su vez se ensamblan en "scaffolds". Estos últimos se ordenan, alinean y ensamblan en una secuencia genómica *de novo*. Cuando se realiza una re-secuenciación del genoma completo, utilizando un genoma de referencia, los fragmentos se mapean al genoma de referencia.

Estudio de una representación reducida del genoma

Existen distintas maneras de estudiar una representación reducida del genoma, como RAD-seq (Baird et al. 2008), ddRAD-seq (Peterson et al. 2012) o GBS (Elshire et al. 2011). Con estas técnicas se obtienen de cientos a miles de SNPs que representan un 1–5% del genoma. Los procedimientos generales para todas ellas pueden resumirse en una selección del tamaño de los fragmentos de restricción (Fig. 1), que permite trabajar con una porción del producto de digestión. Para un reconocimiento posterior de la muestra individual se liga una secuencia identificatoria ("barcode") a los fragmentos antes de la unificación de los numerosos productos de digestión ("multiplexing"). Los SNPs contenidos en los fragmentos secuenciados se obtienen alineando los loci homólogos entre muestras, sin requerir necesariamente de un genoma de referencia. Un genoma de referencia permite no solamente mapear los fragmentos con menos error, sino también conocer su ubicación en los cromosomas.

Cada corrida de secuenciación con técnicas de próxima generación genera millones de

secuencias. A pesar de ello, no todos los fragmentos se verán amplificados y esto inevitablemente genera variabilidad en el número de individuos representados por locus y el número de loci por individuo, además de las incertezas que surgen en la asignación de genotipos por loci e individuos. Estos factores son esenciales para el diseño experimental, que debe optimizar el balance entre la densidad de marcadores (elección de las enzimas de restricción y rango del tamaño de los fragmentos), el número de individuos o poblaciones muestreadas y la profundidad de la secuenciación. Además, todas las plataformas de secuenciación introducen error. Para procesar los millones de secuencias e identificar SNPs se deben especificar los parámetros que optimicen la alineación de secuencias similares, especialmente cuando no hay un genoma de referencia disponible. Si estos parámetros son muy laxos (i.e., permiten muchos errores) se pueden alinear secuencias no ortólogas, mientras que si son muy rigurosos, secuencias del mismo locus pueden ser partidas en diferentes loci (Harvey et al. 2016, Paris et al. 2017). La optimización de estos parámetros es fundamental para identificar la variabilidad intra e interindividual, que permite, en los análisis posteriores ("downstream"), hacer inferencias a nivel poblacional o de especie. Es importante destacar que una primera instancia del análisis bioinformático de las secuencias obtenidas es el filtrado por su calidad, para así minimizar la tasa de error en los pasos posteriores.

ESTUDIOS DE GENÓMICA DE LA CONSERVACIÓN EN AVES

Estructura poblacional

Los cambios en el ambiente que generan respuestas demográficas o selectivas en las especies se reflejan en la composición genética de las poblaciones. Los estudios genéticos son usados para estimar el grado y la organización de la diversidad genética en las poblaciones y a partir de ellos se pueden inferir las dinámicas espacio-temporales. En las especies amenazadas, las poblaciones estructuradas genéticamente se denominan unidades de manejo o conservación y corresponden a poblaciones demográficamente independientes, genéticamente diferenciables (Funk et al. 2012). La genómica de poblaciones ha permi-

tido mapear el genoma con suficiente densidad como para detectar fuerzas que afectan regiones particulares (e.g., homocigosis, recombinación reducida). Es decir, en lugar de utilizar algunos loci representativos para estimar el efecto promedio que tienen las fuerzas evolutivas, permite detectar variaciones en estas fuerzas a lo largo del genoma (Allendorf 2017).

Las técnicas de representación reducida permiten revisar miles de polimorfismos a lo largo del genoma que pueden estar afectados por diversos procesos evolutivos (deriva, selección, recombinación, mutación) y presentar diferentes niveles de variabilidad (Ellegren 2013). Los marcadores neutros permiten detectar diferenciación genética entre poblaciones por deriva o flujo génico reducido, mientras que las regiones genómicas bajo selección permiten detectar diferencias adaptativas entre poblaciones o similitudes que pueden haber sido retenidas de la población ancestral o adquiridas por evolución convergente (Narum et al. 2013). Un estudio realizado en *Falco mexicanus* utilizando SNPs encontró que las poblaciones muestreadas en el oeste de Estados Unidos conforman una unidad panmítica y pueden ser consideradas una única unidad de conservación (Doyle et al. 2018). Sin embargo, un análisis más detallado de los loci con mayor divergencia entre las poblaciones muestreadas exhibió diferencias en las variantes de un gen relacionado con el desarrollo embrionario, que en gorriones del género *Passer*, por ejemplo, actuaría como barrera reproductiva (Elgvin et al. 2017).

En comparación a los marcadores tradicionales, los genómicos pueden detectar una estructuración genética más sutil. Langin et al. (2018) estudiaron la estructuración poblacional de *Lagopus leucura* con 12 microsatélites y aproximadamente 15000 SNPs. Ambos marcadores coincidieron en los patrones principales de estructuración genética, aunque en un análisis jerárquico los SNPs mostraron una estructuración más leve dentro de los grupos principales. En presencia de una estructuración poblacional sutil, es importante considerar la biología de la especie para interpretar las barreras y tasas de flujo génico (Shafer et al. 2015). Además, los marcadores genómicos pueden detectar un aislamiento entre poblaciones antes de que esto se refleje en una

monofilia recíproca del ADN mitocondrial, permitiendo delimitar poblaciones que requieren de esfuerzos independientes de conservación y manejo (Peters et al. 2016).

Las especies migratorias están declinando a nivel mundial y representan un desafío particular para entender la conectividad de las poblaciones a lo largo del ciclo anual (Runge et al. 2014, Marra et al. 2015). La utilización de SNPs permitió una resolución más fina de la estructura en *Cardellina pusilla* (Ruegg et al. 2014) y *Passerina ciris* (Battey et al. 2017). En un trabajo reciente sobre *Protonotaria citrea*, DeSaix et al. (en prensa) encontraron una diferenciación significativa entre dos sitios de nidificación en América del Norte utilizando miles de SNPs. Un análisis más fino permitió rescatar los 600 SNPs que mejor reflejaban esta diferenciación y permitían una asignación precisa de los individuos muestreados en áreas de invernada a sus áreas reproductivas, brindando información sobre la conectividad de ambas áreas. La información acerca del movimiento de las especies migratorias es crucial para la toma de decisiones para su conservación.

Estudios de asignación basados en marcadores tradicionales también han sido utilizados para el manejo de individuos de especies amenazadas rescatadas del tráfico de fauna (Fernandes y Caparroz 2013, Domínguez et al. en prensa). Las principales amenazas para el Cardenal Amarillo (*Gubernatrix cristata*) son la transformación del hábitat y la captura para el tráfico ilegal de fauna (BirdLife 2018). Con el objetivo de generar un plan de manejo para individuos decomisados por las fuerzas de seguridad, que habitualmente se depositan en centros de rescate tales como zoológicos, Domínguez et al. (en prensa) determinaron genéticamente la procedencia geográfica de los individuos incautados utilizando un marcador mitocondrial y 10 loci microsatélites. Esto permitió la liberación de los individuos en sus áreas de origen, reforzando de esta forma las poblaciones naturales. *Kittacincla malabarica* es un ave del sudeste asiático que ha sufrido una importante reducción poblacional como consecuencia de las capturas ilegales para satisfacer el mercado de aves de jaula. Ng et al. (2017) realizaron un análisis genómico para asignar la procedencia de individuos hallados en libertad en Singapur,

donde la especie no se encontraba desde hace décadas. Los resultados mostraron que estas aves habrían escapado del cautiverio y eran originarias de Malasia. Los estudios genómicos de asignación, basados en la estructuración poblacional de las especies, permiten generar programas de manejo que ayuden a la conservación de aves víctimas del tráfico ilegal de fauna.

Taxonomía y filogenia

La habilidad para proteger y conservar las poblaciones naturales depende del reconocimiento apropiado de las especies (Mace 2004, Zink 2004). Aunque la legislación de algunos países reconoce las poblaciones distintivas o subespecies, los esfuerzos de conservación están mayormente dirigidos a las especies y las poblaciones en proceso de declinación pueden no ser tenidas en cuenta si pertenecen a una especie común con distribución amplia (Pratt y Mittermeier 2016). En Argentina, por ejemplo, se han reconocido dos linajes recíprocamente monofiléticos del Cauquén Colorado (*Chloephaga rubidiceps*), uno continental y otro para las Islas Malvinas, utilizando tanto marcadores mitocondriales (Bulgarella et al. 2014) como genómicos (Kopuchian et al. 2016). A pesar de que en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza la especie figura en la categoría de Preocupación menor (IUCN 2018), la declinación de la población continental ha sido drástica en las últimas décadas, con menos de 1000 individuos en la actualidad, en contraposición a los más de 40000 individuos presentes en Islas Malvinas. La designación de la población continental como un taxón independiente es una acción crítica para redefinir su categoría de conservación y tomar medidas para recuperarla (Kopuchian et al. 2016).

En otro estudio reciente basado en SNPs, Andersen et al. (2017) mostraron la divergencia genética que existe entre las poblaciones de aves que habitan distintas islas del archipiélago de Fiji, en el sudeste asiático, y propusieron cambios en su estatus taxonómico, así como la necesidad de generar planes de conservación independientes para cada una de ellas. Klicka et al. (2016), por su parte, reevaluaron las cuatro subespecies de *Vireo bellii* descritas en base a caracteres morfo-

lógicos utilizando marcadores mitocondriales y SNPs. Ambos marcadores apoyaron la delimitación de dos unidades taxonómicas, una de distribución occidental y otra oriental, pero los marcadores genómicos mostraron, además, una subdivisión de dos grupos dentro de cada una de las unidades. En base a estos resultados, los autores propusieron la delimitación de dos especies con dos subespecies cada una, en lugar de cuatro subespecies. Esta re-determinación del estatus taxonómico de las unidades evolutivamente independientes tiene implicancias para la conservación, al redefinir la distribución, abundancia, amenazas y opciones de manejo para cada taxón.

Paternidad y parentesco

El gran número de marcadores que generan las técnicas de representación reducida del genoma permiten una mejor estimación de los índices de parentesco y de las asignaciones parentales. Tradicionalmente, este tipo de estudios se basaba en aproximadamente 10–20 loci microsatélites, que generalmente eran desarrollados para cada especie en particular dado que los sitios de complementariedad de los “primers” no siempre coinciden entre especies o los mismos loci no presentan polimorfismos (Primmer et al. 2005). El desarrollo de microsatélites es un proceso costoso que se ha visto facilitado con las técnicas de próxima generación (e.g., Grohme et al. 2013, Hartmann et al. 2014), aunque sigue requiriendo de una serie de procedimientos de prueba y validación que lo hacen relativamente laborioso. En contraste, el desarrollo de SNPs es más rápido y directo. Aunque cada SNP es bialélico, comparado con la naturaleza multi-alelica de los microsatélites (y, por lo tanto, menos informativo a nivel de locus individual; Ball et al. 2010), un panel de SNPs (100–200 marcadores) resulta más informativo que una decena de loci microsatélites (Weinman et al. 2015, Kaiser et al. 2017, Thrasher et al. 2018). En un trabajo realizado sobre un ave promiscua y socialmente compleja, *Malurus lamberti*, Thrasher et al. (2018) presentaron un método universal para el desarrollo de SNPs que no requiere de un proceso de validación especie-específico y genera resultados más precisos que los obtenidos con microsatélites.

Además de brindar información acerca de la biología reproductiva y la dispersión en pobla-

ciones silvestres, los estudios de parentesco son particularmente importantes para el manejo de poblaciones *ex situ* que requieren de una estrategia para la reproducción de los animales en cautiverio. El consenso para las poblaciones cautivas es que sean demográficamente sustentables y genéticamente variables, para contribuir significativamente a la conservación *in situ* de la especie (Lacy 2013). En muchos casos, las poblaciones cautivas cuentan con un pedigree y relaciones de parentesco conocidas. Sin embargo, en presencia de individuos de origen desconocido o una ausencia del seguimiento del parentesco entre individuos, la utilización de marcadores genómicos puede aportar información acerca del parentesco entre individuos y la paternidad de potenciales reproductores. En los últimos años, la utilización de SNPs permitió conocer el parentesco entre individuos de poblaciones en cautiverio de varias especies de aves (Labuschagne et al. 2015, Lee et al. 2018). Además, los índices de parentesco son utilizados para la formación de parejas, seleccionando a los individuos que maximicen las diferencias genéticas (Lacy 1994). Aunque *a priori* esta estrategia minimiza la pérdida de variabilidad genética, estas parejas no siempre resultan reproductivamente exitosas y evidencias muestran que la elección de pareja juega un rol fundamental en muchas especies (Martin-Wintle et al. en prensa).

Variación adaptativa

Diferentes regiones del genoma evolucionan a tasas distintas. Mientras las regiones evolutivamente neutras se ven afectadas por las tasas de mutación características del grupo, las que están bajo selección verán aumentados (selección direccional) o disminuidos (selección estabilizadora) sus niveles de variación. Los estudios genómicos permiten abordar nuevos aspectos de la variación adaptativa (Stapley et al. 2010), tales como la cantidad de loci involucrados y su efecto o el tipo de variación genética (e.g., mutaciones, rearrreglos). Cuando los organismos de un determinado sitio tienen una ventaja adaptativa en su ambiente comparado con individuos de otros sitios, ocurre un fenómeno de adaptación local (Kawecki y Ebert 2004). La acción de la selección natural a lo largo del tiempo puede llevar a una divergencia adaptativa de los caracteres favo-

rables y sus frecuencias alélicas subyacentes (Savolainen et al. 2013). En híbridos de individuos parentales pertenecientes a poblaciones divergentes, esta diferenciación puede expresarse en una depresión por exogamia (Frankham et al. 2011). A través de evaluaciones genómicas, las técnicas de próxima generación permiten identificar sitios con divergencia inusualmente alta entre poblaciones o sitios con una alta asociación de variantes con ambientes particulares (Hoban et al. 2016). En los últimos años, algunos trabajos estudiaron la asociación entre variantes genómicas y el ambiente. Por ejemplo, Andrew et al. (en prensa) encontraron que poblaciones de *Passer domesticus* sometidas a mayores niveles de plomo en Australia mostraban diferencias en regiones del genoma que podrían estar relacionadas con procesos metabólicos asociados a este metal, indicando una respuesta adaptativa a la contaminación. En otro estudio, Rugg et al. (2018) encontraron variantes genéticas asociadas al clima en *Empidonax traillii* y con estos datos predijeron la vulnerabilidad de distintas poblaciones al cambio climático.

En procesos de especiación incipiente se reconocen islas de divergencia, que corresponden a áreas del genoma que incluyen loci clave para la especiación y presentan tasas de divergencia mayores a las áreas con loci neutros (Wu 2001, Feder et al. 2012). Evaluaciones del genoma en taxa con divergencia reciente mostraron que los niveles de divergencia son heterogéneos a lo largo del genoma y que son pocas las regiones que muestran una divergencia mayor a la de las regiones neutras. En dos grupos de aves, estas regiones estaban relacionadas con la regulación de la coloración del plumaje, que juega un rol fundamental para el reconocimiento intraespecífico (Poelstra et al. 2014, Campagna et al. 2017). Es importante considerar que una mayor diferenciación también puede surgir en regiones con propiedades estructurales asociadas a bajas tasas de recombinación (Noor y Bennett 2009) o en cromosomas sexuales o secuencias mitocondriales, que poseen un menor tamaño efectivo (Charlesworth 2001), y no estar asociadas a procesos de selección. Además, cuando se usan técnicas de representación reducida del genoma algunas consideraciones metodológicas, como el número de individuos muestreados por población y la elección de

las enzimas de restricción, pueden evitar sesgos en las tasas de diferenciación y en las regiones representadas, respectivamente (Campagna et al. 2015).

CONCLUSIONES

Las técnicas de secuenciación masiva permiten obtener un gran número de marcadores genómicos en corto tiempo. La reducción en los costos año tras año las convierte en herramientas esenciales para la incorporación de información genómica a los estudios de conservación. La información sobre la estructura de las poblaciones, los parámetros demográficos, la paternidad y el parentesco, la hibridación y los loci involucrados en la variación adaptativa puede mejorar las acciones de manejo y los planes de conservación para especies de aves amenazadas.

AGRADECIMIENTOS

A J. Lopez de Casenave por la invitación a contribuir con este artículo y a V. V. Lía por sus comentarios sobre el manuscrito. A la Agencia Nacional de Promoción Científica y Técnica (PICT 2015-0569) y a Banco Galicia (Premios FOCA) por el financiamiento.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ALLENDORF FW (2017) Genetics and the conservation of natural populations: allozymes to genomes. *Molecular Ecology* 26:420–430
- ANDERSEN MJ, MANTHEY JD, NAIKATINI A Y MOYLE RG (2017) Conservation genomics of the silktail (Aves: *Lamprolia victoriae*) suggests the need for increased protection of native forest on the Natewa Peninsula, Fiji. *Conservation Genetics* 18:1277–1285
- ANDREW SC, TAYLOR MP, LUNDREGAN S, LIEN S, JENSEN H Y GRIFFITH SC (en prensa) Signs of adaptation to trace metal contamination in a common urban bird. *Science of the Total Environment*
- AVISE JC (2010) Perspective: conservation genetics enters the genomics era. *Conservation Genetics* 11:665–669
- BAIRD NA, ETTER PD, ATWOOD TS, CURREY MC, SHIVER AL, LEWIS ZA, SELKER EU, CRESKO WA Y JOHNSON EA (2008) Rapid SNP discovery and genetic mapping using sequenced RAD markers. *PloS One* 3:e3376
- BALL AD, STAPLEY J, DAWSON DA, BIRKHEAD TR, BURKE T Y SLATE J (2010) A comparison of SNPs and microsatellites as linkage mapping markers: lessons from the zebra finch (*Taeniopygia guttata*). *BMC Genomics* 11:art218
- BATTEY CJ, LINCK EB, EPPERLY KL, FRENCH C, SLAGER DL, SYKES PW Y KLICKA J (2017) A migratory divide in the Painted Bunting (*Passerina ciris*). *American Naturalist* 191:259–268
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2018) *Species factsheet: Gubernatrix cristata*. BirdLife International, Cambridge (URL: <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/yellow-cardinal-gubernatrix-cristata>)
- BOUZAT JL (2010) Conservation genetics of population bottlenecks: the role of chance, selection and history. *Conservation Genetics* 11:463–478
- BULGARELLA M, KOPUCHIAN C, DI GIACOMO AS, MATUS R, BLANK O, WILSON RE Y MCCracken KG (2014) Molecular phylogeny of the South American sheldgeese with implications for conservation of Falkland Islands (Malvinas) and continental populations of the Ruddy-headed Goose *Chloephaga rubidiceps* and Upland Goose *C. picta*. *Bird Conservation International* 24:59–71
- CAMPAGNA L, GRONAU I, SILVEIRA LF, SIEPEL A Y LOVETTE IJ (2015) Distinguishing noise from signal in patterns of genomic divergence in a highly polymorphic avian radiation. *Molecular Ecology* 24:4238–4251
- CAMPAGNA L, REPENNING M, SILVEIRA LF, SUERTEGARAY FONTANA C, TUBARO PL & LOVETTE IJ (2017) Repeated divergent selection on pigmentation genes in a rapid finch radiation. *Science Advances* 3:art1602404
- CHARLESWORTH B (2001) The effect of life-history and mode of inheritance on neutral genetic variability. *Genetical Research* 77:153–166
- DAVEY JW, HOHENLOHE PA, ETTER PD, BOONE JQ, CATCHEN JM Y BLAXTER ML (2011) Genome-wide genetic marker discovery and genotyping using next-generation sequencing. *Nature Reviews Genetics* 12:499–510
- DESAIX MG, BULLUCK LP, ECKERT AJ, VIVERETTE CB, BOVES TJ, REESE JA, TONRA CM Y DYER RJ (en prensa) Population assignment reveals low migratory connectivity in a weakly structured songbird. *Molecular Ecology*
- DOMÍNGUEZ M, PIZZARELLO G, ATENCIO M, SCARDAMAGLIA R Y MAHLER B (en prensa) Genetic assignment and monitoring of yellow cardinals. *Journal of Wildlife Management*
- DOYLE JM, BELL DA, BLOOM PH, EMMONS G, FESNOCK A, KATZNER TE, LAPRÉ L, LEONARD K, SANMIGUEL P, WESTERMAN R Y DEWOODY JA (2018) New insights into the phylogenetics and population structure of the prairie falcon (*Falco mexicanus*). *BMC Genomics* 19:art233
- ELGVIN TO, TRIER CN, TØRRESEN OK, HAGEN IJ, LIEN S, NEDERBRAGT AJ, RAVINET M, JENSEN H Y SÆTRE GP (2017) The genomic mosaicism of hybrid speciation. *Science Advances* 3:art1602996
- ELLEGREN H (2010) Evolutionary stasis: the stable chromosomes of birds. *Trends in Ecology and Evolution* 25:283–291
- ELLEGREN H (2013) The evolutionary genomics of birds. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 44:239–259

- ELLEGREN H (2014) Genome sequencing and population genomics in non-model organisms. *Trends in Ecology and Evolution* 29:51–63
- ELSHIRE RJ, GLAUBITZ JC, SUN Q, POLAND JA, KAWAMOTO K, BUCKLER ES Y MITCHELL SE (2011) A robust, simple genotyping-by-sequencing (GBS) approach for high diversity species. *PLoS One* 6:e19379
- EÖRY L, GILBERT MT, LI C, LI B, ARCHIBALD A, AKEN BL, ZHANG G, JARVIS E, FLICEK P Y BURT DW (2015) Avianbase: a community resource for bird genomics. *Genome Biology* 16:art21
- FEDER JL, EGAN SP Y NOSIL P (2012) The genomics of speciation-with-gene-flow. *Trends in Genetics* 28:342–350
- FERNANDES G Y CAPARROZ R (2013) DNA sequence analysis to guide the release of blue and yellow macaws (*Ara ararauna*, Psittaciformes, Aves) from the illegal trade back to the wild. *Molecular Biology Reports* 40:2757–2762
- FRANKEL OH (1974) Genetic conservation: our evolutionary responsibility. *Genetics* 78:53–65
- FRANKHAM R (1995) Conservation genetics. *Annual Review of Genetics* 29:305–327
- FRANKHAM R (2005) Stress and adaptation in conservation genetics. *Journal of Evolutionary Biology* 18:750–755
- FRANKHAM R (2010) Challenges and opportunities of genetic approaches to biological conservation. *Biological Conservation* 143:1919–1927
- FRANKHAM R, BALLOU JD, ELDRIDGE MDB, LACY RC, RALLS K, DUDASH MR Y FENSTER CB (2011) Predicting the probability of outbreeding depression. *Conservation Biology* 25:465–475
- FRASER DJ Y BERNATCHEZ L (2001) Adaptive evolutionary conservation: towards a unified concept for defining conservation units. *Molecular Ecology* 10:2741–2752
- FUENTES-PARDO AP Y RUZZANTE DE (2017) Whole-genome sequencing approaches for conservation biology: advantages, limitations and practical recommendations. *Molecular Ecology* 26:5369–5406
- FUNK WC, MCKAY JK, HOHENLOHE PA Y ALLENDORF FW (2012) Harnessing genomics for delineating conservation units. *Trends in Ecology and Evolution* 27:489–496
- GALLA SJ, FORSDICK NJ, BROWN L, HOEPPNER MP, KNAPP M, MALONEY RE, MORAGA R, SANTURE AW Y STEEVES TE (en prensa) Reference genomes from distantly related species can be used for discovery of single nucleotide polymorphisms to inform conservation management. *Genes*
- GILLIGAN DM, BRISCOE DA Y FRANKHAM R (2005) Comparative losses of quantitative and molecular genetic variation in finite populations of *Drosophila melanogaster*. *Genetical Research* 85:47–55
- GOMULKIEWICZ R Y HOLT RD (2006) When does evolution by natural selection prevent extinction? *Evolution* 49:201–207
- GOODWIN S, MCPHERSON JD Y MCCOMBIE WR (2016) Coming of age: ten years of next-generation sequencing technologies. *Nature Reviews Genetics* 17:333–351
- GREGORY TR (2005) Synergy between sequence and size in large-scale genomics. *Nature Reviews Genetics* 6:699–708
- GROHME MA, FRIAS SOLER R, WINK M Y FROHME M (2013) Microsatellite marker discovery using single molecule real-time circular consensus sequencing on the Pacific Biosciences RS. *BioTechniques* 55:253–256
- HARTMANN SA, SCHAEFER HM Y SEGELBACHER G (2014) Development of 12 microsatellite loci for the endangered Pale-headed Brushfinch (*Atlapetes pallidiceps*) and their cross-amplification in two co-occurring brushfinches. *Journal of Ornithology* 155:835–839
- HARVEY MG, SMITH BT, GLENN TC, FAIRCLOTH BC Y BRUMFIELD RT (2016) Sequence capture versus restriction site associated DNA sequencing for shallow systematics. *Systematic Biology* 65:910–924
- HEDRICK PW (2001) Conservation genetics: where are we now? *Trends in Ecology and Evolution* 16:629–636
- HOBAN S, KELLEY JL, LOTTERHOS KE, ANTOLIN MF, BRADBURY G, LOWRY DB, POSS ML, REED LK, STORFER A Y WHITLOCK MC (2016) Finding the genomic basis of local adaptation: pitfalls, practical solutions and future directions. *American Naturalist* 188:379–397
- IUCN (2018) *The IUCN Red List of threatened species*. IUCN, Gland (URL: <http://www.iucnredlist.org/>)
- IUCN SPECIES SURVIVAL COMMISSION (2013) *Guidelines for reintroductions and other conservation translocations. Version 1.0*. IUCN, Gland
- KAISER SA, TAYLOR SA, CHEN N, SILLETT TS, BONDRA ER Y WEBSTER MS (2017) A comparative assessment of SNP and microsatellite markers for assigning parentage in a socially monogamous bird. *Molecular Ecology Resources* 17:183–193
- KAWECKI TJ Y EBERT D (2004) Conceptual issues in local adaptation. *Ecology Letters* 7:1225–1241
- KIILAINEN A, KARLBERG O, AHLFORD A, SIGURDSSON S, LINDBLAD-TOH K Y SYVÄNEN AC (2011) Performance of microarray and liquid based capture methods for target enrichment for massively parallel sequencing and SNP discovery. *PLoS One* 6:e16486
- KLICKA LB, KUS BE, TITLE PO Y BURNS KJ (2016) Conservation genomics reveals multiple evolutionary units within Bell's Vireo (*Vireo bellii*). *Conservation Genetics* 17:455–471
- KOHN MH, MURPHY WJ, OSTRANDER EA Y WAYNE RK (2006) Genomics and conservation genetics. *Trends in Ecology and Evolution* 21:629–637
- KOPUCHIAN C, CAMPAGNA L, DI GIACOMO AS, WILSON RE, BULGARELLA M, PETRACCI P, MAZAR BARNETT J, MATUS R, BLANK O Y MCCracken KG (2016) Demographic history inferred from genome-wide data reveals two lineages of sheldgeese endemic to a glacial refugium in the southern Atlantic. *Journal of Biogeography* 43:1979–1989

- LABUSCHAGNE C, NUPEN L, KOTZÉ A, GROBLER PJ Y DALTON DL (2015) Assessment of microsatellite and SNP markers for parentage assignment in ex situ African Penguin (*Spheniscus demersus*) populations. *Ecology and Evolution* 5:4389–4399
- LACY RC (1994) Managing genetic diversity in captive populations of animals. Pp. 63–89 en: BOWLES ML Y WHELAN CJ (eds) *Restoration and recovery of endangered plants and animals*. Cambridge University Press, Cambridge
- LACY RC (2013) Achieving true sustainability of zoo populations. *Zoo Biology* 32:19–26
- LANGIN KM, ALDRIDGE CL, FIKE JA, CORNMAN RS, MARTIN K, WANN GT, SEGLUND AE, SCHROEDER MA, BRAUN CE, BENSON DP, FEDY BC, YOUNG JR, WILSON S, WOLFE DH Y OYLER-MCCANCE SJ (2018) Characterizing range-wide divergence in an alpine-endemic bird: a comparison of genetic and genomic approaches. *Conservation Genetics* 19:1471–1485
- LEE L, TIRRELL N, BURRELL C, CHAMBERS S, VOGEL S Y DOMYAN ET (2018) Genetic tests reveal extra-pair paternity among Gentoo penguins (*Pygoscelis papua ellsworthii*) at Loveland Living Planet Aquarium: implications for ex situ colony management. *Zoo Biology* 37:236–244
- MACE GM (2004) The role of taxonomy in species conservation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 359:711–719
- MARRA PP, COHEN EB, LOSS SR, RUTTER JE Y TONRA CM (2015) A call for full annual cycle research in animal ecology. *Biology Letters* 11:art20150552
- MARTIN-WINTLE MS, WINTLE NJP, DÍEZ-LEÓN M, SWAISGOOD RR Y ASA CS (en prensa) Improving the sustainability of ex situ populations with mate choice. *Zoo Biology*
- MCMAHON BJ, TEELING EC Y HÖGLUND J (2014) How and why should we implement genomics into conservation? *Evolutionary Applications* 7:999–1007
- MEIRMANS PG (2015) Seven common mistakes in population genetics and how to avoid them. *Molecular Ecology* 24:3223–3231
- NARUM SR, BUERKLE CA, DAVEY JW, MILLER MR Y HOHENLOHE PA (2013) Genotyping-by-sequencing in ecological and conservation genomics. *Molecular Ecology* 22:2841–2847
- NG EYX, GARG KM, LOW GW, CHATTOPADHYAY B, OH RRY, LEE JGH Y RHEINDT FE (2017) Conservation genomics identifies impact of trade in a threatened songbird. *Biological Conservation* 214:101–108
- NOOR MAF Y BENNETT SM (2009) Islands of speciation or mirages in the desert: examining the role of restricted recombination in maintaining species. *Heredity* 103:439–444
- OUBORG NJ, PERTOLDI C, LOESCHCKE V, BIJLSMA RK Y HEDRICK PW (2010) Conservation genetics in transition to conservation genomics. *Trends in Genetics* 26:177–187
- OYLER-MCCANCE SJ, OH KP, LANGIN KM Y ALDRIDGE CL (2016) A field ornithologist's guide to genomics: practical considerations for ecology and conservation. *Auk* 133:626–648
- OZSOLAK F Y MILOS PM (2011) RNA sequencing: advances, challenges and opportunities. *Nature Reviews Genetics* 12:87–98
- PARIS JR, STEVENS JR Y CATCHEN JM (2017) Lost in parameter space: a road map for STACKS. *Methods in Ecology and Evolution* 8:1360–1373
- PERTOLDI C, BIJLSMA R Y LOESCHCKE V (2007) Conservation genetics in a globally changing environment: present problems, paradoxes and future challenges. *Biodiversity and Conservation* 16:4147–4163
- PETERS JL, LAVRETSKY P, DACOSTA JM, BIELEFELD RR, FEDDERSEN JC Y SORENSON MD (2016) Population genomic data delineate conservation units in mottled ducks (*Anas fulvigula*). *Biological Conservation* 203:272–281
- PETERSON BK, WEBER JN, KAY EH, FISHER HS Y HOEKSTRA HE (2012) Double digest RADseq: an inexpensive method for de novo SNP discovery and genotyping in model and non-model species. *PLoS One* 7:e37135
- POELSTRA JW, VIJAY N, BOSSU CM, LANTZ H, RYLL B, MULLER I, BAGLIONE V, UNNEBERG P, WIKELSKI M, GRABHERR MG, UNNEBERG P & WOLF JBW (2014) The genomic landscape underlying phenotypic integrity in the face of gene flow in crows. *Science* 344:1410–1414
- PRATT D Y MITTERMEIER JC (2016) Notes on the natural history, taxonomy and conservation of the endemic avifauna of the Samoan Archipelago. *Wilson Journal of Ornithology* 128:217–241
- PRIMMER CR, PAINTER JN, KOSKINEN MT, PALO JU Y MERILÄ J (2005) Factors affecting avian cross-species microsatellite amplification. *Journal of Avian Biology* 36:348–360
- RUEGG KC, ANDERSON EC, PAXTON KL, APKENAS V, LAO S, SIEGEL RB, DESANTE DE, MOORE F Y SMITH TB (2014) Mapping migration in a songbird using high-resolution genetic markers. *Molecular Ecology* 23:5726–5739
- RUEGG KC, BAY RA, ANDERSON EC, SARACCO JE, HARRIGAN RJ, WHITFIELD M, PAXTON EH Y SMITH TB (2018) Ecological genomics predicts climate vulnerability in an endangered southwestern songbird. *Ecology Letters* 21:1085–1096
- RUNGE CA, MARTIN TG, POSSINGHAM HP, WILLIS SG Y FULLER RA (2014) Conserving mobile species. *Frontiers in Ecology and the Environment* 12:395–402
- SANGER F, NICKLEN S Y COULSON AR (1977) DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 74:5463–5467
- SAVOLAINEN O, LASCoux M Y MERILÄ J (2013) Ecological genomics of local adaptation. *Nature Reviews Genetics* 14:807–820

- SHAHER ABA, WOLF JBW, ALVES PC, BERGSTRÖM L, BRUFORD MW, BRÄNNSTRÖM I, COLLING G, DALÉN L, DE MEESTER L, EKBLOM R, FAWCETT KD, FIOR S, HAJIBABAEI M, HILL JA, HOEDEL AR, HÖGLUND J, JENSEN EL, KRAUSE J, KRISTENSEN TN, KRÜTZEN M, MCKAY JK, NORMAN AJ, OGDEN R, ÖSTERLING EM, OUBORG NJ, PICCOLO J, POPOVIC D, PRIMMER CR, REED FA, ROUMET M, SALMONA J, SCHENEKAR T, SCHWARTZ MK, SEGELBACHER G, SENN H, THAULOW J, VALTONEN M, VEALE A, VERGEER P, VIJAY N, VILÀ C, WEISSENSTEINER M, WENNERSTRÖM L, WHEAT CW Y ZIELINSKI P (2015) Genomics and the challenging translation into conservation practice. *Trends in Ecology and Evolution* 30:78–87
- STAPLEY J, REGER J, FEULNER PGD, SMADJA C, GALINDO J, EKBLOM R, BENNISON C, BALL AD, BECKERMAN AP Y SLATE J (2010) Adaptation genomics: the next generation. *Trends in Ecology and Evolution* 25:705–712
- VAN STRAALEN NM Y ROELOFS D (2006) *An introduction to ecological genomics*. Oxford University Press, Oxford
- TEER JK, BONNYCASTLE LL, CHINES PS, HANSEN NE, AOYAMA N, SWIFT AJ, ABAAN HO, ALBERT TJ, MARGULIES EH, GREEN ED, COLLINS FS, MULLIKIN JC Y BIESECKER LG (2010) Systematic comparison of three genomic enrichment methods for massively parallel DNA sequencing. *Genome Research* 20:1420–1431
- THRASHER DJ, BUTCHER BG, CAMPAGNA L, WEBSTER MS Y LOVETTE IJ (2018) Double-digest RAD sequencing outperforms microsatellite loci at assigning paternity and estimating relatedness: a proof of concept in a highly promiscuous bird. *Molecular Ecology Resources* 18:953–965
- TOEWS DPL, CAMPAGNA L, TAYLOR SA, BALAKRISHNAN CN, BALDASSARRE DT, DEANE-COE PE, HARVEY MG, HOOPER DM, IRWIN DE, JUDY CD, MASON NA, MCCORMACK JE, MCCracken KG, OLIVEROS CH, SAFRAN RJ, SCORDATO ESC, STRYJEWSKI KE, TIGANO A, UY JAK Y WINGER BM (2015) Genomic approaches to understanding population divergence and speciation in birds. *Auk* 133:13–30
- WEINMAN LR, SOLOMON JW Y RUBENSTEIN DR (2015) A comparison of single nucleotide polymorphism and microsatellite markers for analysis of parentage and kinship in a cooperatively breeding bird. *Molecular Ecology Resources* 15:502–511
- WU CI (2001) The genic view of the process of speciation. *Journal of Evolutionary Biology* 14:851–865
- ZHANG G, LI B, LI C, GILBERT MTP, JARVIS ED Y WANG J (2014a) Comparative genomic data of the Avian Phylogenomics Project. *GigaScience* 3:art26
- ZHANG G, LI C, LI Q, LI B, LARKIN DM, LEE C, STORZ JF, ANTUNES A, GREENWOLD MJ, MEREDITH RW, ÖDEEN A, CUI J, ZHOU Q, XU L, PAN H, WANG Z, JIN L, ZHANG P, HU H, YANG W, HU J, XIAO J, YANG Z, LIU Y, XIE Q, YU H, LIAN J, WEN P, ZHANG F, LI H, ZENG Y, XIONG Z, LIU S, ZHOU L, HUANG Z, AN N, WANG J, ZHENG Q, XIONG Y, WANG G, WANG B, WANG J, FAN Y, DA FONSECA RR, ALFARO-NÚÑEZ A, SCHUBERT M, ORLANDO L, MOURIER T, HOWARD JT, GANAPATHY G, PFENNING A, WHITNEY O, RIVAS MV, HARA E, SMITH J, FARRÉ M, NARAYAN J, SLAVOV G, ROMANOV MN, BORGES R, MACHADO JP, KHAN I, SPRINGER MS, GATESY J, HOFFMANN FG, OPazo JC, HÅSTAD O, SAWYER RH, KIM H, KIM KW, KIM HJ, CHO S, LI N, HUANG Y, BRUFORD MW, ZHAN X, DIXON A, BERTELSEN MF, DERRYBERRY E, WARREN W, WILSON RK, LI S, RAY DA, GREEN RE, O'BRIEN SJ, GRIFFIN D, JOHNSON WE, HAUSSLER D, RYDER OA, WILLERSLEV E, GRAVES GR, ALSTRÖM P, FJELDSÅ J, MINDELL DP, EDWARDS SV, BRAUN EL, RAHBK C, BURT DW, HOUE P, ZHANG Y, YANG H, WANG J, AVIAN GENOME CONSORTIUM, JARVIS ED, GILBERT MTP Y WANG J (2014b) Comparative genomics reveals insights into avian genome evolution and adaptation. *Science* 346:1311–1320
- ZINK RM (2004) The role of subspecies in obscuring avian biological diversity and misleading conservation policy. *Proceedings of the Royal Society B, Biological Sciences* 271:561–564

REPLACEMENT SEQUENCE FOR THE FLIGHT FEATHERS OF THE BLUE-BLACK GRASSQUIT (*VOLATINIA JACARINA*) AND THE GRAY SEEDEATER (*SPOROPHILA INTERMEDIA*)

MIGUEL MORENO-PALACIOS^{1,2}, SERGIO LOSADA-PRADO¹ AND
MARÍA ÁNGELA ECHEVERRY-GÁLVIS³

¹Grupo de Investigación en Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia.

²Grupo de Investigación Naturatu, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad de Ibagué. Carrera 22, Calle 67, Barrio Ambalá, Ibagué, Tolima, Colombia. miguel.moreno@unibague.edu.co

³Departamento de Ecología y Desarrollo Territorial, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

ABSTRACT.— Knowing the order and way in which the flight feather replacement process takes place is fundamental to elucidate the specific strategies adopted by different species in relation to the environmental and ecological pressures to which they are subjected. This information is not available for the majority of the Neotropical species, which hinders understanding this process in functional or evolutionary contexts. Seeking to determine the replacement sequence of flight feathers during a complete molt in the Blue-black Grassquit (*Volatinia jacarina*) and the Gray Seedeater (*Sporophila intermedia*), captures were made with mist nets at the Centro Universitario Regional del Norte in Universidad del Tolima (Armero-Guayabal, Tolima, Colombia). A standardized protocol was followed for the description and analysis of the molt patterns of flight feathers. In general, the replacement pattern of flight feathers proceeds according to the basic sequence observed in other passerines. Primary remiges in both species constituted a single molt series, as the rectrices. Secondary remiges represent two molt series, which may be related to aerodynamic or energetic necessities. Given the high energetic demands of molting, it might be possible that similar species may evolve different mechanisms to carry on this event, supporting a high phenotypical plasticity among and within lineages, which may be associated with a fast adaptation process.

KEY WORDS: *basic sequence, flight feather molt, Magdalena valley, molt pattern.*

RESUMEN. SECUENCIA DE REEMPLAZO DE LAS PLUMAS DE VUELO EN EL VOLATINERO (*VOLATINIA JACARINA*) Y EL CORBATITA GRIS (*SPOROPHILA INTERMEDIA*).— El conocimiento del orden y la forma en que se lleva a cabo el proceso de reemplazo de plumas de vuelo es fundamental para dilucidar las estrategias particulares adoptadas por diferentes especies en relación con las presiones ambientales y ecológicas a las que se encuentran sometidas. Esta información no se encuentra disponible para la mayoría de las especies neotropicales, lo que dificulta la comprensión de este proceso en contextos funcionales o evolutivos. Con el objetivo de determinar la secuencia de reemplazo de las plumas de vuelo durante una muda completa en el Volatinero (*Volatinia jacarina*) y el Corbatita Gris (*Sporophila intermedia*), se realizaron capturas con redes de niebla en el Centro Universitario Regional del Norte de la Universidad del Tolima (Armero-Guayabal, Tolima, Colombia). Se siguió un protocolo estandarizado para la descripción y el análisis de los patrones de muda de las plumas de vuelo. En general, el patrón de reemplazo de las plumas de vuelo procedió según la secuencia básica observada en otros Passeriformes. Las rémiges primarias en ambas especies constituyeron una única serie de muda, al igual que las rectrices. Las rémiges secundarias representaron dos series, lo que podría estar relacionado con alguna necesidad aerodinámica o energética. Dada la alta demanda energética del proceso de muda, es posible que especies similares desarrollen distintos mecanismos para sobrellevarla, mostrando una alta plasticidad fenotípica entre y dentro de los linajes, lo cual podría estar asociado a procesos de adaptación rápida.

PALABRAS CLAVE: *muda de plumas de vuelo, patrón de muda, secuencia básica, valle del Magdalena.*

Received 12 September 2017, accepted 22 July 2018

The detailed study of bird plumage characteristics and thorough description of the patterns and mechanics of the molt process have permitted clearing up temporal and spatial dynamics in the life cycles of a vast amount of birds from temperate zones over the years (Jenni and Winkler 1994, Pyle 1997a, 2008). Sequential replacement of flight feathers, for example, allows many birds to maintain their flight capacity almost intact while they molt (Shugart and Rohwer 1996); consequently, knowing the order and way in which this process takes place is fundamental to elucidate the specific strategies adopted by different species in relation to their natural history and evolution.

Ginn and Melville (1983) denominated as “basic sequence” the replacement sequence of flight feathers most observed in birds, where primaries are molted in distal direction, beginning from P1 and ending in P9–P10. The secondaries are molted in proximal direction, from S1 to S6, while S7–S9 are generally replaced after starting the molt of primaries and a tendency exists where S8 is the first to grow (Ginn and Melville 1983). Molting of rectrices is quite variable; however, the most frequent sequence is centrifuge, beginning in the central feathers (R1) and following a distal direction. These replacement patterns seem to be maintained in many passerines (Newton 1966, Voelker 2000, Mallet-Rodrigues and Marinho 2001), whereas non-passerine species show other sequence patterns (Stresemann and Stresemann 1966, Rasmussen 1987, Herremans 2000), among which are included the synchronous replacement of all the remiges (Pyle 2006), in which all feathers are lost simultaneously, hindering flight and thermoregulation.

In recent years an important contribution has been made to the terminology and understanding of the general features of the molt process in some Neotropical resident birds (Guallar et al. 2009, Wolfe et al. 2010). However, the literature available for Neotropical birds continues being scarce, which hinders understanding these processes in functional or evolutionary contexts, highlighting the necessity for research on this theme in the region, especially to allow for comparative studies. Consequently, the aim of this study was to determine the replacement sequence of flight feathers during a complete molt (*sensu* Pyle

1997a) in the Blue-black Grassquit (*Volatinia jacarina*) and the Gray Seedeater (*Sporophila intermedia*), two bird species associated to the secondary scrub of the tropical dry forest, and common in the upper Magdalena valley, to the north of Tolima, Colombia.

METHODS

The study was conducted between February 2011 and January 2012 in the Centro Universitario Regional del Norte at Universidad del Tolima, municipality of Armero-Guayabal, north of Tolima Department, Colombia (05°00'N, 74°54'W; 280 masl). The area is a tropical dry forest, with a mean temperature of 28 °C and precipitation of 1791 mm, distributed in a bimodal regime. Birds in secondary scrub were captured by using 10 mist nets (12 × 2.5 m, 36 mm mesh), between 06:00–17:00 h, during 3 days per month, ensuring a monthly effort of 150 net hours. Individuals of Blue-black Grassquit and Gray Seedeater were marked with a unique combination of coloured rings, processed and released by following standardized methodologies (NABC 2001). To determine the age class, the WRP system was followed (Wolfe et al. 2010), using the terminology by Humphrey and Parkes (1959) with modifications by Howell et al. (2003).

The description of the feather replacement sequence followed Rohwer (2008). All the flight feathers of each individual were classified as new, old, or in growth. Each flight feather in growth was described as a fraction of its total length (based on observations from museum skins), by using decimal values from 0.1–0.9. Missing feathers were described as 0.01, while for totally developed feathers, but with quill traces at base a code of 0.99 was used. With the data obtained molt matrices were elaborated and used to generate summary tables of molt per species. Each molt matrix facilitated the assignation of nodal feathers, terminal feathers and replacement direction. A nodal feather was identified as that from which a molt series is begun; hence, a terminal feather was that which marks the end of a molt series. According to Yuri and Rohwer (1997) and Rohwer (2008), a nodal feather may be recognized (1) for being surrounded by old feathers, (2) for being surrounded by feathers in growth that are shorter

than the focal feather, and (3) for having a neighbour old feather on one side and on the other side a feather in growth that is shorter than the focal feather. Terminal feathers are defined in situations opposite the nodal feathers, and the replacement direction is only assigned between adjacent pairs of feathers in growth, or with a feather in growth beside a new or old feather. These criteria allowed defining three possibilities: proximal replacement (towards the body or the center of the rectrices), distal replacement (towards the end of the wing or tail), or ambiguous direction (directionality cannot be assigned because of two growing feathers of the same length).

With feather and direction information in matrices per species, molt summary tables were elaborated. These were constructed by tabulating the frequencies of the nodal and terminal feathers, as well as the frequency in which a proximal, distal, or ambiguous replacement direction was recorded. Summary tables allowed evaluating the existence of molt series in flight feathers and examining the replacement sequence. Finally, summary tables were iterated with two objectives: first, to detect the limits among molt series, and second, to reorganize the summary table to properly show the series from the data (Rohwer 2008). In this process, molt series (i.e., primaries, internal secondaries, external secondaries) are separated by a column of zeros in the iterated summary (see Rohwer and Wang 2010), which facilitates their identification (see Rohwer 2008, Renfrew et al. 2011, Silveira and Marini 2012).

To evaluate the significance of the feather replacement direction, based on the summarized tables, a Wilcoxon signed rank test was used considering statistically significant those values of $P < 0.05$. First, the direction of each molt series was verified by using the total of the proximal and distal directions available in the summary table. Thereafter, the replacement direction between each pair of feathers within each molt series was evaluated, using the proximal and distal directions recorded on the principal matrix. Sample size did not allowed evaluating differences in the replacement sequence between immature and adult feathers. Given that adding data of immature to adult birds did not affect the results data was combined to improve test significance. In spite of the high recapture rates (see *Results*),

birds going through the same molt process were around 1%; therefore these data were treated as independent and were combined with all others.

RESULTS

After a total sampling effort of 1800 net hours, 179 individuals of the two studied species were captured, with 94 individuals for the Blue-black Grassquit (5.2 ind/100 net hours; 52 males, 39 females, 3 undetermined), and 85 individuals for the Gray Seedeater (4.7 ind/100 net hours; 39 males, 46 females). An 11% recapture rate was obtained for the Blue-black Grassquit (10 individuals) and 21% for the Gray Seedeater (18 individuals).

Of the total number of individuals of Blue-black Grassquit, 61 registered molt. Of these, 52% were birds in definite pre-basic molt, 33% were undergoing a pre-formative molt, 10% were in pre-alternate molt, and 5% were in a first pre-basic molt. As for the Gray Seedeater, 57 individuals were undergoing molt: 54% were in definite pre-basic molt, 42% in pre-formative molt, and 4% in pre-alternate molt.

Blue-black Grassquit

The replacement direction in the primary remiges of the Blue-black Grassquit was distal ($n = 77$, $Z = 7.63$, $P < 0.001$). P1 is the only nodal primary, from where the molt proceeds toward P9, with this being the only terminal primary, which supports the observation that the primaries constitute a single molt series (Table 1). All the directions between pairs of primaries (i.e., P1-P2 to P8-P9) were statistically significant (Table 2).

The secondary remiges were divided into two molt series (Table 1). The direction between S1-S6 secondaries is proximal ($n = 35$, $Z = 4.64$, $P < 0.001$). Although there was no adequate sample between S1-S2 ($n = 3$) and S2-S3 ($n = 4$), the only nodal feather was S1 and the rest of proximal directions between pairs of secondaries within this series were significant (Table 2). The second molt series comprised the more internal S9-S7 secondary remiges. The start of this series was S8, given that it was the only nodal feather recorded ($n = 6$), and the molt sequence proceeds simultaneously toward S9 (6 proximal cases and 1 distal case) and toward

Table 1. Count summary of the molt scores (above) and iteration of the raw summary data (below) for the primary and secondary feathers of Blue-black Grassquit (*Volatinia jacarina*) individuals from the upper Magdalena valley, Tolima, Colombia. Iteration adjusts the score around P1-S1 and S6-S7 to recognize that the wing quills are divided into three molt series (P1–P9, S1–S6, and S8 to S7 and S9). Series are identified by bold numbers (indicating the main direction of replacement) and separated by a column of zeros. N: nodal feather, ←: proximal direction, →: distal direction, ?: ambiguous direction, T: terminal feather, #: number of feathers growing.

Secondaries										Primaries									
9	8	7	6	5	4	3	2	1	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Count summary																			
N	0	6	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
←	6	1	3	10	11	6	4	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
→	1	9	13	1	0	0	0	0	0	8	10	10	13	9	10	8	9		
?	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
T	7	2	3	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
#	6	8	7	10	11	4	4	2	3	6	7	10	7	6	6	6	9	9	
Iterated summary																			
N	0	6	0	0	0	0	0	0	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
←	6	1	0	10	11	6	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
→	1	9	0	1	0	0	0	0	0	8	10	10	13	9	10	8	9		
?	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
T	5	2	16	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
#	6	8	7	10	11	4	4	2	3	6	7	10	7	6	6	6	9	9	

S7 (9 distal cases and 1 proximal case). Additionally, S9 and S7 were terminal feathers in 7 and 3 occasions, respectively.

Evidence to support the existence of a second molt series among secondary feathers was found based on registering S7 as the terminal feather of the series on 3 occasions, without development in S6 or with this feather completely grown. S6 was annotated on 9 opportunities as a terminal feather, without growth in S7, or with series S9–S7 totally new. Additionally, the distal direction observed between S7–S6 is the result of S7 growing without development of S6, data that can be reorganized in the table of iterated data which permits clearly observing the presence of two independent molt series in the secondary feathers (Table 1).

Rectrices correspond to a single molt series, where R1 was frequently recorded as a nodal feather ($n = 9$), and R6 was terminal ($n = 9$) (Table 3). The replacement sequence is more strongly distal than proximal ($n = 42, Z = 3.04, P = 0.002$). R3 and R6 were annotated as nodal (on 1 occasion each), and R1, R2, and R4 as terminal feathers (on 2, 1, and 2 occasions, respectively); however these replacements are unusual and, despite suggesting the existence of more than one molt series among rectrices,

Table 2. Results of the Wilcoxon signed rank test for the replacement direction between pairs of flight feathers in Blue-black Grassquit (*Volatinia jacarina*) individuals from the upper Magdalena valley, Tolima, Colombia.

Pair	Direction	<i>n</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>
P1-P2	Distal	8	2.388	0.0169
P2-P3	Distal	10	2.821	0.0048
P3-P4	Distal	10	2.829	0.0047
P4-P5	Distal	13	3.205	0.0013
P5-P6	Distal	9	2.675	0.0075
P6-P7	Distal	10	2.814	0.0049
P7-P8	Distal	9	2.539	0.0111
P8-P9	Distal	9	2.701	0.0069
S1-S2	Proximal	3	1.613	0.1025
S2-S3	Proximal	4	1.841	0.0656
S3-S4	Proximal	6	2.000	0.0264
S4-S5	Proximal	11	2.979	0.0029
S5-S6	Proximal	12	2.172	0.0299
S6-S7	-	16	2.389	0.0169 ^a
S7-S8	Distal	10	2.301	0.0214
S8-S9	Proximal	7	1.364	0.1724
R1-R2	Distal	10	1.998	0.0457
R2-R3	Distal	6	0.957	0.3387
R3-R4	Distal	10	1.958	0.0502
R4-R5	Distal	5	0.136	0.8923
R5-R6	Distal	11	2.150	0.0316

^a A significative *P* value is result of being the limit between secondary molt series.

sample size of the replacement between pairs of feathers does not allow evaluating it in statistical terms. Also, in this molt series a high number of ambiguous directions ($n = 28$) was observed, concentrated between R2-R3 and R4-R5, which is why replacement in these pairs of feathers was not statistically significant in distal direction (Table 2).

Table 3. Count summary of the molt scores for the rectrices of Blue-black Grassquit (*Volatinia jacarina*) individuals from the upper Magdalena valley, Tolima, Colombia. Tail feathers represent a single molt series (R1–R6). Series are identified by bold numbers (indicating the main direction of replacement). N: nodal feather, $\leftarrow$: proximal direction, $\rightarrow$: distal direction, ?: ambiguous direction, T: terminal feather, #: number of feathers growing.

	Rectrices					
	1	2	3	4	5	6
N	9	0	1	0	0	1
$\leftarrow$	1	1	1	2	1	
$\rightarrow$	9	5	9	3	10	
?	4	6	4	10	4	
T	2	1	0	2	0	9
#	7	12	12	14	13	14

Gray Seedeater

The replacement direction in the primary remiges of the Gray Seedeater was distal ($n = 70$, $Z = 7.36$, $P < 0.001$). P1 is the only nodal primary, from where the molt proceeds toward P9, which was exclusively a terminal feather (Table 4). All the directions between pairs of primaries (i.e., P1-P2 to P8-P9) were statistically significant (Table 5), indicating that the primaries constitute a single molt series.

In the secondary remiges two molt series were identified (Table 4). On the one hand, S1 is the nodal feather of the first series from where the replacement proceeds in proximal direction toward S5 ($n = 37$, $Z = 5.34$, $P < 0.001$); additionally, all the directions between pairs of secondaries within this series (S1-S2 to S4-S5) were statistically significant (Table 5). The second molt series comprised the most internal S9–S6 secondary remiges. The start of this series was S8, from where the molt proceeds simultaneously toward S6 ($n = 20$, $Z = 3.67$, $P < 0.001$) and toward S9 (4 proximal cases and 1 distal cases). Also S6 and S9 were found as terminal feathers in 9 and 3 occasions, respectively.

Secondary S5 was recorded on 7 opportunities as terminal feather, having previously

Table 4. Count summary of the molt scores (above) and iteration of the raw summary data (below) for the primary and secondary feathers of Gray Seedeater (*Sporophila intermedia*) individuals from the upper Magdalena valley, Tolima, Colombia. Iteration adjusts the score around P1-S1 and S5-S6 to recognize that the wing quills are divided into three molt series (P1–P9, S1–S5, and S8 to S6 and S9). Series are identified by bold numbers (indicating the main direction of replacement) and separated by a column of zeros. N: nodal feather, $\leftarrow$: proximal direction, $\rightarrow$: distal direction, ?: ambiguous direction, T: terminal feather, #: number of feathers growing.

	Secondaries										Primaries									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Count summary																				
N	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
←	4	1	0	0	8	10	7	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
→	1	8	11	9	1	0	0	0	0	6	7	9	11	8	5	10	14			
?	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
T	3	0	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
#	5	2	7	7	7	8	4	7	5	6	4	4	7	7	5	4	8	12	12	
Iterated summary																				
N	1	1	0	0	0	0	0	0	11	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
←	4	1	0	0	8	10	7	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
→	1	8	11	0	1	0	0	0	0	6	7	9	11	8	5	10	14			
?	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
T	3	0	0	9	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
#	5	2	7	7	7	8	4	7	5	6	4	4	7	7	5	4	8	12	12	

Table 5. Results of the Wilcoxon signed rank test for the replacement direction between pairs of flight feathers in Gray Seedeater (*Sporophila intermedia*) individuals from the upper Magdalena valley, Tolima, Colombia.

Pair	Direction	<i>n</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>
P1-P2	Distal	6	2.226	0.0260
P2-P3	Distal	7	2.384	0.0171
P3-P4	Distal	9	2.680	0.0074
P4-P5	Distal	11	2.950	0.0032
P5-P6	Distal	8	2.588	0.0096
P6-P7	Distal	5	2.041	0.0412
P7-P8	Distal	10	2.970	0.0030
P8-P9	Distal	14	3.341	0.0008
S1-S2	Proximal	11	2.947	0.0032
S2-S3	Proximal	7	2.388	0.0169
S3-S4	Proximal	10	2.825	0.0047
S4-S5	Proximal	9	2.807	0.0050
S5-S6	-	8	2.546	0.0109 ^a
S6-S7	Distal	11	2.956	0.0031
S7-S8	Distal	9	2.079	0.0376
S8-S9	Proximal	5	1.511	0.1308
R1-R2	Distal	6	2.226	0.0260
R2-R3	Distal	7	1.194	0.2325
R3-R4	Distal	6	2.232	0.0256
R4-R5	Distal	8	1.420	0.1557
R5-R6	Distal	8	2.539	0.0111

^a A significative *P* value is result of being the limit between secondary molt series.

ended the development of S6, which supports the existence of a second molt series among the secondaries. Additionally, the distal replacement direction found between S6-S5 is the result of the S6 growth registry without development of S5, which can be reorganized in the table of iterated data clearly showing the presence of both series (Table 4).

Rectrices correspond to a single molt series (Table 6). R1 was frequently recorded as a nodal feather (*n* = 6), while R6 was a terminal feather (*n* = 11), with the molt proceeding in distal direction (*n* = 35, *Z* = 4.22, *P* < 0.001). Upon revising the directions between pairs of rectrices, only 2 of them were not statistically significant, perhaps due to the effect of the sample size between R2-R3 (6 distal cases and 1 proximal case) and R4-R5 (7 distal cases and 1 proximal case) (Table 5). Additionally, rectrices R2 to R4 were annotated as terminal feathers in 1 occasion, and R5 on 3 opportunities. Also, some ambiguities were observed in the replacement direction between R3-R4, R4-R5 and R5-R6.

Table 6. Count summary of the molt scores for the rectrices of Gray Seedeater (*Sporophila intermedia*) individuals from the upper Magdalena valley, Tolima, Colombia. Tail feathers represent a single molt series (R1–R6). Series are identified by bold numbers (indicating the main direction of replacement). N: nodal feather, ←: proximal direction, →: distal direction, ?: ambiguous direction, T: terminal feather, #: number of feathers growing.

	Rectrices					
	1	2	3	4	5	6
N	6	0	1	0	1	0
←	0	1	0	1	0	
→	6	6	6	7	8	
?	0	0	1	3	3	
T	0	1	1	1	3	11
#	4	6	6	7	11	10

DISCUSSION

The summary tables of the molt obtained for the data of the Blue-black Grassquit and the Gray Seedeater allowed observing in detail the replacement sequence of flight feathers and the existence of various molt series within them. Although in both species combined data of adult and immature individuals were used, the proportion of records taken from birds in pre-formative molt was relatively low (23–28%) and did not affect the general molt pattern found in adults. For these two species, combined data of the mentioned age groups improved the significance of the signed test for some directions between pairs of feathers. However, whenever data permits, these analyses should be conducted discriminating by age classes (Rohwer and Wang 2010) to better define molt patterns based on plumage sequence.

The primary remiges of the Blue-black Grassquit and the Gray Seedeater constitute a single molt series, which proceeds according to the pattern observed in most passerines (Ginn and Melville 1983), from P1 in distal direction toward P9. Silveira and Marini (2012) proposed that because the more external primary feathers play the most important role in flight development (Jenni and Winkler 1994), and at the same time wear out more than the internal primary feathers (Langston and Rohwer 1995), the proximal–distal molt pattern of the primary feathers could be an adaptive response. In spite of this generaliza-

tion, exceptions exist to the basic sequence (Pyle 1997b), which is why detailed studies are required to detect and evaluate the replacement order of flight feathers (Voelker 2000, Renfrew et al. 2011, Silveira and Marini 2012).

The ambiguous direction observed among the primaries of the Blue-black Grassquit corresponds to an individual molting P7–P9 simultaneously, where P7 and P8 were described with equal growth value; however, P9 showed lower development, suggesting that the ambiguous direction between P7–P8 was caused by the impossibility of correctly assigning the proportion of P7 growth. This difficulty, commonly found, could be avoided by measuring the length of completely developed feathers, thus calculating the length of missing feather and converting the data to fractions of the missing feather (Silveira and Marini 2012). However, doubt remains in cases where totally grown feathers have the same length and which present a tendency to grow simultaneously, as observed in some rectrices of the species in this study, which is why an increase in sample size could aid in defining and evaluating if the simultaneous development of two feathers could be considered a particular replacement strategy.

The secondary remiges are divided into two molt series in both species, according to the basic sequence described by Ginn and Melville (1983). It states that S9–S7 (tertiary feathers) tend to be molted before S1, so that the last feather to molt is generally S6 (Ginn and Melville 1983, Pyle 1997a). In the Blue-black Grassquit, the series of internal secondary feathers S9–S7 molt in the exact sequence described by Ginn and Melville (1983), with S8 being the first to grow and then the contiguous feathers. Recent studies have also found this pattern in Neotropical passerines (Renfrew et al. 2011, Silveira and Marini 2012). The secondary remiges of the Gray Seedeater show a different replacement sequence, which lies in that the internal series of secondary feathers, which begins in S8 (similar to that observed in the Blue-black Grassquit), molt in distal direction up to S6. Although Rohwer (2008) documented a similar case in *Tyrannus verticalis*, the explanation for this pattern is not clear. It could be related to the aerodynamic necessity to replace S6 prior to the molt of the external secondaries (Rohwer 2008). Nevertheless, this pattern could also be the conse-

quence of the high variability observed in the molt of the tertiary remiges in Passeriformes (Ginn and Melville 1983).

Rectrices comprise a single molt series in both species, which advances in centrifuge direction from R1. The existence of several nodal and terminal feathers within this series could be caused by unusual replacement of feathers, given that the rectrices are quite susceptible to detachments independent of the molt cycle (Pyle 1997a, Guallar et al. 2009) induced by the effect of predatory attempts, aggressive behaviors, or simply by friction against structures in the habitat (Pyle 1997a). Nonetheless, the amount of ambiguous directions recorded suggests that, on occasions, simultaneous growth occurs of certain pairs of feathers or even of the totality of the rectrices, a case found in 12% of the birds (4 individuals) and which has also been found in other passerines (Ginn and Melville 1983).

The Blue-black Grassquit and the Gray Seedeater are considered closely related species (Remsen et al. 2014), which besides coexisting in great part of its distribution (Restall et al. 2006) share similar habits and diets (Hilty and Brown 1986). In spite of these similarities, the replacement sequence of secondary remiges was different among them. Given the high energetic demands of molting, it might be possible that similar species may evolve different mechanisms to carry on this event. This would also support a high phenotypic plasticity among and within lineages to allow for fine-tuning in terms of regulation and molt sequence. Given current global changes, this would certainly be a topic in which to explore further, looking at the possibilities for fast adaptation.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study received Permission for Research on Biological Diversity, resolution N° 1277 of 11 April 2012, granted by Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA). Field protocols follow standardized methods and code of ethics by the North American Banding Council. The research was funded by Universidad del Tolima Investigation Department and Zoology Research Group (GIZ-UT) and conducted within the framework of the GIZ-UT Bird Monitoring Program and the Tropical Dry Forest Fauna Diversity Assessment Project (Phase I). Authors thank Bilma Florido-Cuellar, Héctor F. Cruz, Jeyson Sanabria, and Carolina Díaz for their collaboration as field assistants.

LITERATURE CITED

- GINN HRB AND MELVILLE DS (1983) *Moult in birds*. British Trust for Ornithology, Tring
- GUALLAR S, SANTANA E, CONTRERAS S, VERDUGO HR AND GALLÉS A (2009) *Paseriformes del occidente de México: morfometría, datación y sexado*. Instituto de Cultura de Barcelona, Barcelona
- HERREMANS M (2000) Cases of serial descendant primary moult (Staffelmauser) in the Black-shouldered Kite *Elanus caeruleus*. *Ringing and Migration* 20:37–41
- HILTY S AND BROWN W (1986) *A guide to the birds of Colombia*. Princeton University Press, Princeton
- HOWELL S, CORBEN C, PYLE P AND ROGERS D (2003) The first basic problem: a review of molt and plumage homologies. *Condor* 105:635–653
- HUMPHREY P AND PARKES K (1959) An approach to the study of molts and plumages. *Auk* 76:1–31
- JENNI L AND WINKLER R (1994) *Moult and ageing of European passerines*. Academic Press, London
- LANGSTON N AND ROHWER S (1995) Unusual patterns of incomplete primary molt in Laysan and Black-footed Albatrosses. *Condor* 97:1–19
- MALLET-RODRIGUES F AND MARINHO M (2001) Molt pattern in *Pyriglena leucoptera* with considerations about the study of molt. *Ararajuba* 9:51–55
- NABC (2001) *The Northamerican banders' study guide*. North American Banding Council, Point Reyes Station
- NEWTON I (1966) The moult of the Bullfinch *Pyrrhula pyrrhula*. *Ibis* 108:41–67
- PYLE P (1997a) *Identification guide to North American birds, Part I*. Slate Creek Press, Bolinas
- PYLE P (1997b) Molt limits in North American passerines. *North American Bird Bander* 22:49–89
- PYLE P (2006) Staffelmauser and other adaptive strategies for wing molt in larger birds. *Western Birds* 37:179–185
- PYLE P (2008) *Identification guide to North American birds, Part II*. Slate Creek Press, Point Reyes Station
- RASMUSSEN P (1987) Molts of the Rock Shag and new interpretations of the plumage sequence. *Condor* 89:760–766
- REMSEN JV JR, ARETA JI, CADENA CD, JARAMILLO A, NORES M, PACHECO JF, PÉREZ-EMÁN J, ROBBINS MB, STILES FG, STOTZ DF AND ZIMMER KJ (2014) *A classification of the bird species of South America*. American Ornithologists' Union, Baton Rouge (URL: <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>)
- RENFREW RB, FREY SJK AND KLAVINS J (2011) Phenology and sequence of the complete prealternate molt of Bobolinks in South America. *Journal of Field Ornithology* 82:101–113
- RESTALL R, RODNER C AND LENTINO M (2006) *Birds of northern South America. An identification guide. Volume 1*. Yale University Press, New Haven
- ROHWER S (2008) A primer on summarizing molt data for flight feathers. *Condor* 110:799–806
- ROHWER S AND WANG LK (2010) A quantitative analysis of flight feather replacement in the Moustached Tree Swift *Hemiprocne mystacea*, a tropical aerial forager. *PLoS One* 5:e11586
- SHUGART G AND ROHWER S (1996) Serial descendant primary molt or staffelmauser in Black-crowned Night-herons. *Condor* 98:222–233
- SILVEIRA M AND MARINI M (2012) Timing, duration, and intensity of molt in birds of a Neotropical savanna in Brazil. *Condor* 114:435–448
- STRESEMANN E AND STRESEMANN V (1966) Die mauser der vögel. *Journal of Ornithology* 107:1–445
- VOELKER G (2000) Molt of the Gray Vireo. *Condor* 102:610–618
- WOLFE J, RYDER TB AND PYLE P (2010) Using molt cycles to categorize the age of tropical birds: an integrative new system. *Journal of Field Ornithology* 81:186–194
- YURI T AND ROHWER S (1997) Molt and migration in the Northern Rough-winged Swallow. *Auk* 114:249–262

SEASONAL DISTRIBUTION OF THE STRIATED HERON (*BUTORIDES STRIATA*) IN SOUTHERN SOUTH AMERICA: EVIDENCE FOR PARTIAL MIGRATION

FLOYD E. HAYES^{1,2}, BRETT D. HAYES¹ AND PETER LECOURT¹

¹Department of Biology, Pacific Union College, 1 Angwin Ave., Angwin, CA 94508, USA.

²floyd_hayes@yahoo.com

ABSTRACT.— The nominate subspecies of the Striated Heron (*Butorides striata striata*) inhabits most of South America. Previous authors suggested that the southernmost populations are partially migratory based on anecdotal evidence. An analysis of 9352 eBird records from south of 20°S reveals that the proportion of Striated Heron records during the austral winter months (June–August) decreases south of 24°S. Breeding occurs as far south as 37°S, whereas individuals have wintered as far south as 39°S. The seasonal distribution data strongly suggest that populations south of 24°S are partially migratory, with most individuals departing during the winter period in southern Paraguay, southeastern Brazil, Uruguay, and most of Argentina. Given the absence of band recovery, geolocator recovery, or satellite tracking data, it is unknown how far north the southernmost populations migrate, but heat maps of 35304 eBird records in South America suggest most individuals winter in eastern Bolivia and central Brazil. Further studies are needed to elucidate the migratory pathways and destinations of migrant individuals of the Striated Heron.

KEY WORDS: *Argentina, Brazil, Butorides striata, Chile, eBird, migration, Paraguay, seasonality, Uruguay.*

RESUMEN. DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL DE LA GARCITA AZULADA (*BUTORIDES STRIATA*) EN EL SUR DE AMÉRICA DEL SUR: EVIDENCIA DE MIGRACIÓN PARCIAL.— La subespecie nominal de la Garcita Azulada (*Butorides striata striata*) habita la mayor parte de América del Sur. Se ha sugerido en base a evidencias anecdóticas que las poblaciones más australes son parcialmente migratorias. Un análisis de 9352 registros obtenidos de eBird al sur de los 20°S revela que la proporción de registros de Garcita Azulada durante los meses del invierno austral (junio–agosto) disminuye al sur de los 24°S. La especie se reproduce al menos hasta los 37°S, mientras que los individuos pasan el invierno al menos hasta los 39°S. Los datos de distribución estacional sugieren fuertemente que las poblaciones al sur de los 24°S son parcialmente migratorias y que la mayoría de los individuos abandonan el sur de Paraguay, el sudeste de Brasil, Uruguay y la mayor parte de Argentina durante el período invernal. Debido a la ausencia de datos de recuperación de anillos, geolocalizadores o de seguimientos satelitales, se desconoce qué tan al norte migran las poblaciones más australes, pero los mapas de calor de 35304 registros de eBird de América del Sur sugieren que la mayoría de los individuos pasan el invierno en el este de Bolivia y el centro de Brasil. Se necesitan más estudios para dilucidar las rutas migratorias y los destinos de los individuos migrantes de Garcita Azulada.

PALABRAS CLAVE: *Argentina, Brasil, Butorides striata, Chile, eBird, estacionalidad, migración, Paraguay, Uruguay.*

Received 6 March 2018, accepted 29 August 2018

In temperate latitudes of southern South America many species of birds, collectively referred to as austral migrants, Neotropical migrants, or Neotropical austral migrants, migrate northward toward the tropics during the colder winter period (e.g., Chesser 1994, 1997, 2005, Hayes et al. 1994, Hayes 1995a, Jahn et al. 2004, Capllonch 2007, Capllonch et al. 2008, 2009, Cueto and Jahn 2008, Cueto et al. 2008). However, much remains to be learned

about which species migrate, the timing of their migration, and their migratory routes and destinations. Studying the seasonal distribution of birds in southern South America previously required extensive data sets of specimen and sight records (e.g., Chesser 1994, Hayes et al. 1994, Capllonch 2007, Capllonch et al. 2009). In recent years eBird, an innovative and rapidly growing citizen science project, has provided researchers with

access to an unprecedented quantity of observational data useful for analyzing the seasonal distribution of birds, which can be used to infer their migratory patterns or lack thereof (Sullivan et al. 2009, 2014, Wood et al. 2011).

The Striated Heron (*Butorides striata*) is a relatively cosmopolitan species of heron occurring throughout South America, Africa, Madagascar, many Indian Ocean islands, southern and eastern Asia, the East Indies, Australia, and many Pacific Ocean islands (Hancock and Kushlan 1984, Martínez-Vilalta and Mottis 1992, Kushlan and Hancock 2005). The nominate subspecies *Butorides striata striata* occurs throughout all but the southernmost part of South America and hybridizes with the closely related Green Heron (*Butorides virescens*) of North America and the Caribbean where their ranges meet in central Panama and Tobago (Payne 1974, Hayes 2002, 2006, Hayes et al. 2013). Although migratory movements are well documented in breeding populations of the Striated Heron in northern Asia and Green Heron in North America, most subspecies of

the Striated Heron and Green Heron (including those of Striated Heron in temperate latitudes of the Southern Hemisphere) are thought to be relatively sedentary despite erratic seasonal movements and vagrancy to offshore islands (Urban 1982, Hancock and Kushlan 1984, Marchant and Higgins 1990, Martínez-Vilalta and Mottis 1992, Hayes 2002, Kushlan and Hancock 2005, McKilligan 2005). However, numerous authors have casually stated, although with very few if any supporting data, that the Striated Heron is migratory or partially migratory in southern South America (Chesser 1994) and, more specifically, in Paraguay (del Castillo and Clay 2004), southern Brazil (Belton 1984, Sick 1993, Bencke 2001, Nunes and Tomas 2004, Accordi and Hartz 2006, Scherer et al. 2011, Müller and Barros 2013), Uruguay (Gerzenstein 1965), and Argentina (Mazar Barnett and Pearman 2001, Bodrati et al. 2006, 2010, 2012, Torres and Michelutti 2006, Alonso and Ronchi Virgolini 2008, Ronchi-Virgolini et al. 2008, Chatellenaz et al. 2010, Fandiño and Giraudo 2010, Echevarria et al. 2014, Capllonch 2018).

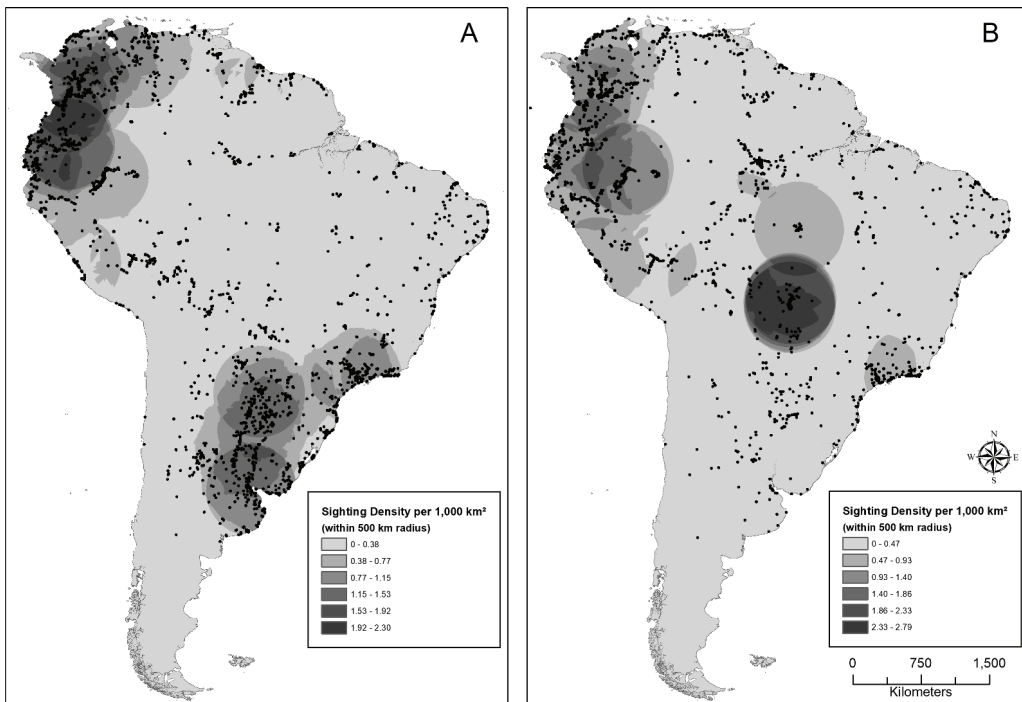


Figure 1. Heat maps illustrating the distribution and density of records (based on eBird data) of the Striated Heron (*Butorides striata*) in South America during (A) the austral summer months (December–February, 8895 records), and (B) the austral winter months (June–August, 8671 records).

Table 1. Percentage of records (based on eBird data) of the Striated Heron (*Butorides striata*) per month for each degree of latitude (°S) south of 20°S in southern South America. Because of the low sample size for 39°S, monthly records are indicated by a + sign.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	<i>n</i>
20°	7	2	13	9	6	3	3	4	9	27	11	5	325
21°	12	8	3	7	7	6	6	<1	7	12	19	12	122
22°	10	11	6	7	9	6	8	4	8	14	12	6	1417
23°	10	9	7	8	10	5	7	6	6	15	10	9	998
24°	9	12	13	6	6	1	6	2	4	21	14	8	375
25°	12	10	8	3	2	1	3	4	6	20	18	13	1283
26°	11	8	6	5	4	<1	<1	2	5	25	22	12	413
27°	15	12	6	4	4	1	5	3	5	22	15	9	714
28°	11	10	7	4	5	<1	2	2	5	19	26	11	519
29°	9	11	7	4	10	4	3	1	2	18	15	16	169
30°	12	16	10	5	5	1	<1	2	5	14	20	11	447
31°	13	10	7	4	4	<1	<1	1	2	19	25	14	481
32°	7	14	6	4	2	<1	<1	<1	5	19	25	16	253
33°	13	11	16	3	2	-	1	2	2	15	20	16	314
34°	15	16	9	4	2	1	<1	<1	2	14	22	14	1198
35°	15	8	7	1	4	1	2	-	4	10	33	16	102
36°	23	6	5	-	-	1	1	-	1	17	32	14	84
37°	13	8	18	3	-	-	5	-	-	23	15	18	40
38°	24	8	6	2	1	-	3	-	-	19	18	17	95
39°	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	3

In this study we quantitatively analyze the seasonal distribution of the Striated Heron in southern South America based on data submitted to eBird. We provide evidence that it is a partial Neotropical austral migrant (Jahn et al. 2004, 2012), with most individuals in temperate latitudes migrating northward during the colder winter period.

METHODS

We obtained all records submitted to eBird of the Striated Heron in South America (excluding the Galapagos Islands) up through 30 November 2017. Each record was defined as an observation of one or more individuals of the Striated Heron at a given locality (area size highly variable) on a given date. To compare the summer and winter distributions of the Striated Heron, all records from December–February (austral summer) and June–August (austral winter) were plotted on heat maps using the ArcGIS platform. Shading matrices for the density of records within a 500 km radius of each locality were superimposed on the maps. We also calculated the percentage of records for each month of the year for each

degree of latitude south of 20°S, and the percentage of records occurring only during June–August at each degree of latitude south of 20°S.

RESULTS

We obtained 35304 records of Striated Heron in South America. Of these, 9352 were from south of 20°S, ranging from 26 March 1983 to 30 November 2017, with one older outlier on 13 December 1937. Maps plotting the summer and winter distributions of the Striated Heron were similar, revealing that individuals occur at southern latitudes throughout the year, but winter records at southern latitudes were fewer and more scattered (Fig. 1). Shading matrices illustrating the density of records revealed a shift in high density areas from southern South America during the summer to central South America during the winter (Fig. 1). The proportion of records during the winter months decreased as latitude increases (Table 1, Fig. 2). South of 24°S, fewer than 10% of the records were from the winter months (Fig. 2), whereas south of 30°S only 2.6% of the records were from these months.

In northern and central Argentina the Striated Heron nests from October–March in the provinces of Chaco, Corrientes, Córdoba, Entre Ríos, Santa Fe, and Buenos Aires, as far south as Azul, Buenos Aires Province (37°S, 60°W; see de la Peña and Montalti 2014). Nesting may occur farther south: on 17 November 2015, an adult carrying nest material was observed at Lago de los Cisnes, Parque Miguel Lillo (39°S, 59°W) (record from R Doumecq Milieu in eBird). The southernmost eBird records of the Striated Heron are of possibly the same bird observed repeatedly at Hilario Ascasubi, Villarino Department, Buenos Aires Province, Argentina (39°S, 62°W), on 29 September 2014, 17 October 2014, and 26 February 2015 (record from R Scoffield). The southernmost winter record is from Lago Pellegrini, Neuquén Province, Argentina (39°S, 68°W), on 15 July 2015 (record from MJ Huc), with another individual slightly farther north at Ruta 228-Lagunita km 12, Buenos Aires Province, Argentina (39°S, 59°W), on 6

and 31 July 2016 (record from R Doumecq Milieu).

West of the Andes, the Striated Heron is a non-breeding vagrant in northern Chile (Jaramillo 2005). The southernmost records are from the mouth of the Elqui River in Coquimbo, Elqui Province (30°S, 71°W), during 11–12 December 2010 and 31 March to 17 September 2012 (records from many observers).

DISCUSSION

The proportion of Striated Heron records during the winter months decreases as latitude increases, providing evidence that this species is a Neotropical austral migrant in which populations south of 24°S are partially migratory, with most individuals departing during the colder winter months in southern Paraguay, southeastern Brazil, Uruguay, and most of Argentina.

Breeding has been confirmed as far south as 37°S, whereas individuals have wintered as far south as 39°S. Presumably most individuals of the southernmost populations migrate northward during winter because resources dwindle during cold weather, but movements may also be influenced by hydrological regimes, at least on a local scale (Beltzer and Neiff 1992, Hayes 1996, Torres and Michelutti 2006). For example, the abundance of the Striated Heron is inversely correlated with water level along the Paraguay and Parana rivers (Beltzer and Neiff 1992, Hayes 1996), indicating that herons disperse away from major rivers during flood pulses.

Given the absence of published band recovery, geolocator recovery, or satellite tracking data for the Striated Heron, it is unknown how far north the southernmost populations migrate. The Striated Heron occurs year-round in Paraguay, where it was not suspected of being an austral migrant by Hayes et al. (1994) and Hayes (1995b), but del Castillo and Clay (2004) noted that it was most common during summer. Although several authors considered the Striated Heron migratory in southern Brazil (Belton 1984, Sick 1993, Bencke 2001, Nunes and Tomas 2004, Accordi and Hartz 2006, Scherer et al. 2011, Müller and Barros 2013), it was not included in a recent compilation of migratory birds in Brazil (Somenzari et al. 2018). Our data indicate that some migrants from Argentina likely winter

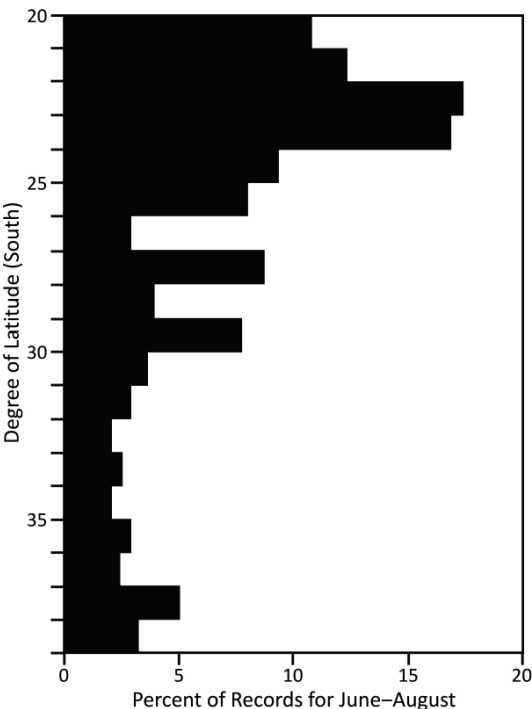


Figure 2. Percentage of annual records (based on eBird data) of the Striated Heron (*Butorides striata*) occurring only during the austral winter months (June–August) at each degree of latitude south of 20°S in southern South America.

in Paraguay and southern Brazil or pass through as migrants, and some breeding residents from southern Paraguay and southern Brazil likely migrate northward. The heat map obtained in this study suggests that most migrants from southern latitudes winter farther north in eastern Bolivia and central Brazil, but some may migrate to northern South America.

The Striated Heron occasionally strays across short stretches of ocean to the islands of Bonaire (Prins et al. 2009), Curaçao (Prins et al. 2009), and Tobago (Payne 1974, Hayes 2006) off the coast of northern South America. Vagrants have wandered hundreds of kilometers westward to Cocos (Slud 1967) in the eastern Pacific, and northward to Nicaragua (Sandoval and Arendt 2010) in Central America, St. John in the Greater Antilles (Hayes and Hayes 2006), and St. Vincent in the Lesser Antilles (Bond 1964). Such vagrants probably disperse from relatively sedentary populations in tropical latitudes, but it is possible that some disperse as long-distance migrants from southern South America. Further studies, especially of band recovery, geolocator recovery, or satellite tracking data, are needed to elucidate the migratory pathways and destinations of migrant individuals of the Striated Heron.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the contributors and administrators of eBird who provided the data for this study. We also thank three anonymous reviewers for suggestions that improved the manuscript.

LITERATURE CITED

- ACCORDI IA AND HARTZ SM (2006) Distribuição espacial e sazonal da avifauna em uma área úmida costeira do sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 14:117–135
- ALONSO JM AND RONCHI VIRGOLINI AL (2008) Avifauna del Parque Nacional Pre-Delta, Entre Ríos, Argentina. *Cotinga* 29:126–134
- BELTON W (1984) Birds of Rio Grande do Sul, Brazil. Part 1, Rheidae through Furnariidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 178:369–636
- BELTZER AH AND NEIFF JJ (1992) Distribución de las aves en el valle del río Paraná. Relación con el régimen pulsátil y la vegetación. *Ambiente Subtropical* 2:77–102
- BENCKE GA (2001) *Lista de referência das aves do Rio Grande do Sul*. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre
- BODRATI A, ARETA JI AND WHITE E (2012) La avifauna de la Posada y Reserva Puerto Bemberg, Misiones, Argentina. *Nuestras Aves* 57:63–79
- BODRATI A, COCKLE K, SEGOVIA JM, ROESLER I, ARETA JI AND JORDAN E (2010) La avifauna del Parque Provincial Cruce Caballero, Provincia de Misiones, Argentina. *Cotinga* 32:41–64
- BODRATI A, MÉRIDA E, BODRATI G AND SIERRA E (2006) Avifauna del talar de Vuelta de Obligado y de sus ambientes contiguos. San Pedro, provincia de Buenos Aires, Argentina. Pp. 117–124 in: MÉRIDA E AND ATHOR J (eds) *Talares bonaerenses y su conservación*. Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Buenos Aires
- BOND J (1964) *Ninth supplement to the check-list of birds of the West Indies* (1956). Academy of Natural Sciences, Philadelphia
- CAPLLONCH P (2007) Migraciones de especies de Tyrannidae de la Argentina: parte 1. *Acta Zoológica Lilloana* 51:151–160
- CAPLLONCH P (2018) Un panorama de las migraciones de aves en Argentina. *Hornero* 33:1–18
- CAPLLONCH P, ORTIZ D AND SORIA K (2008) Importancia del litoral fluvial argentino como corredor migratorio de aves. *INSUGEO, Miscelánea* 17:107–120
- CAPLLONCH P, ORTIZ D AND SORIA K (2009) Migraciones de especies de Tyrannidae de la Argentina: parte 2. *Acta Zoológica Lilloana* 53:77–97
- DEL CASTILLO H AND CLAY RP (2004) *Lista comentada de las aves del Paraguay / Annotated checklist of the birds of Paraguay*. Guyra Paraguay, Asunción
- CHATELLENAZ ML, CANO PD, SAIBENE C AND BALL HA (2010) Inventario de las aves del Parque Nacional Mburucuyá (Provincia de Corrientes, Argentina). *Acta Zoológica Lilloana* 54:139–160
- CHESSER RT (1994) Migration in South America, an overview of the austral system. *Bird Conservation International* 4:91–107
- CHESSER RT (1997) Patterns of seasonal and geographical distribution of austral migrant flycatchers (Tyrannidae) in Bolivia. *Ornithological Monographs* 48:171–204
- CHESSER RT (2005) Seasonal distribution and ecology of South American austral migrant flycatchers. Pp. 168–181 in: GREENBERG R AND MARRA PP (eds) *Birds of two worlds: the ecology and evolution of migration*. Johns Hopkins University Press, Baltimore
- CUETO VR AND JAHN AE (2008) Sobre la necesidad de tener un nombre estandarizado para las aves que migran dentro de América del Sur. *Hornero* 23:1–4
- CUETO VR, LOPEZ DE CASENAVE J AND MARONE L (2008) Neotropical austral migrant landbirds: population trends and habitat use in the central Monte desert, Argentina. *Condor* 110:70–79
- ECHEVARRIA AL, MARANO CF, COCIMANO MC, FANJUL ME AND CORMENZANA MA (2014) Composición y variación de la comunidad de aves del embalse El Tunal, Salta, Argentina. *Acta Zoológica Lilloana* 58:80–93

- FANDIÑO B AND GIRAUDO AR (2010) Revisión del inventario de aves de la provincia de Santa Fe, Argentina. *Revista de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral* 14:116–137
- GERZENSTEIN E (1965) Aves de la costa marítima y orilla fluvial del Uruguay. *Hornero* 10:235–246
- HANCOCK J AND KUSHLAN J (1984) *The herons handbook*. Harper & Row, New York
- HAYES FE (1995a) Definitions for migrant birds: what is a Neotropical migrant? *Auk* 112:521–523
- HAYES FE (1995b) Status, distribution and biogeography of the birds of Paraguay. *Monographs in Field Ornithology* 1:1–230
- HAYES FE (1996) Seasonal and geographical variation in resident waterbird populations along the Paraguay River. *Hornero* 14:14–26
- HAYES FE (2002) Geographic variation, hybridization, and taxonomy of New World *Butorides* herons. *North American Birds* 56:4–10
- HAYES FE (2006) Variation and hybridization in the Green Heron (*Butorides virescens*) and Striated Heron (*B. striata*) in Trinidad and Tobago, with comments on species limits. *Journal of Caribbean Ornithology* 19:12–20
- HAYES FE AND HAYES BD (2006) First record of Striated Heron (*Butorides striata*) for the Greater Antilles in St. John, United States Virgin Islands. *North American Birds* 60:472–473
- HAYES FE, SCHARF PA AND RIDGELY RS (1994) Austral bird migrants in Paraguay. *Condor* 96:83–97
- HAYES FE, WEIDEMANN DE, BAUMBACH DS, TKACHUCK RD AND TKACHUCK CM (2013) Variation and hybridization in Green Heron (*Butorides virescens*) and Striated Heron (*B. striata*) in central Panama, with comments on species limits. *North American Birds* 67:4–8
- JAHN AE, BRAVO SP, CUETO VR, LEVEY DJ AND MORALES MV (2012) Patterns of partial avian migration in northern and southern temperate latitudes of the New World. *Emu* 112:17–22
- JAHN AE, LEVEY DJ AND SMITH KG (2004) Reflections across hemispheres: a system-wide approach to New World bird migration. *Auk* 121:1005–1013
- JARAMILLO A (2005) *Aves de Chile*. Lynx Edicions, Barcelona
- KUSHLAN JA AND HANCOCK JA (2005) *Hérons*. Oxford University Press, Oxford
- MARCHANT S AND HIGGINS PJ (1990) *Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic birds. Volume 1: ratites to ducks*. Oxford University Press, Melbourne
- MARTÍNEZ-VILALTA A AND MOTTIS A (1992) Family Ardeidae (herons). Pp. 376–429 in: DEL HOYO J, ELLIOT A AND SARGATAL J (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 1. Ostrich to ducks*. Lynx Edicions, Barcelona
- MAZAR BARNETT J AND PEARMAN M (2001) *Lista comentada de las aves argentinas / Annotated checklist of the birds of Argentina*. Lynx Edicions, Barcelona
- McKILLIGAN N (2005) *Hérons, egrets and bitterns: their conservation in Australia*. CSIRO Publishing, Collingwood
- MÜLLER B AND BARROS MP (2013) Diversidade e abundância de aves costeiras em um trecho do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biotemas* 26:163–175
- NUNES AP AND TOMAS WM (2004) *Aves migratórias ocorrentes no Pantanal: caracterização e conservação*. Embrapa Pantanal, Corumbá
- PAYNE RB (1974) Species limits and variation of the New World Green Herons *Butorides virescens* and Striated Herons *B. striatus*. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 94:81–88
- DE LA PEÑA M AND MONTALTI D (2014) Nidificación de las aves argentinas. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales Florentino Ameghino* 18:1–136
- PRINS TG, REUTER JH, DEBROT AO, WATTEL J AND NIJMAN V (2009) Checklist of the birds of Aruba, Curaçao and Bonaire, South Caribbean. *Ardea* 97:137–268
- RONCHI-VIRGOLINI AL, BELTZER AH AND MANZANO AS (2008) Bird communities in wetlands along the Lower Paraná River, Entre Ríos, Argentina. *Avian Biology Research* 1:153–163
- SANDOVAL L AND ARENDT WJ (2010) Two new species for Nicaragua and other notes on the avifauna of the Atlantic Region and Paso del Istmo Biological Corridor. *Cotinga* 33:50–57
- SCHERER LS, PETRY MV AND SCHERER JFM (2011) Estrutura e composição da comunidade de aves aquáticas em uma área úmida no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 19:323–331
- SICK H (1993) *Birds in Brazil: a natural history*. Princeton University Press, Princeton
- SLUD P (1967) The birds of Cocos Island [Costa Rica]. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 134:261–296
- SOMENZARI M, AMARAL PP, CUETO VR, GUARALDO AC, JAHN AE, MENDES LIMA D, CERQUEIRA LIMA P, LUGARINI C, MACHADO CG, MARTINEZ J, DO NASCIMENTO JLX, PACHECO JE, PALUDO D, PRESTES NP, PEREIRA SERAFINI P, SILVEIRA LF, ALVES DE SOUSA AEB, ALVES DE SOUSA N, ANDRADE DE SOUZA M, RODRIGUES TELINO-JÚNIOR WR AND WHITNEY BM (2018) An overview of migratory birds in Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 58:e20185803
- SULLIVAN BL, AYCRIGG JL, BARRY JH, BONNEY RE, BRUNS N, COOPER CB, DAMOULAS T, DHONDT AA, DIETTERICH T, FARNSWORTH A, FINK D, FITZPATRICK JW, FREDERICKS T, GERBRACHT J, GOMES C, HOCHACHKA WM, ILIFF MJ, LAGOZE C, LA SORTE FA, MERRIFIELD M, MORRIS W, PHILLIPS TB, REYNOLDS M, ROWEALD AD, ROSENBERG KV, TRAUTMANN NM, WIGGINS A, WINKLER DW, WONG WK, WOOD CL, YU J AND KELLING S (2014) The eBird enterprise: an integrated approach to development and application of citizen science. *Biological Conservation* 169:31–40

- SULLIVAN BL, WOOD CL, ILIFF MJ, BONNEY RE, FINK D AND KELLING S (2009) eBird: a citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation* 142:2282–2292
- TORRES RM AND MICHELUTTI P (2006) Aves acuáticas. Pp. 237–249 in: BUCHER EH (ed) *Bañados del río Dulce y Laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina)*. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba
- URBAN EK (1982) Ardeidae, herons, egrets and bitterns. Pp. 132–168 in: BROWN LH, URBAN EK AND NEWMAN K (eds) *The birds of Africa. Volume I*. Academic Press, London
- WOOD C, SULLIVAN B, ILIFF M, FINK D AND KELLING S (2011) eBird: engaging birders in science and conservation. *PLoS Biology* 9:e1001220



REPRODUCCIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL ÁGUILA MORA (*GERANOÆTUS MELANOLEUCUS*) EN EL NOROESTE DE CHUBUT, ARGENTINA

VANESA VILLEGAS-DAVIES^{1,4}, PÍA FLORIA² Y RICARDO CASAUX^{1,3}

¹Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP),
CONICET-UNPSJB, Roca 780, 9200 Esquel, Chubut, Argentina.

²Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco,
Ruta 259, Km 16.41, Esquel, Chubut, Argentina.

³Instituto Antártico Argentino. 25 de Mayo 1143, 1650 San Martín, Buenos Aires, Argentina.

⁴vane_davies@hotmail.com

RESUMEN.— En este trabajo se realiza el primer aporte de información sobre la ecología reproductiva y alimentaria del Águila Mora (*Geranoæetus melanoleucus*) en la provincia de Chubut, Argentina. Durante la temporada reproductiva 2012-2013 se localizaron tres nidos en los cuales se registraron la cronología y parámetros reproductivos, y se contabilizaron e identificaron las presas. El tamaño de puesta promedio observado fue de 2.3 huevos por nido. El éxito de eclosión fue del 100% para dos de los nidos y del 50% para el restante, el éxito de cría fue del 100% en los tres nidos y el número promedio de pichones emancipados de 2 por pareja. La permanencia de los pichones en el nido fluctuó entre 9–12 semanas, un periodo mayor al descrito en otros estudios. La Liebre Europea (*Lepus europæus*) fue la presa principal y el espectro alimentario registrado fue similar al de trabajos previos.

PALABRAS CLAVE: *Accipitridae*, hábitos alimentarios, Liebre Europea, nidificación, presa introducida, rapaces.

ABSTRACT. BREEDING AND FEEDING OF THE BLACK-CHESTED BUZZARD-EAGLE (*GERANOÆTUS MELANOLEUCUS*) AT NORTHWEST CHUBUT, ARGENTINA.— In this work we make the first contribution on the breeding and feeding ecology of the Black-chested Buzzard-Eagle (*Geranoæetus melanoleucus*) in Chubut Province, Argentina. During the 2012-2013 breeding season three nests were located; we recorded the chronology and reproductive parameters, and counted and identified preys. The average clutch size observed was 2.3 eggs per nest. The hatching success was 100% for two of the nests and 50% for the other, the breeding success was 100% in the three nests and the average number of fledglings of 2 per pair. The permanence of the nestlings in the nest fluctuated between 9–12 weeks, a period longer than that described in other studies. The European Hare (*Lepus europæus*) was the main prey and the recorded food spectrum was similar to that of previous studies.

KEY WORDS: *Accipitridae*, European Hare, exotic prey, feeding habits, nesting, raptors.

Recibido 22 agosto 2017, aceptado 30 agosto 2018

El conocimiento de la biología reproductiva de las aves rapaces es de suma importancia para evaluar amenazas potenciales para su persistencia y para poder tomar medidas efectivas para su conservación (Trejo 2004). Las aves rapaces desempeñan un rol fundamental en los ecosistemas, ya que muchas especies son predadores tope en las redes tróficas. Se caracterizan por poseer bajas densidades poblacionales, son sensibles a las perturbaciones de origen humano y, además, son importantes reguladores de especies plaga como,

por ejemplo, los lagomorfos (Roa y Alvarado 2011). Específicamente en el caso de la Liebre Europea (*Lepus europæus*), son conocidos los problemas que su progresivo incremento poblacional puede acarrear, no solo para cultivos y plantaciones sino también a nivel sanitario, debido a que es un transmisor de patógenos como *Fasciola hepatica* (Canales 2008) y *Trichostrongylus retortaeformis* (González et al. 2005). En cuanto a los roedores, se puede mencionar a *Oligoryzomys longicaudatus*, que actúa como reservorio y transmisor del

hantavirus, y a *Ctenomys* sp., cuya presencia puede resultar perjudicial para la producción pecuaria y forestal (Vincon 2010).

El Águila Mora (*Geranoaetus melanoleucus*) es un accipítrido que se distribuye desde Venezuela hasta Tierra del Fuego (del Hoyo et al. 1994) y habita una amplia variedad de ambientes, aunque es más frecuente en espacios abiertos, elevados y escarpados (Bellati 2000, Ferguson-Lees y Christie 2004). Nidifica en copas de árboles (de la Peña 2013), paredones rocosos y acantilados (Saggese y De Lucca 2001, Salvador et al. 2008, De Lucca et al. 2012, de la Peña 2013), torres de alta tensión (Travaini et al. 1994, Hiraldo et al. 1995) y, ocasionalmente, en el suelo (Ignazi 2015). Se reproduce durante los meses cálidos del año (octubre–febrero) y tiene un tamaño de puesta que varía entre 1–3 huevos (Jiménez y Jaksic 1989, Hiraldo et al. 1995, Pavez 2001). Se alimenta principalmente de pequeños y medianos mamíferos como roedores, xenartros y lagomorfos, aves, anfibios y carroña (Pavez et al. 1992, Hiraldo et al. 1995, Cardoso de Sousa 1999, Saggese y De Lucca 2004, Trejo et al. 2006, Zorzín et al. 2007, Salvador et al. 2008).

Para la Patagonia existen estudios sobre el Águila Mora en las provincias de Neuquén, Río Negro y Santa Cruz (Hiraldo et al. 1995, Bustamante et al. 1997, Saggese y De Lucca 2001, Galende y Trejo 2003, Trejo et al. 2006, De Lucca et al. 2012, De Lucca y Saggese 2012, Ignazi 2015). La información en algunos de

estos trabajos corresponde a datos obtenidos hace ya más de 20 años. Hiraldo et al. (1995) y Saggese y De Lucca (2001) aportan información detallada sobre la reproducción del Águila Mora, mientras que el resto de los estudios contiene datos sobre aspectos alimentarios, selección de hábitat y ubicación de nidos. En un análisis de las publicaciones sobre biología reproductiva de aves rapaces en Argentina realizado hasta 2006 se puede apreciar la poca información existente sobre aves rapaces en Chubut (Trejo 2007). En una revisión más actual, Trejo y Ojeda (2015) llevaron a cabo una compilación de publicaciones e investigaciones en curso sobre aves rapaces en el sur de Argentina, brindando un panorama del estado de conservación y del conocimiento actual de estas aves. Para el Águila Mora no se cuenta con ningún estudio publicado sobre aspectos reproductivos y alimentarios en esta provincia. El objetivo de este trabajo es realizar el primer aporte de información sobre la ecología reproductiva y alimentaria del Águila Mora en Chubut, lo que resulta de utilidad para futuros estudios y planes de conservación para la especie.

MÉTODOS

El estudio se realizó en las inmediaciones de Esquel y Trevelin (43°17'S, 65°05'O), en el oeste de Chubut, Argentina (Fig. 1). El área de estudio se encuentra en el Dominio Fitogeográfico

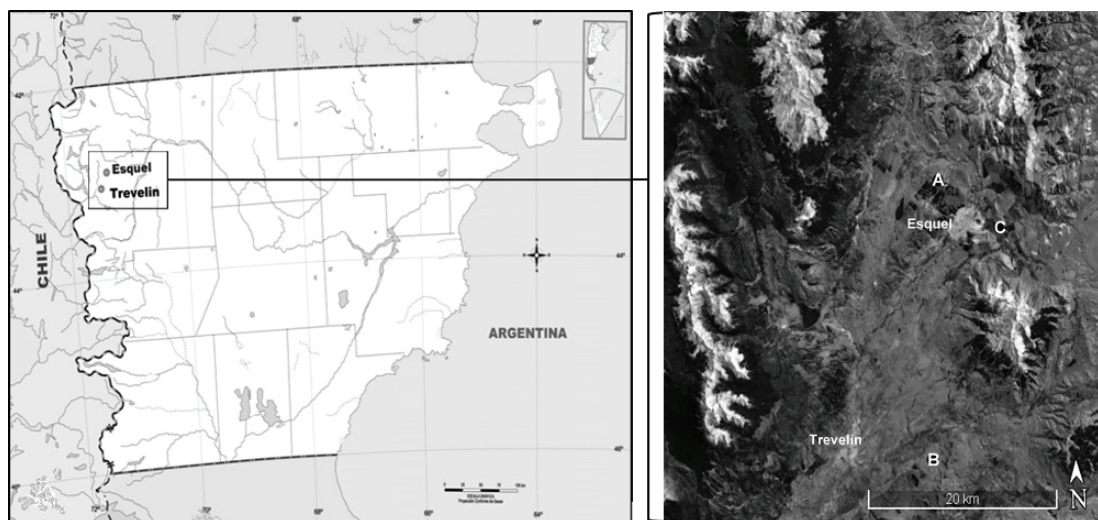


Figura 1. Ubicación de los nidos de Águila Mora (*Geranoaetus melanoleucus*) estudiados (A, B y C) en el noroeste de Chubut, Argentina.

Tabla 1. Cronología y parámetros reproductivos de tres parejas de Águila Mora (*Geranoaetus melanoleucus*) estudiadas en el noroeste de Chubut, Argentina.

	Nido A	Nido B	Nido C
Fecha de puesta	1 Oct 2012	21 Nov 2012	9 Nov 2012
Tamaño de puesta	3	2	2
Incubación (semanas)	6	6	6
Fecha de nacimiento de los pichones	5-7 Nov 2012	27 Dic 2012	7-11 Dic 2012
Número de pichones nacidos	3	1	2
Número de pichones emancipados	3	1	2
Fecha de emancipación de los pichones	16-18 Ene 2013	23 Feb 2013	19-22 Feb 2013
Permanencia en el nido (semanas)	11	9	12

Andino Patagónico, Provincia Patagónica, Distrito Occidental (Cabrera 1976) y constituye una zona de ecotono entre el Bosque Andino Patagónico y la Estepa, lo que otorga al ambiente una alta heterogeneidad paisajística conformada por sectores de bosque con presencia de *Nothofagus pumilio*, *Nothofagus antarctica* y *Austrocedrus chilensis*, entre otras especies, y sectores de estepa con predominio de *Stipa pallescens*, *Stipa speciosa*, *Mulinum spinosum* y *Berberis* sp. (León et al. 1998). El relieve de la zona incluye sectores de montaña, valles fluviales, valles glaciares, colinas, mesetas y sierras (Beeskow et al. 1987). El clima es templado-frío, con fuertes vientos del oeste y precipitaciones de tipo frontal, con un acentuado gradiente pluviométrico oeste-este (Jobbágy et al. 1995).

Entre agosto de 2012 y febrero de 2013 se visitaron semanalmente tres nidos de Águila Mora. Durante las visitas cada nido fue observado de manera oportunista entre las 08:00–18:00 h, con un esfuerzo de observación total de 810 h. A partir de las observaciones se caracterizó la cronología reproductiva de las parejas y se estimaron el tamaño de puesta, el período de incubación (estimado a partir de la puesta del primer huevo hasta el nacimiento del primer pichón), el éxito de eclosión (número de pichones nacidos en relación al número total de huevos puestos), el éxito de cría (número de pichones emancipados en relación al número de pichones nacidos) y la permanencia en el nido (tiempo transcurrido entre el nacimiento y la emancipación de los pichones). El sexo de los miembros de la pareja se determinó por el mayor tamaño de la hembra (Jiménez y Jaksic 1990).

Se identificaron las presas acarreadas al nido por los adultos mediante fotografías y observación directa empleando binoculares y guías de campo (Parera 2002, Narosky e Yzurieta 2004, Canevari y Vaccaro 2007, Palacios 2007), y se recolectaron egagrópilas debajo de los nidos. En el laboratorio las egagrópilas fueron secadas y los restos de presas (e.g., mandíbulas, pelos de mamíferos, dientes, garras de aves y exoesqueletos de artrópodos) fueron separados, identificados y cuantificados comparándolos con colecciones de referencia y guías de identificación (Pearson 1995, Peña 1996, Udrizar Sauthier 2009, Seijas y Trejo 2011). Para el análisis de la dieta se utilizó el índice de importancia numérica, calculado como el porcentaje de presas de un tipo sobre el total de presas, y la frecuencia de ocurrencia (Marti et al. 2007).

RESULTADOS

El aporte de material al nido comenzó a mediados de septiembre en los nidos A y C, y a mediados de octubre en el nido B, extendiéndose durante los periodos de incubación y crianza de los pichones. En el nido A fue realizado mayormente por el macho (65% de las observaciones; $n = 169$), en tanto que en el nido C la hembra aportó la mayor cantidad de material (70%; $n = 124$). En el nido B el macho y la hembra aportaron el 44% y el 56% del material, respectivamente ($n = 205$).

La puesta tuvo lugar entre principios de octubre y mediados de noviembre y el tamaño fluctuó entre 2–3 huevos (Tabla 1). El período de incubación fluctuó entre 30–38 días, con un promedio de 6 semanas. El éxito de eclosión

Tabla 2. Dieta de tres parejas reproductivas de Águila Mora (*Geranoaetus melanoleucus*) en el noroeste de Chubut, Argentina. Se muestran la frecuencia de ocurrencia (F) y el índice de importancia numérica (N), ambos en porcentaje. El número total de ítems presa fue 91.

	Nido A		Nido B		Nido C		Total	
	F	N	F	N	F	N	F	N
Lagomorfos								
<i>Lepus europaeus</i>	58.0	52.0	90.0	52.3	85.7	90.0	80.4	60.4
Roedores								
<i>Ctenomys</i> sp.	16.7	7.4	10.0	9.1	-	-	9.1	6.6
Indeterminado	16.7	7.4	10.0	6.8	7.1	5.0	10.9	6.6
Aves								
<i>Vanellus chilensis</i>	8.3	3.7	-	-	-	-	2.2	1.1
<i>Turdus falcklandii</i>	-	-	5.0	2.3	-	-	2.2	1.1
Paseriforme indeterminado	8.3	3.7	-	-	-	-	2.2	1.1
Insectos								
Coleóptero indeterminado	33.3	14.8	20.0	29.5	7.1	5.0	19.6	19.8
<i>Psectrascelis</i> sp.	8.3	3.7	-	-	-	-	2.2	1.1

fue del 100% para dos de los nidos y del 50% para el restante. Los pichones nacieron entre principios de noviembre y fines de diciembre, la permanencia en el nido fluctuó entre 61–80 días (9–12 semanas) y el éxito de cría fue del 100% en los tres nidos. El ciclo reproductivo del Águila Mora en el área de estudio tendría una duración de hasta 146 días (entre principios de octubre y fines de febrero).

Se analizaron 25 egagrópilas y 51 restos de presas acarreados al nido por los adultos, identificándose 91 ítems presa. La Liebre Europea (tanto individuos juveniles como adultos) fue la presa más frecuente y abundante, seguida por insectos y roedores, mientras que las aves estuvieron escasamente representadas (Tabla 2). Los *Ctenomys* sp. eran individuos de tamaño mediano, mientras que los roedores no determinados eran de pequeño tamaño. Entre los insectos predominaron los coleópteros. Las aves incluyeron a *Vanellus chilensis*, *Turdus falcklandii* y passeriformes no identificados. Las hembras de los nidos A y C alimentaron a los pichones más frecuentemente que los machos (65% y 80% de las sesiones de alimentación, respectivamente; $n = 151$ y $n = 130$), en tanto que en el nido B fue el macho quien alimentó más frecuentemente (75%; $n = 134$).

DISCUSIÓN

Newton (1979) propuso que las hembras de muchas rapaces disminuyen su actividad y acumulan reservas durante el período previo a la puesta, por lo que los machos son más activos, tal como se observó en el nido A en este estudio. Este autor también mencionó que si por alguna razón el macho se muestra reacio a contribuir en la construcción o cuidado del nido, la hembra asume por completo esta tarea, tal como parece haber ocurrido en el nido C.

Housse (1945) y Jiménez y Jaksic (1990) reportaron un período de incubación de 30 días para el Águila Mora. En este trabajo fluctuó entre 30–38 días, un lapso de tiempo similar o mayor que podría estar relacionado con la asincronía de la puesta. Este hecho es frecuente en aves rapaces, así como el inicio de la incubación antes de terminar la puesta (Newton 1979). Como consecuencia de esta asincronía se produce un escalonamiento en los nacimientos de los hermanos que provoca una diferencia tanto en el tamaño corporal como en el comportamiento (Gargett 1982).

El tamaño de puesta promedio observado (2.3 huevos por nido) fue similar al reportado para otras áreas de la Patagonia (2.2–2.6 hue-

vos por nido; De Lucca y Saggese 1995, Hiraldo et al. 1995, Saggese y De Lucca 2001). El éxito de eclosión registrado y el número promedio de pichones emancipados (2 por pareja) fueron mayores a los previamente documentados (1.1–1.7 pichones por pareja; Hiraldo et al. 1995, Saggese y De Lucca 2001).

Las hembras invirtieron más tiempo en el cuidado parental, hecho que se explicaría por los diferentes roles que cumplen macho y hembra durante la temporada de cría, cuando el macho defiende el territorio y proporciona alimentos en mayor cantidad, mientras la hembra permanece en el nido cuidando a los pichones (Ferguson-Lees y Christie 2004). Los pichones permanecieron en el nido entre 9–12 semanas, un periodo mayor al de 6 semanas reportado por Housse (1945) y de 7 semanas observado por Jiménez y Jaksic (1990). Esta diferencia podría estar relacionada con el mayor tamaño de puesta observado en este estudio, que podría resultar en una tasa de crecimiento más lenta.

El Águila Mora es un predador versátil con un espectro de presas amplio, con una dieta que puede variar considerablemente entre localidades (Pavez et al. 1992, Hiraldo et al. 1995, Cardoso de Sousa 1999, Saggese y De Lucca 2004, Trejo et al. 2006, Zorzin et al. 2007, Salvador et al. 2008) probablemente en función de la abundancia relativa de sus presas. En el área de estudio la Liebre Europea fue la presa que más contribuyó a la dieta, lo que coincide con lo reportado para el norte de la Patagonia por Hiraldo et al. (1995). En otras localidades patagónicas el consumo de este lagomorfo varió entre un 25% (Trejo et al. 2006) y un 69% (Saggese y De Lucca 2001). Esto sugiere una predisposición a consumir presas más redituables energéticamente, lo que está determinado por la abundancia y el tamaño corporal. La Liebre Europea es importante tanto en la dieta del Águila Mora como en la de otros predadores como *Mustela furo* y *Lycalopex culpaeus*, para los cuales su consumo representaría un elevado aporte energético (Barbar et al. 2016, Galende y Raffaele 2016). Según Yáñez et al. (2009), la naturalización de la Liebre Europea ha aportado beneficios para la fauna nativa, al aumentar la oferta de presas para carnívoros y rapaces y disminuir la presión de predación sobre especies nativas (Jaksic et al. 2002). Siendo los lagomorfos un recurso alimenticio nuevo y generalmente

abundante (Lees y Bell 2008), se ha sugerido que podrían tener un efecto positivo en los predadores, esperándose un aumento de su supervivencia, reproducción y abundancia total (Tablado et al. 2010). Sin embargo, deben considerarse también los efectos negativos de la introducción de estas presas, como los efectos indirectos en rapaces que consumen presas envenenadas, la intoxicación por plomo o la competencia por el recurso con otros predadores, entre otros (Speziale y Lambertucci 2013).

La importancia registrada de los insectos en la dieta puede ser debida al consumo secundario (i.e., una consecuencia del consumo del contenido estomacal de otras presas como roedores y aves) y no a su consumo directo. Aunque el espectro alimentario observado fue similar al de otros trabajos (Hiraldo et al. 1995, Saggese y De Lucca 2001, Trejo et al. 2006), es necesario tener en cuenta ciertos aspectos como la subestimación de las presas (e.g., las aves suelen subestimarse en el análisis de egagrópillas y los insectos en la observación directa). Si bien la Liebre Europea resultó la presa principal, al ser el Águila Mora un predador versátil los resultados obtenidos no deberían generalizarse. El análisis de un mayor número de muestras seguramente permitirá ampliar el número de especies presa, particularmente de aves y roedores.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Javier De Leonardis por brindar la ubicación de los nidos, a Luis Antilef por su ayuda en el análisis de egagrópillas y a los encargados de los campos por el permiso para trabajar en las propiedades.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BARBAR F, HIRALDO F Y LAMBERTUCCI SA (2016) Medium-sized exotic prey create novel food webs: the case of predators and scavengers consuming lagomorphs. *PeerJ* 4:e2273
- BEESKOW AM, DEL VALLE HF Y ROSTAGNO CM (1987) *Los sistemas fisiográficos de la región árida y semiárida de la provincia de Chubut*. SECyT-Delegación Patagonia, San Carlos de Bariloche
- BELLATI J (2000) Comportamiento y abundancia relativa de rapaces de la Patagonia extraandina Argentina. *Ornitología Neotropical* 11:207–222
- BUSTAMANTE J, DONÁZAR JA, HIRALDO F, CEBALLOS O Y TRAVAINI A (1997) Differential habitat selection by immature and adult Grey Eagle-buzzards *Geranoaetus melanoleucus*. *Ibis* 139:322–330

- CABRERA AL (1976) Regiones fitogeográficas argentinas. Pp. 1–85 en: *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*. Tomo 2. Fascículo 1. ACME, Buenos Aires
- CANALES A (2008) Evaluación poblacional de *Lepus europaeus* Pallas, 1778: sus efectos en la agricultura de la península de Capachica. *Revista de Investigaciones* 4:187–198
- CANEVARI M Y VACCARO O (2007) *Guía de mamíferos del sur de América del Sur*. LOLA, Buenos Aires
- CARDOSO DE SOUSA M (1999) Reprodução e hábitos alimentares de *Geranoaetus melanoleucus* (Falconiformes: Accipitridae) nos Estados de Sergipe e Alagoas, Brasil. *Araçajuba* 7:135–137
- DE LUCCA ER, BERTINI M Y QUAGLIA A (2012) Nidificación del Águila Mora *Geranoaetus melanoleucus* y del Aguilucho Común *Buteo polyosoma* en el litoral marítimo del noreste patagónico, Argentina. *Nótulas Faunísticas* 103:1–10
- DE LUCCA ER Y SAGGESSE MD (1995) Fratricidio en el Águila Mora *Geranoaetus melanoleucus*. *Hornero* 14:38–39
- DE LUCCA ER Y SAGGESSE MD (2012) Parental care and time-activity budget of a breeding pair of Black-chested Buzzard-eagles (*Geranoaetus melanoleucus*) in southern Patagonia, Argentina. *Ornitología Colombiana* 12:17–24
- FERGUSON-LEES J Y CHRISTIE D (2004) *Rapaces del mundo. Guía de identificación*. Omega, Barcelona
- GALENDE GI Y RAFFAELE E (2016) Predator feeding ecology on Patagonian rocky outcrops: implications for colonies of mountain vizcacha (*Lagidium viscacia*). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 51:104–111
- GALENDE GI Y TREJO A (2003) Predation of the black-chested buzzard-eagle (*Geranoaetus melanoleucus*) and great horned owl (*Bubo magellanicus*) on the chinchilla (*Lagidium viscacia*) in two colonies in northeast Patagonia, Argentina. *Mastozoología Neotropical* 10:143–147
- GARGETT V (1982) Synchronous hatching and the Cain and Abel struggle in the Black Eagle. *Ostrich* 53:147–150
- GONZÁLEZ D, REBOLLEDO P, SKEWES O, MORENO L Y CASTRO D (2005) Parásitos de la liebre (*Lepus europaeus* Pallas, 1778): estudio en dos zonas geográficas de Chile. *Parasitología Latinoamericana* 60:174–177
- HIRALDO F, DONÁZAR J, CEBALLOS O, TRAVAINI A, BUSTAMANTE J Y FUNES M (1995) Breeding biology of a Grey Eagle-Buzzard population in Patagonia. *Wilson Bulletin* 107:675–685
- HOUSSE R (1945) *Las aves de Chile en su clasificación moderna, su vida y costumbres*. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago
- 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
- IGNAZI GO (2015) Ground nesting by Black-chested Buzzard-eagles (*Geranoaetus melanoleucus*). *Journal of Raptor Research* 49:101–103
- JAKSIC FM, IRIARTE JA, JIMÉNEZ JE Y MARTÍNEZ DR (2002) Invaders without frontiers: cross-border invasions of exotic mammals. *Biological Invasions* 4:157–173
- JIMÉNEZ JE Y JAKSIC FM (1989) Behavioral ecology of Grey Eagle-buzzards, *Geranoaetus melanoleucus*, in central Chile. *Condor* 91:913–921
- JIMÉNEZ JE Y JAKSIC FM (1990) Historia natural del águila *Geranoaetus melanoleucus*: una revisión. *Hornero* 13:97–110
- JOBBÁGY EG, PARUELO JM Y LEÓN RJC (1995) Estimación del régimen de precipitaciones a partir de la distancia a la cordillera en el noroeste de la Patagonia. *Ecología Austral* 5:47–53
- LEES AC Y BELL DJ (2008) A conservation paradox for the 21st century: the European wild rabbit *Oryctolagus cuniculus*, an invasive alien and an endangered native species. *Mammal Review* 38:304–320
- LEÓN RJC, BRAN D, COLLANTES D, PARUELO JM Y SORIANO A (1998) Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extrandina. *Ecología Austral* 8:125–144
- MARTI CD, BECHARD M Y JAKSIC FM (2007) Food habits. Pp. 129–152 en: BIRD DM Y BILDSTEIN KL (eds) *Raptor research and management techniques*. Hancock House, Blaine
- NAROSKY T E Y ZURIETA D (2004) *Aves de Patagonia y Antártida*. Vázquez Mazzini, Buenos Aires
- NEWTON I (1979) *Population ecology of raptors*. Buteo Books, Vermillion
- PALACIOS R (2007) *Manual para identificación de carnívoros andinos*. Guía de campo. Alianza Gato Andino, Córdoba
- PARERA A (2002) *Los mamíferos de la Argentina y la región austral de Sudamérica*. El Ateneo, Buenos Aires
- PAVEZ EF (2001) Biología reproductiva del águila *Geranoaetus melanoleucus* (Aves: Accipitridae) en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 74:687–697
- PAVEZ EF, GONZÁLEZ CA Y JIMÉNEZ JE (1992) Diet shifts of black-chested eagles (*Geranoaetus melanoleucus*) from native prey to European rabbits in Chile. *Journal of Raptor Research* 26:27–32
- PEARSON OP (1995) Annotated keys for identifying small mammals living in or near Nahuel Huapi National Park or Lanin National Park, southern Argentina. *Mastozoología Neotropical* 2:99–148
- PENA LE (1996) *Introducción al estudio de los insectos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago
- DE LA PEÑA MR (2013) *Nidos y reproducción de las aves argentinas*. Ediciones Biológica, Santa Fe
- ROA M Y ALVARADO S (2011) *Guía de aves rapaces. Características y atributos de las aves rapaces diurnas y nocturnas de Calera de Tango*. Municipalidad de Calera de Tango, Calera de Tango
- SAGGESSE M Y DE LUCCA E (2001) Biología reproductiva del Águila Mora (*Geranoaetus melanoleucus*) en la Patagonia sur, Argentina. *Hornero* 16:77–84

- SAGGESE M Y DE LUCCA E (2004) Live mammal prey (*Zaedyus pichiy*) in a nest of the Black Chested Buzzard-Eagle (*Geranoaetus melanoleucus*). *Journal of Raptor Research* 38:101–102
- SALVADOR LF, SALIM LB, PINHEIRO MS Y GRANZINOLLI MAM (2008) Observations of a nest of the Black-chested Buzzard-eagle *Buteo melanoleucus* (Accipitridae) in a large urban center in southeast Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 16:125–130
- SEIJAS S Y TREJO A (2011) Clave para la identificación de los passeriformes del noroeste patagónico en base a la osteología craneal. *Hornero* 26:129–147
- SPEZIALE KL Y LAMBERTUCCI SA (2013) The effect of introduced species on raptors. *Journal of Raptor Research* 47:133–144
- TABLADO Z, TELLA JL, SÁNCHEZ-ZAPATA JA Y HIRALDO F (2010) The paradox of the longterm positive effects of a North American crayfish on a European community of predators. *Conservation Biology* 24:1230–1238
- TRAVAINI A, DONÁZAR JA, CEBALLOS O, FUNES M, RODRÍGUEZ A, BUSTAMANTE J, DELIBES M Y HIRALDO F (1994) Nest-site characteristics of four raptor species in the Argentinean Patagonia. *Wilson Bulletin* 106:753–757
- TREJO A (2004) Reproducción de las aves rapaces de Chile. Pp. 155–168 en: MUÑOZ-PEDREROS A, RAU JR Y YÁÑEZ J (eds) *Aves rapaces de Chile*. Ediciones CEA, Valdivia
- TREJO A (2007) Identificación de especies y áreas prioritarias para el estudio de la reproducción de aves rapaces de Argentina. *Hornero* 22:85–96
- TREJO A, KUN M Y SEIJAS S (2006) Dieta del Águila Mora (*Geranoaetus melanoleucus*) en una transecta oeste-este en el ecotono norpatagónico. *Hornero* 21:31–36
- TREJO A Y OJEDA V (2015) Aportes desde la vertiente argentina al conocimiento de las aves rapaces del bosque templado austral. *Boletín Chileno de Ornitología* 21:15–28
- UDRIZAR SAUTHIER DE (2009) *Los micromamíferos y la evolución ambiental durante el Holoceno en el Río Chubut (Chubut, Argentina)*. Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata, La Plata
- VINCON (2010) *Conociendo los Tucu-Tucos (Ctenomys sp.)*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Esquel
- YÁÑEZ J, CATTAN P E IRIARTE A (2009) Descripción de las especies vivientes: mamíferos exóticos de Chile. Pp. 251–268 en: MUÑOZ-PEDREROS A Y YÁÑEZ J (eds) *Mamíferos de Chile*. Ediciones CEA, Valdivia
- ZORZIN G, CARVALHO CEA Y CARVALHO-FILHO EPM (2007) Breeding biology, diet, and distribution of the black-chested Buzzard-eagle (*Geranoaetus m. melanoleucus*) in Minas Gerais, southeastern Brazil. Pp. 40–46 en: BILDSTEIN KL, BARBER DR Y ZIMMERMAN A (eds) *Neotropical raptors*. Hawk Mountain Sanctuary, Orwigsburg



USO DE HÁBITAT Y COMPORTAMIENTO DE *CRAX FASCIOLATA* EN EL CHACO HÚMEDO PARAGUAYO

RAFAELA LAINO^{1,2,3}, KARIM MUSALEM^{1,2}, ANDREA CABALLERO-GINI¹,
DIEGO BUENO-VILLAFANE¹ Y SILVINA CHAPARRO¹

¹ Centro de Investigación del Chaco Americano. San José 365, Asunción, Paraguay.

² Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas.

C/ Princesa 3 dpdo, 7º planta, apartamento 703, 28008 Madrid, España.

³ rafilaino@gmail.com

RESUMEN.— Se estudió la abundancia y el uso de hábitat de *Crax fasciolata* utilizando cámaras trampa en distintos tipos de bosques en el Chaco Húmedo de Paraguay. En un total de 996 días-cámara de esfuerzo de muestreo se obtuvieron 114 registros, la mayoría de ellos de uno y dos individuos, con un máximo de cinco individuos. La mayor cantidad de registros se obtuvo en el bosque ripario, con un éxito de captura de 20%, y durante la primavera, con un éxito de captura de 22%. La especie mostró actividad diurna con la mayor cantidad de registros durante la mañana. Se recomienda profundizar estas investigaciones analizando no solo el tipo de bosque sino también la época del año en que se registra la especie en cada hábitat.

PALABRAS CLAVE: actividad, bosques, cámaras trampa, crácidos, Paraguay.

ABSTRACT. HABITAT USE AND BEHAVIOUR OF *CRAX FASCIOLATA* IN THE PARAGUAYAN HUMID CHACO.— We studied the abundance and habitat use of *Crax fasciolata* using camera-traps in different types of forests in the Humid Chaco of Paraguay. We obtained 114 records with a total sampling effort of 996 camera-days, most of them from one and two individuals, with a maximum of five individuals. The highest number of records was obtained in the riparian forest, with a capture success of 20%, and during the spring, with a capture success of 22%. The species showed diurnal activity with most records during the morning. We recommend to deepen these investigations analyzing not only the type of forest but also the time of the year in which the species is recorded in each habitat.

KEY WORDS: activity, camera-traps, cracids, forests, Paraguay.

Recibido 4 marzo 2018, aceptado 5 octubre 2018

Crax fasciolata forma parte de la familia Cracidae, endémica del Neotrópico y una de las familias de aves más amenazadas (Brooks y Fuller 2006). Además de esta especie, en Paraguay se encuentran presentes *Ortalis canicollis*, *Penelope superciliaris*, *Penelope obscura*, *Pipile cumanensis* y *Pipile jacutinga* (del Castillo y Clay 2004). *Crax fasciolata* es un ave terrestre de gran tamaño (aproximadamente 85 cm) que se caracteriza por un marcado dimorfismo sexual y habita bosques semicaducifolios y en galería (del Hoyo 1994, Elsam 2006). Uno de los principales problemas de conservación que enfrenta es la caza furtiva (Narosky e Yzurieta 2006). Su consumo es una práctica tradicional en muchas zonas, cumpliendo un papel importante en la alimentación humana. En algunos pueblos de Brasil y de Perú, los cráci-

dos figuran entre las aves más cazadas para consumo (Begazo y Bodmer 1998, Barros et al. 2011, Cajaiba et al. 2015). La fragmentación del bosque y los altos niveles de predación de nidos son otras causas importantes de la rápida disminución de sus poblaciones (Strahl et al. 1995, Leite et al. 2017). La mitad de las especies de crácidos están categorizadas como amenazadas y una de ellas es considerada extinta (IUCN 2016). *Crax fasciolata* se encuentra en la categoría Vulnerable tanto a nivel nacional en Paraguay (SEAM 2006) como internacional (IUCN 2016). Los crácidos cumplen un papel importante en la regeneración de los bosques a través de la dispersión de semillas y el control de la vegetación al comer las partes reproductivas (Yumoto 1999, Brooks y Fuller 2006). Por lo tanto, se considera que su

desaparición tendría impactos negativos en la estructura de los bosques (Begazo y Bodmer 1998, Brooks y Fuller 2006).

En Paraguay esta especie ha sido poco estudiada y se la considera escasa y poco común (Narosky e Yzurieta 2006). Se conocen datos de densidad para los bosques en galería del norte del departamento de Concepción, donde sería relativamente común (Clay 2001); sin embargo, se considera que sus poblaciones están declinando (Clay y Oren 2006). Por tal motivo, en este trabajo se propone estudiar las poblaciones de *Crax fasciolata* de un sistema boscoso al sur de la región occidental de Paraguay correspondiente a la ecorregión Chaco Húmedo (Olson et al. 2001). El objetivo del trabajo fue obtener información ecológica preliminar sobre el uso de hábitat y el comportamiento de *Crax fasciolata* en el Chaco Húmedo en Paraguay.

MÉTODOS

El área de estudio se encuentra en el sur del Chaco paraguayo, en un establecimiento situado sobre el río Paraguay (24°58'S, 57°22'O) en el departamento Presidente Hayes. El área tiene una superficie de 4000 ha y se ubica en la ecorregión del Chaco Húmedo (Fig. 1). El lugar está histórica y culturalmente ligado a la producción de bovinos, debido a las pastu-

ras naturales con que cuenta. La producción es de baja intensidad desde hace al menos tres generaciones de propietarios, con extracción forestal solo para la construcción de infraestructura propia (e.g., corrales y puentes). La vegetación del área está conformada por un mosaico de sabanas inundables, bosques y palmares densos de *Copernicia alba*. El clima se caracteriza por temperaturas promedio anuales de alrededor de 24–25 °C y las precipitaciones anuales varían entre 1000–1200 mm (Mereles 2005).

Los muestreos fueron realizados en tres tipos de bosques: (1) bosque sub-húmedo inundable del río Paraguay, (2) bosque mesoxerófito semi-caducifolio de quebracho, y (3) bosque ripario. El bosque sub-húmedo ocurre naturalmente en isletas asociadas con palmares en la planicie de inundación del río Paraguay (Pérez de Molas 2016). En el área de estudio se han registrado *Peltophorum dubium*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Ficus enormis*, *Ocotea diospirofolia*, *Sapium haematospermum*, *Gleditzia amorphoides*, *Guazuma ulmifolia*, *Chloroleucon tenuiflorum*, *Handroanthus heptaphyllus*, *Syagrus romanzoffiana* y *Copernicia alba*. El bosque mesoxerófito semi-caducifolio también ocupa isletas en la planicie de inundación y en él predomina *Schinopsis balansae* (quebracho) en asociación con *Caesalpinia paraguariensis* y, ocasionalmente, *Aspidosperma quebracho-blanco*

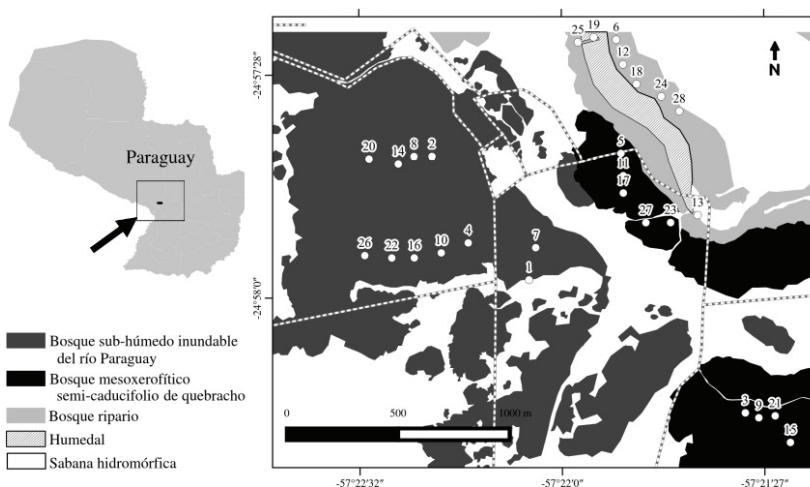


Figura 1. Área de estudio en el Chaco Húmedo de Paraguay, mostrando sus distintos ambientes. Los círculos blancos numerados señalan las distintas ubicaciones de las cámaras trampa usadas para el estudio de *Crax fasciolata*. Los números se corresponden con los de la tabla 1. Las líneas punteadas indican la ubicación de alambrados.

Tabla 1. Fechas de los muestreos de *Crax fasciolata* con cámaras trampa en el Chaco Húmedo de Paraguay. Se indican las ubicaciones de las cámaras trampa (los números se corresponden con los de la figura 1), la estación del año y el tipo de bosque en que fueron instaladas.

	Ubicaciones	Estación	Tipo de bosque ^a
18 Nov 2016 – 19 Ene 2017	13, 19, 25	primavera-verano	BR
21 Sep 2017 – 7 Nov 2017	6, 12, 18, 24, 28	primavera	BR
18 Nov 2016 – 19 Ene 2017	1, 7	primavera-verano	BSHI
16 Mar 2017 – 31 Mar 2017	2, 8, 14, 20	otoño-invierno	BSHI
18 Jul 2017 – 16 Ago 2017	4, 10, 16, 22, 26	invierno	BSHI
1 Abr 2017 – 30 Abr 2017	3, 9, 15, 21	otoño	BMX
18 Ago 2017 – 20 Sep 2017	5, 11, 17, 23, 27	invierno	BMX

^a BR: bosque ripario, BSHI: bosque sub-húmedo inundable del río Paraguay, BMX: bosque mesoxerofítico semi-caducifolio de quebracho.

y *Diplokeleba floribunda*. El bosque ripario, ribereño o bosque en galería (Maturó et al. 2005, Peña-Chocarro et al. 2006) se presenta contiguo a los cauces formando una franja de 50–100 m. Comparte algunas especies con el bosque sub-húmedo y en el área de estudio también están presentes *Vitex megapota mica*, *Terminalia triflora*, *Genipa americana*, *Inga* sp. y, ocasionalmente, *Albizia inundata*. A pesar de que se encuentra contiguo al bosque de quebracho, prácticamente no comparte sus especies predominantes y la transición entre ambos es abrupta (aproximadamente 5–10 m).

Se utilizaron cámaras trampa para obtener información de abundancia y uso de hábitat de *Crax fasciolata*. Esta técnica ha sido utilizada principalmente para el estudio de mamíferos (Maffei et al. 2002, Srbe k-Araujo y Chiarello 2005, Tobler et al. 2008) pero hay antecedentes en el estudio de crácidos: en la costa de Yucatán (México) permitió el descubrimiento de poblaciones de *Crax rubra* y *Penelope purpurascens* (Hernández-Pérez et al. 2017), en Brasil se utilizó para el estudio de *Crax blumenbachii* (Srbe k-Araujo et al. 2012) y *Crax globulosa* (Leite et al. 2017), en Costa Rica para estudiar a *Crax rubra* (Pardo et al. 2017), en Perú a *Pauxi koepckeae* (Beirne et al. 2017) y en Argentina a *Crax fasciolata* (Fernández-Duque et al. 2013).

Se utilizaron cinco cámaras trampa que estuvieron activas en distintos periodos comprendidos entre noviembre de 2016 y noviembre de 2017 (Tabla 1). La disposición y rotación de las cámaras se estableció de manera tal que fueran muestreados los diferentes bosques característicos del área de estudio (Tabla 1,

Fig. 1). Las cámaras fueron instaladas a 45 cm del suelo, sujetas a árboles en zonas con escaso sotobosque; estuvieron activas durante todo el día. Con la finalidad de obtener varias fotos y videos del mismo individuo o grupo de individuos, las cámaras se programaron para tomar 3 fotos cada 15 s con videos de 10 s al detectar movimiento. Se georreferenció la posición de cada cámara trampa utilizando un GPS y las coordenadas fueron exportadas para su visualización y para la elaboración de mapas en QGIS versión 3.

Las fotografías y videos obtenidos con las cámaras trampa fueron considerados como registros (Srbe k-Araujo et al. 2012). Cuando se obtuvo más de una fotografía o video durante 1 h, solamente la primera fotografía o video donde apareció *Crax fasciolata* fue considerado como un registro. El éxito de captura se estimó dividiendo el número de registros por el esfuerzo del muestreo y expresando el resultado en porcentaje (Srbe k-Araujo y Chiarello 2005). Se utilizó la prueba de Chi-cuadrado para evaluar la relación entre la frecuencia de registros de machos, hembras y grupos con los tres tipos de bosques.

RESULTADOS

En un total de 996 días-cámara de esfuerzo de muestreo se obtuvieron 114 registros de *Crax fasciolata* (Fig. 2). Se determinó el sexo de todos los individuos registrados, aunque no se pudo establecer la presencia de juveniles o pichones. La mayoría de los registros constó de un solo individuo, seguido por grupos de dos individuos y, en menor frecuencia, tres,

Tabla 2. Cantidad de registros con distinto número de individuos de *Crax fasciolata* obtenidos con cámaras trampa en el Chaco Húmedo de Paraguay. Se muestran también la composición de los registros (entre paréntesis) y el éxito de captura (en porcentaje).

Número de individuos	Cantidad de registros (composición)	Éxito
1	80 (49 machos, 31 hembras)	8.03
2	24 (21 parejas, 2 registros de 2 machos, 1 de 2 hembras)	2.41
3	4 (4 registros de 1 macho y 2 hembras)	0.40
4	5 (4 registros de 2 machos y 2 hembras, 1 de 3 machos y 1 hembra)	0.50
5	1 (1 registro de 3 machos y 2 hembras)	0.10

cuatro y hasta cinco individuos (Tabla 2). La composición de los registros y el éxito de captura asociado se muestran en la tabla 2.

La mayor cantidad de registros se obtuvo en el bosque ripario, con un éxito de captura de 20% (Tabla 3). Con respecto a la estación del

año, la mayor cantidad de registros ocurrió en primavera, con un éxito de captura de 22%. Sin embargo, es importante notar que el único tipo de bosque en el cual se realizaron muestreos durante las cuatro estaciones fue el subhúmedo inundable; para el bosque ripario solo hubo muestreos en primavera-verano y para el bosque mesoxerófito en otoño-invierno (Tabla 1). No se encontró una relación entre la frecuencia de registros de machos y hembras con los tres tipos de bosques ($P = 0.7061$) ni hubo relación entre la frecuencia de registros de machos, hembras y grupos (registros de dos o más individuos) con los tipos de bosques ($P = 0.8184$).

Todos los registros ocurrieron entre las 5:00 y las 18:00 h, siendo más frecuentes entre las 5:00–7:00 h y a las 17:00 h (Fig. 3). Los regis-

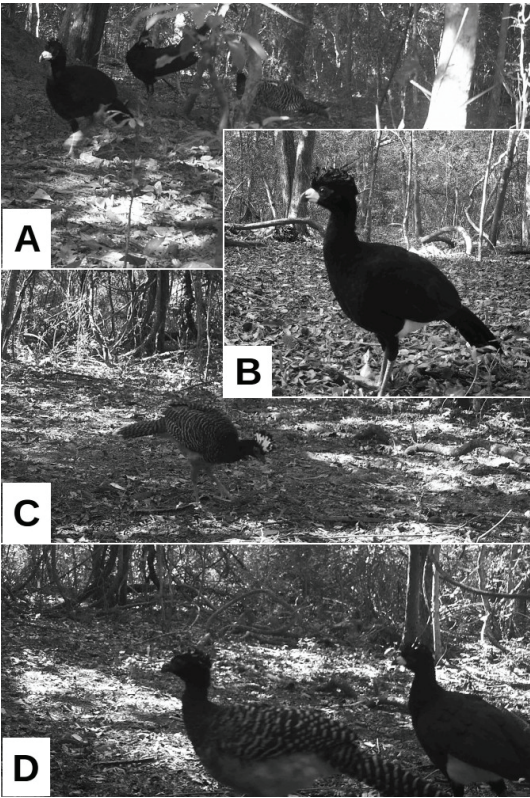


Figura 2. Registros de *Crax fasciolata* obtenidos con cámaras trampa en el Chaco Húmedo de Paraguay. (A) Tres individuos (dos machos y una hembra) registrados el 19 de marzo de 2017. (B) Macho registrado el 16 de agosto de 2017. (C) Hembra registrada el 29 de julio de 2017. (D) Pareja registrada el 6 de agosto de 2017.

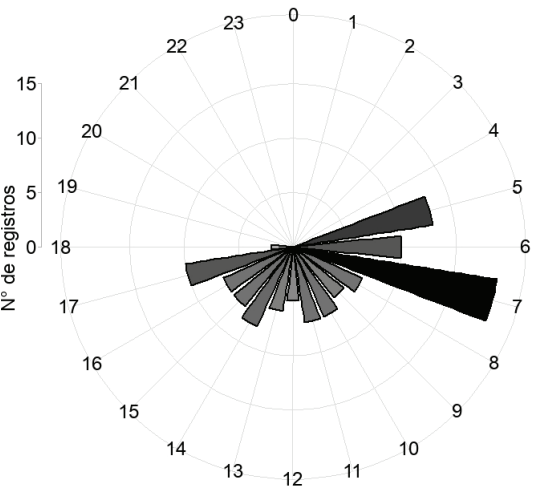


Figura 3. Número de registros de *Crax fasciolata* obtenidos con cámaras trampa en las distintas horas del día (0:00-23:00 hs) en el Chaco Húmedo de Paraguay.

Tabla 3. Número de registros, esfuerzo de muestreo (días-cámara) y éxito de captura (en porcentaje) de *Crax fasciolata* usando cámaras trampa en distintos tipos de bosques y estaciones del año en el Chaco Húmedo de Paraguay.

	Registros	Esfuerzo	Éxito
Tipo de bosque			
ripario	85	415	20.48
sub-húmedo inundable del río Paraguay	25	301	8.31
mesoxerófitico semi-caducifolio de quebracho	4	280	1.43
Estación			
Primavera	85	385	22.08
Verano	7	158	4.43
Otoño	9	160	5.63
Invierno	13	293	4.44

tros se obtuvieron con temperaturas entre 5–33 °C. La mayor cantidad de registros fue obtenida en octubre de 2017, con una temperatura promedio de aproximadamente 21 °C (Fig. 4).

DISCUSIÓN

La mayor cantidad de registros de *Crax fasciolata* obtenida en el bosque ripario coincide con los resultados reportados por Fernández-Duque et al. (2013), quienes estudiaron poblaciones en ambientes similares del Chaco Húmedo en Formosa, Argentina. Para el norte de Paraguay también se señaló que la presencia de esta especie está muy relacionada a los bosques húmedos (Robbins et al. 1999, Clay 2001), como sucede, por ejemplo, con las

poblaciones de *Crax globulosa* estudiadas en Brasil (Leite et al. 2017), Colombia (Luna-Maira et al. 2013) y Bolivia (Hill et al. 2008).

El mayor número de registros de aves individuales y en pareja coincide con lo reportado por Desbiez y Bernardo (2011) y Clay y Oren (2006), así como el de machos seguido de hembras y con una menor cantidad de registros de parejas o grupos coincide con los resultados de otros estudios del género *Crax* realizados en Brasil (Srbek-Araujo et al. 2012) y Colombia (Luna-Maira et al. 2013). En este estudio se registró un grupo de cinco individuos, que está dentro del rango de 4–12 reportado como número máximo de aves en grupos en otros trabajos (Desbiez y Bernardo 2011, Srbek-Araujo et al. 2012, Fernández-Duque et al. 2013, Luna-Maira et al. 2013).

La actividad diurna y la mayor cantidad de registros durante la mañana son similares a lo observado por Srbek-Araujo et al. (2012), quienes sugirieron que la actividad crepuscular podría indicar el retorno de las aves a sus refugios nocturnos. Estos resultados coinciden también con los de Fernández-Duque et al. (2013), quienes obtuvieron más fotografías de *Crax fasciolata* durante la mañana y entre los 11–20 °C, temperaturas un poco más bajas que las registradas en este estudio.

Como los bosques maduros están asociados con la presencia y abundancia de los crácidos, *Crax fasciolata* podría representar un indicador apropiado de la calidad del hábitat y, por lo tanto, de su estado de conservación (Martínez-Morales 1999, Brooks y Fuller 2006, Pardo et al. 2017). Existen pocos estudios de esta espe-

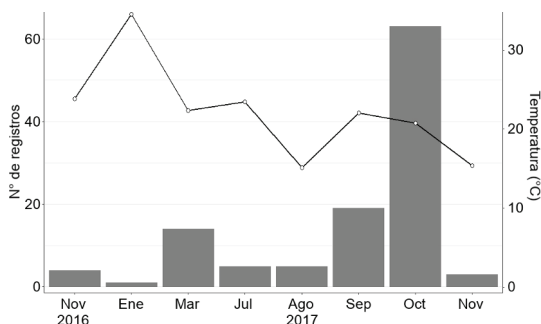


Figura 4. Número de registros de *Crax fasciolata* (barras grises) obtenidos con cámaras trampa entre noviembre de 2016 y noviembre de 2017 en el Chaco Húmedo de Paraguay. Los puntos blancos y la línea negra indican los valores promedio de temperatura mensual.

cie en Paraguay; en este trabajo se proporcionan datos preliminares obtenidos en el Chaco Húmedo que pueden ser útiles para el diseño de estrategias para su conservación. La falta de muestreos sistemáticos durante las cuatro estaciones del año en los tres tipos de bosques analizados constituye una limitación de este estudio, ya que hay evidencia de que algunas especies de crácidos realizan movimientos locales relacionados con la estacionalidad o la disponibilidad de recursos (e.g., congregándose alrededor de fuentes de agua durante la estación seca o en fuentes con abundante alimento; Kattan et al. 2015). Por esta razón, se recomienda profundizar estas investigaciones analizando no solo el tipo de bosque sino también la época del año en que se registra la especie en cada hábitat.

AGRADECIMIENTOS

A Idea Wild por la donación de las cámaras trampa, a Enoch Rinks, Rafaela Guanes y Domingo Laino por facilitar el traslado de las cámaras desde EEUU a Paraguay. A Lía Romero, Marcela Ferreira, Paloma Moreno, Rossana Macedo y Aldo Florentín por su colaboración en la colocación de las cámaras y posterior recolección de datos. A los tres revisores anónimos que con sus valiosas observaciones ayudaron a mejorar sustancialmente el trabajo. Dedicamos este trabajo a la memoria del Dr. Richard Alan White

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BARROS FB, PEREIRA HM Y VICENTE L (2011) Use and knowledge of the razor-billed curassow *Pauxi tuberosa* (Spix, 1825) (Galliformes, Cracidae) by a riverine community of the Oriental Amazonia, Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 7:art1
- BEGAZO AJ Y BODMER RE (1998) Use and conservation of Cracidae (Aves: Galliformes) in the Peruvian Amazon. *Oryx* 32:301–309
- BEIRNE C, PILLCO-HUARCAYA R, SERRANO-ROJAS SJ Y WHITWORTH A (2017) Terrestrial camera traps: essential tool for the detection and future monitoring of the Critically Endangered Sira curassow *Pauxi koepckeae*. *Endangered Species Research* 32:145–152
- BROOKS DM Y FULLER RA (2006) Biology and conservation of cracids. Pp. 10–22 en: BROOKS DM (ed) *Conserving cracids: the most threatened family of birds in the Americas*. The Houston Museum of Natural Science, Houston
- CAJAIBA RL, SILVA WB Y PIOVESAN PR (2015) Animais silvestres utilizados como recurso alimentar em assentamentos rurais no município de Uruará, Pará, Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 34:157–168
- DEL CASTILLO H Y CLAY RP (2004) *Lista comentada de las aves del Paraguay / Annotated checklist of the birds of Paraguay*. Guyra Paraguay, Asunción
- CLAY RP (2001) The status and conservation of the cracids of Paraguay. Pp. 124–138 en: BROOKS DM Y GONZÁLEZ-GARCÍA F (eds) *Cracid ecology and conservation in the new millenium*. The Houston Museum of Natural Science, Houston
- CLAY RP Y OREN DC (2006) Near-threatened cracids: Bare-faced curassow *Crax fasciolata*. Pp. 110–112 en: BROOKS DM (ed) *Conserving cracids: the most threatened family of birds in the Americas*. The Houston Museum of Natural Science, Houston
- DESBIEZ ALJ Y BERNARDO CSS (2011) Density estimates of the Bare-faced Curassow (*Crax fasciolata*) in the Brazilian Pantanal. *Revista Brasileira de Ornitologia* 19:385–390
- ELSAM R (2006) *Guía de aves del Chaco Húmedo*. Guyra Paraguay, The Natural History Museum, Fundación Moisés Bertoni y Fundación Hábitat y Desarrollo, Asunción
- FERNÁNDEZ-DUQUE F, HUCK M, DÁVALOS V Y FERNÁNDEZ-DUQUE E (2013) Estudio preliminar sobre la ecología, el comportamiento y la demografía del Muitú (*Crax fasciolata*) en la selva en galería del riacho Pilagá, Formosa, Argentina. *Hornero* 28:65–74
- HERNÁNDEZ-PÉREZ EL, MOREIRA RAMÍREZ JF, MEYER N, SÁNCHEZ PINZÓN K Y REYNA HURTADO RA (2017) Fototrampeo: descubriendo lo que no podemos ver. *Ecofronteras* 21:26–29
- HILL D, ARAÑIBAR-ROJAS H Y MACLEOD R (2008) Wattled Curassows in Bolivia: abundance, habitat use, and conservation status. *Journal of Field Ornithology* 79:345–351
- DEL HOYO J (1994) Family Cracidae (chachalacas, guans and curassows). Pp. 310–363 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y SARGATAL J (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 2. New World vultures to guineafowl*. Lynx Edicions, Barcelona
- IUCN (2016) *The IUCN Red List of threatened species*. IUCN, Gland (URL: <http://www.iucnredlist.org/>)
- KATTAN GH, MUÑOZ MC Y KIKUCHI DW (2015) Population densities of curassows, guans, and chachalacas (Cracidae): effects of body size, habitat, season, and hunting. *Condor* 118:24–32
- LEITE GA, FARIAS IP, PERES CA Y BROOKS DM (2017) Reproductive biology of the endangered wattled curassow (*Crax globulosa*; Galliformes: Cracidae) in the Juruá River Basin, Western Brazilian Amazonia. *Journal of Natural History* 51:677–687
- LUNA-MAIRA L, ALARCÓN-NIETO G, HAUGAASEN T Y BROOKS DM (2013) Habitat use and ecology of Wattled Curassows on islands in the lower Caueté River, Colombia. *Journal of Field Ornithology* 84:23–31
- MAFFEI L, CUÉLLAR E Y NOSS AJ (2002) Uso de trampas-cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 11:55–65

- MARTÍNEZ-MORALES MA (1999) Conservation status and habitat preferences of the Cozumel Curassow. *Condor* 101:14–20
- MATURO HM, OAKLEY LJ Y PRADO DE (2005) Vegetación y posición fitogeográfica de la Reserva El Bagual. Pp. 59–73 en: DI GIACOMO AG Y KRAPOVICKAS SF (eds) *Historia natural y paisaje de la Reserva El Bagual, Formosa, Argentina*. Aves Argentinas / Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires
- MERELES F (2005) Una aproximación al conocimiento de las formaciones vegetales del Chaco Boreal, Paraguay. *Rojasiana* 6:5–48
- NAROSKY T E YZURIETA D (2006) *Guía para la identificación de las aves de Paraguay*. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires
- OLSON DM, DINERSTEIN E, WIKRAMANAYAKE ED, BURGESS ND, POWELL GVN, UNDERWOOD EC, D'AMICO JA, ITOUA I, STRAND HE, MORRISON JC, LOUCKS CJ, ALLNUTT TF, RICKETTS TH, KURA Y, LAMOREUX JF, WETTENGEL WW, HEDAO P Y KASSEM KR (2001) Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. *BioScience* 51:933–938
- PARDO LE, LAFLEUR L, SPINOLA RM, SAENZ J Y COVE M (2017) Camera traps provide valuable data to assess the occurrence of the Great Curassow *Crax rubra* in northeastern Costa Rica. *Neotropical Biodiversity* 3:182–188
- PEÑA-CHOCARRO MC, DE EGEE J, VERA M, MATURO H Y KNAPP S (2006) *Guía de árboles y arbustos del Chaco Húmedo*. Darwin Initiative, Asunción
- PÉREZ DE MOLAS L (2016) *Manual de familias y géneros de árboles del Paraguay*. FAO, San Lorenzo
- ROBBINS MB, FAUCETT RC Y RICE NH (1999) Avifauna of a Paraguayan Cerrado locality: Parque Nacional Serranía San Luis, Depto. Concepción. *Wilson Bulletin* 111:216–228
- SEAM (2006) *Resolución 524/06 de especies amenazadas del Paraguay*. Secretaría del Ambiente del Paraguay, Asunción
- SRBEK-ARAUJO AC Y CHIARELLO A (2005) Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 21:121–125
- SRBEK-ARAUJO AC, SILVERA LF Y CHIARELLO AG (2012) The Red-Billed Curassow (*Crax blumenbachii*): social organization, and daily activity patterns. *Wilson Journal of Ornithology* 124:321–327
- STRAHL S, ELLIES S, BYERS O Y PLASSE C (1995) *Conservation assessment and management plan for Neotropical guans, curassows, and chachalacas*. IUCN/SCC Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley
- TOBLER MW, CARRILLO-PERCASTEGUI SE, LEITE PITMAN R, MARES R Y POWELL G (2008) An evaluation of camera traps for inventorying large and medium sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation* 11:169–178
- YUMOTO T (1999) Seed dispersal by Salvin's Curassow, *Mitu salvini* (Cracidae), in a tropical forest of Colombia: direct measurements of dispersal distance. *Biotropica* 31:654–660



LIBROS



REVISIÓN DE LIBROS

Hornero 33(2):129–130, 2018

¿POR QUÉ CONSERVAR O ESTUDIAR A LAS AVES?

SEKERCIOGLU CH, WENNY DG & WHELAN CJ (eds) (2016) *Why birds matter. Avian ecological function and ecosystem services*. University of Chicago Press, Chicago. 368 pp. ISBN: 978-022-638-2630. Precio: US\$ 45 (r), US\$ 135 (d)

Este libro de 12 capítulos pretende ser una herramienta para estructurar una argumentación en favor de la conservación de las aves, aunque me atrevería a decir que es bastante más que eso y que, por momentos, se transforma en un excelente orientador a la hora de argumentar en favor de la conservación de la naturaleza en términos generales. Lo destaco como estructurador y no como base de información considerando que la mayor parte de los lectores de *El Hornero* poseen un conocimiento previo en la materia y han escuchado en mayor o menor medida argumentación al respecto en la mayoría de los temas abarcados por el libro. Sin embargo, si este no fuera el caso, este libro puede ser un buen acercamiento a los distintos aspectos que nos permiten “justificar” la conservación en general y la de las aves en particular, así como también a las distintas posturas filosóficas y prácticas en relación a la conservación y si es necesario justificarla o no. Es destacable el detalle de citas y referencias que hacen posible profundizar o ir a las fuentes en los tópicos que el lector considere oportuno.

El primer capítulo gira en torno a los distintos servicios ecosistémicos que prestan las aves, reconociendo y definiendo servicios directos e indirectos. Quizás su aporte más relevante sea el análisis acerca del fracaso de lo que se llamó “ornitología económica”, reflexionando acerca de sus puntos más valiosos y cómo debería refundarse evitando cometer nuevamente los mismos errores. El capítulo 2 se desarrolla en torno a la relación economía–naturaleza, presentando las distintas escuelas

que abordan el tema (economía clásica, economía ecológica y economía ambiental), sus críticas, riesgos, y los argumentos en contra y a favor de cada una de ellas.

De aquí en más el libro se adentra en los aspectos biológicos de distintas funciones y servicios ecosistémicos que prestan las aves. El tercer capítulo, tal vez el menos logrado, brinda un pantallazo sobre la importancia de las aves en las redes de interacciones, mientras que el siguiente analiza los estudios de polinización, mostrando cómo clásicamente su importancia ha sido subestimada debido a errores metodológicos o a preconceptos, y remarcando qué aspectos debe tener en cuenta un estudio para establecer de manera fehaciente el papel de las aves en la polinización. El capítulo 5 está dedicado a la dispersión de semillas; repasa las características de la dispersión por aves en distintos ambientes y discute las limitaciones para otorgar un valor a servicios de este tipo. En el capítulo 6, tal vez el más sistemático en cuanto al ordenamiento de la información, se profundiza en la dispersión de plantas que realizan las aves acuáticas, un tema novedoso y poco explorado a pesar de los importantes datos que se han obtenido. Comienza con una revisión de las principales familias de aves acuáticas y su importancia como vectores de plantas, luego se revisa el conocimiento actual de la dispersión zoocórica de estas plantas, los efectos sobre las semillas del paso por el tracto digestivo, qué plantas se dispersan y cómo influye la morfología de las semillas. También se considera la relación entre la dispersión y la producción de semillas, se discute sobre las posibilidades de coevolución y las adaptaciones de las semillas. Finalmente, se enfoca en el éxito para el establecimiento de nuevas plantas y se concluye considerando los beneficios que esta dispersión proporciona a los humanos. Por su parte, el capítulo 7 trata sobre la dispersión

de semillas que realizan las aves granívoras de la familia Corvidae. Estas aves almacenan semillas y desarrollan una dispersión dirigida especialmente relevante para las especies arbóreas que conforman los bosques templados del Hemisferio Norte (pinos y robles). Si bien es sumamente interesante, puede no ser el capítulo de mayor interés para los lectores locales.

En el capítulo 8 se desarrolla el conocimiento actual de los servicios ecosistémicos que proveen las aves carroñeras, diferenciando entre las obligadas y las facultativas. Comienza haciendo notar cómo el papel de estas aves ha sido dejado de lado en los estudios de dinámica de redes tróficas, aunque cumplen un papel fundamental en distintos ecosistemas de todo el mundo. La importancia de su función ha salido a la luz claramente ahora que las poblaciones de muchas especies han declinado notoriamente. El capítulo continúa con un análisis, más que interesante y de suma utilidad, de los impactos sanitarios y económicos que la declinación poblacional de los buitres ha tenido en África, Asia y Europa. Luego se desarrolla una sección sobre los factores de mortalidad más importantes y las medidas de conservación que se podrían implementar para mitigar sus efectos. El cierre se dedica a una posible participación de los buitres en la diseminación de enfermedades que fue reportada en Asia.

El noveno capítulo explora el papel de las aves en la dinámica de los nutrientes a través de los ecosistemas. Primero se explica por qué este transporte de nutrientes que realizan las aves es importante y cómo las características de las aves las hacen especialmente efectivas. A continuación se presentan estudios de caso que muestran los efectos ecológicos directos e indirectos del transporte de nutrientes por aves, para luego describir los servicios que estas interacciones ecológicas proveen. Finalmente, se discuten aspectos negativos, destacando la importancia de determinar los costos y beneficios de la dinámica de nutrientes que median las aves en los ecosistemas dominados por actividades humanas. El siguiente capítulo está dedicado a las aves que excavan, ya

sea para alimentarse, dormir o nidificar. Se describen las distintas formas de excavar, se realiza una revisión de los efectos ecológicos que tiene esta actividad, se discuten los servicios ecosistémicos potenciales de estas excavaciones y también se sugieren las líneas de investigación que se necesitaría profundizar para determinar y cuantificar estos servicios.

Una parte interesante del libro que puede generar hipótesis y orientar proyectos de investigación en los ecosistemas subtropicales del norte de nuestro país se encuentra en el capítulo 11, donde se realiza una revisión de los trabajos publicados entre 1970 y 2015 en los que se estudiaron modificaciones en los grupos funcionales de aves al ser reemplazadas las selvas tropicales por sistemas agroforestales o agrícolas. Finalmente, el 12 es un capítulo de cierre en el cual se recapitulan los puntos tratados en los anteriores y se discute sobre los daños y costos que las aves pueden generar y que muchas veces como biólogos, conservacionistas o naturalistas tendemos a ignorar. El capítulo intenta remarcar que es necesario reconocerlos y cuantificarlos para poder manejarlos y limitar su impacto cuando hace falta. También se refuerza la idea de la necesidad de estudiar el papel de la diversidad de aves en los servicios ecosistémicos, de la misma manera que es habitual hacerlo al trabajar con vegetación. El libro cierra con interesantes reflexiones sobre los costos de la conservación y quién debe pagarlos.

Como remarqué al inicio, este es un libro con múltiples utilidades en el que cada lector encontrará su foco. Varios de sus capítulos pueden ser de gran utilidad como libro de texto, para organizar una clase, una charla o bien para un seminario que se abra a la discusión. Sin lugar a dudas, es un buen libro que aporta una buena cantidad de información organizada y fundamentada.

SUSANA P. BRAVO

*Centro de Investigación Esquel de Montaña y
Estepa Patagónica (CIEMEP), CONICET-UNPSJB.
Esquel, Chubut, Argentina
sbravo@conicet.gov.ar*

Hornero 33(2):131–133, 2018

UN RECORRIDO POR LA HISTORIA EVOLUTIVA DE LAS AVES

MAYR G (2017) *Avian evolution. The fossil record of birds and its paleobiological significance*. John Wiley & Sons, Chichester. 312 pp. ISBN: 978-111-9020-769. Precio: U\$S 74.17 (d)

El libro se presenta en dos versiones: en tapa dura y electrónica portable. Aunque solo hay disponibles versiones en inglés, la lectura se torna muy amena a lo largo del texto. En cuanto a la estructura general, hay un par de detalles que resultan muy valiosos y lamentablemente no es común a todos los libros de esta índole. Un índice general con distintos niveles de jerarquía, sumado a un detallado glosario al final del texto permite ampliar el espectro de lectores e incluir estudiantes avanzados y graduados de otras disciplinas afines. El plus viene dado por el índice temático, que permite rastrear rápidamente los temas cuando se lo utiliza a modo de consulta o en temas transversales que son abordados en más de una sección.

Las palabras introductorias, escritas bajo el título de Foreword por el editor de esta serie de textos en paleobiología, resultan casi ajenas al libro y, aunque no deja de ser interesante como anuncio, funcionan más como una promoción explícita de la editorial que como una introducción a la evolución de las aves, el tema que trajo al lector hasta este punto. Ahora sí, al avanzar en la lectura, encontramos el prefacio del libro, escrito por el autor, donde se comenta sobre el estado actual y los avances en este campo durante las últimas décadas. En este apartado, Gerald Mayr nos cuenta también su experiencia al escribir esta síntesis y qué podemos esperar al leer esta obra. El libro se desarrolla a lo largo de 13 capítulos que no necesitan ser leídos en orden para ser comprendidos por sí mismos. Cada uno se inicia con un texto introductorio con preguntas disparadoras o con síntesis que explican los temas que se tratarán en ese apartado.

Los primeros dos capítulos son introductorios para cualquier lector no familiarizado con el estudio evolutivo de las aves. El primero comienza con una problemática tan

sencilla como qué es un ave. De esta manera, Mayr sitúa al lector en un contexto filogenético, señalando las relaciones con otros grupos de dinosaurios. Fotografías de distintos elementos del esqueleto de las aves ilustran los principales caracteres osteológicos con ejemplos tomados a partir de distintos taxa. El segundo capítulo continúa con esta misma problemática, desarrollando más extensamente la discusión sobre el origen de las aves, los grupos de dinosaurios avianos y los taxa de aves más basales. Comienza con una síntesis actualizada de *Archaeopteryx*, donde no solo comenta sobre los especímenes conocidos hasta el momento, sino que brinda también su opinión, en este caso en relación a las diferencias morfológicas que justificarían la presencia de más de una especie entre los ejemplares descritos. Esto es justamente lo que diferencia a este libro de muchas otras revisiones, ya que no solo compila la información sino que analiza y discute cada una de las problemáticas que aborda. Luego, en este mismo capítulo, se retoma el tema acerca del origen de las aves. Un punto más que interesante es el abordaje de la “paradoja temporal”, que situaba a los maniraptores terópodos más cercanos a las aves, es decir a los oviraptores y deinonicosaurios (troodontidos y dromesaurios) unos 40–50 millones de años después de *Archaeopteryx* en el registro fósil. Este desfase temporal, que situaba a los dinosaurios más relacionados con el origen de las aves más tardíamente que las primeras aves, ha sido uno de los principales argumentos de quienes planteaban inconsistencias en estas relaciones evolutivas. En este capítulo se explica la manera en que el registro fósil de estos grupos se ha ido ampliando paulatinamente, al punto en que hoy se conocen deinonicosaurios de mayor antigüedad que *Archaeopteryx* que permiten descartar este argumento como una inconsistencia. A continuación, uno a uno son tratados estos grupos de dinosaurios involucrados con el origen de las aves, discutiendo los caracteres morfológicos más relevantes y los taxa representativos. Se introducen, además, dos caracteres que

inequívocamente se vinculan con el imaginario colectivo de lo que es un ave: las plumas y el vuelo.

En el tercer capítulo se analiza con mayor detalle la evolución del vuelo y las evidencias que muestra el registro fósil. No resulta tarea fácil resumir esta información, dado el vasto registro de aves cretácicas con que se cuenta actualmente. Sin embargo, el autor se enfoca en los caracteres y los taxa relevantes respecto del origen y evolución del vuelo, logrando una lectura muy amena. Recorriendo los distintos representantes mesozoicos, llegamos al origen de las aves modernas o Neornithes. En el cuarto capítulo se analizan en detalle las relaciones entre las distintas aves mesozoicas. Si bien el creciente hallazgo de fósiles durante las últimas décadas ha brindado una gran cantidad de información, el procesamiento de estos datos en búsqueda de propuestas filogenéticas sólidas y consensuadas no ha sido una tarea del todo exitosa. Aquí se resumen las distintas propuestas. El capítulo concluye con la evolución de distintos caracteres esqueléticos en las aves mesozoicas, comparando los cambios durante la filogenia y su correlato en la ontogenia de las aves modernas. En el quinto capítulo se explican las relaciones entre los distintos órdenes de aves modernas, que constituyen el grupo terminal de las aves, y las incógnitas acerca del origen de este clado y los tiempos de diversificación propuestos a partir de estudios moleculares. Un rápido repaso por los registros cretácicos de Neornithes le permite al autor comentar acerca de sus identificaciones sistemáticas, en muchos casos controversiales.

Y ahora sí es el turno de las Neornithes. En cada uno de los capítulos siguientes se abordan distintos grupos, de acuerdo a agrupamientos mayores. Las aves paleognatas se tratan en el sexto capítulo, mientras que el resto de los capítulos quedan reservados para las neognatas. El sexto capítulo comienza mencionando las relaciones entre los representantes actuales y rápidamente se enfoca en el registro cenozoico de las aves paleognatas. Una buena parte del texto es dedicada a los Lithornithiformes de América del Norte y Europa, así como también a los hallazgos de "Ratites" en el Paleógeno europeo. Luego se comentan brevemente los grupos conocidos como ratites con alas largas (avestruces,

ñandúes y tinamúes) y con alas cortas (kiwis, moas, aves elefante, casuarios y emúes). Esto brinda una adecuada introducción para la discusión siguiente, donde se dismantela el clásico ejemplo de las ratites como un grupo de aves descendientes de un ancestro no volador cuya distribución gondwánica actual sería una consecuencia de la deriva continental.

El siguiente capítulo es el séptimo, dedicado a los Galloanseres, grupo crucial para la comprensión de la evolución de las aves modernas. Además de los Galliformes y los Anseriformes, se incluyen aquí a los Gastornithidae y Dromornithidae, ambos representados por aves robustas y no voladoras, y a los Pelagornithidae, excelentes aves voladoras y con pseudodientes. Estos últimos, conocidos también como aves pseudodentadas, son un grupo muy llamativo por su hiper-especialización en el vuelo planeado. Tuvieron una amplia distribución y diversificación durante el cenozoico y se encuentran actualmente extinguidos. El capítulo 8 reúne bajo el título de "grupos difíciles de ubicar" a varios taxa cuyas relaciones filogenéticas se encuentran lejos de estar resueltas. El primer grupo que se discute es el de los Columbiformes, incluyendo a Columbidae, Pteroclididae y Mesitornithidae. Los Opisthocomidae reciben un tratamiento por separado y luego se abordan los Musophagiformes y Cuculiformes, para los cuales se destacan las inesperadas relaciones con otros grupos de aves halladas en estudios de secuencias genéticas nucleares y también de datos morfológicos. Le siguen los Otidiformes, ahora clasificados en su propio orden, y los Mirandornithes, que contienen dos grandes y a primera vista muy disímiles grupos, los Phoenicopteriformes y los Podicipediformes. Aún queda espacio en este capítulo para los especialistas aéreos, entre los que se encuentran los insectívoros nocturnos Strisores y los eximios voladores Apodiformes. Un detalle de la evolución de la nectarivoría es brindado como cierre de este amplio y diverso capítulo.

El noveno capítulo trata de uno de los grupos más amplios, el de las aves limícolas-vadeadoras. El orden Charadriiformes es el que concentra la mayor parte de estos grupos, tan diversos en la actualidad como en el pasado, aunque también se incluyen en este capítulo a los Gruiformes. El registro fósil de

los Charadriiformes comienza en el Cretácico, pero no es hasta el Paleógeno que los restos descriptos están constituidos por ejemplares más completos y con asignaciones sistemáticas certeras. Se incluyen aquí a las aves veadoras costeras, a las marinas y a las alcas entre las buceadoras. En el capítulo 10 se abordan las Aequornithes, aves acuáticas y carnívoras, con un hábito piscívoro y crustácívoro. Este clado incluye a los colimbos (Gaviiformes), pingüinos (Sphenisciformes), albatros y petreles (Procellariiformes), así como también a los "Ciconiiformes" y "Pelecaniformes". Como es usual, los buceadores son tratados de acuerdo a sus especializaciones para la propulsión acuática por las patas (colimbos) o por las alas (pingüinos). Se resalta aquí que estos últimos presentan un registro fósil muy abundante y diversificado, que desde el Paleoceno muestra una alta especialización al buceo. A los Procellariiformes se les dedica también una buena parte del capítulo, ya que poseen un amplio registro fósil y contienen además una familia completamente fósil, los Diomededidae, con un alto grado de convergencia con los Oceanitidae. Al final de este capítulo se mencionan los polifiléticos "Ciconiiformes" y "Pelecaniformes", acompañados de una breve discusión acerca de las afinidades con otros grupos. A modo de cierre, se mencionan los intercambios avifaunísticos de fines del Cenozoico, que habrían determinado la composición actual de aves marinas.

El capítulo 11 está dedicado a los Cariamiformes y a las rapaces diurnas. Entre los Cariamiformes se destacan los fororacos, conocidas como "aves del terror" por constituir el grupo predominante de aves carnívoras durante el Cenozoico sudamericano. En este capítulo se discuten también los controversiales registros de fororacos europeos y, a continuación, se detalla el registro de Cariamiformes fósiles. Los "Falconiformes" son empleados para ilustrar múltiples casos de convergencia entre aves rapaces, incluyendo, por ejemplo, a los Teratornithidae, las de mayor tamaño conocido, que habitaban exclusivamente en América.

Ya casi hacia el final del libro, en el capítulo 12 se tratan las pequeñas aves arborícolas y su radiación durante el Cenozoico. Los Leptosomiformes y los Coliiformes, relictos de un grupo mucho más numeroso en el pasado, los Strigiformes con una larga historia evolu-

tiva y los Psittaciformes que representarían el grupo hermano de los Passerines. Se explican con un buen grado de detalle las implicancias del reconocimiento de las afinidades entre los Psittaciformes y los Passeriformes y de la presencia de una pata de tipo zigodáctila en los extintos Zygodactilidae. Resulta una lectura muy atractiva para quienes trabajan en estos grupos y quizás desde una perspectiva neontológica no han analizado la historia evolutiva de estos caracteres. Se abordan luego, en conjunto, las Eucavitaves, aves que nidifican en huecos que ellas mismas construyen, incluyendo a los Trogoniformes, Piciformes y los "Coraciiformes", cuyos grupos madre ya se encontraban presentes a principios del Cenozoico.

El decimotercer y último capítulo está reservado para las avifaunas insulares, aquellas que evolucionaron en áreas aisladas a modo de refugio. Encontramos varios ejemplos del Hemisferio Sur, incluyendo a los Eurypygidae sudamericanos y varios otros grupos neotropicales como los Cariamiformes, Opisthocomiformes, Steatornithiformes, Nyctibiiformes, Trochilidae y Todidae, que tuvieron una distribución más amplia en el pasado. La evolución de dos caracteres en particular son discutidos en este contexto: la pérdida de la capacidad de vuelo en aves insulares, continentales y marinas, y el desarrollo de formas gigantes.

Para finalizar encontramos el glosario, las referencias bibliográficas, el índice y una selección de 16 láminas a color con imágenes de especímenes fósiles con preservaciones realmente excepcionales. Las dificultades que puede presentar el contenido del libro, tanto por el nivel de información para quienes no están inmersos en la temática, como para encontrar temas no explicitados en los títulos de mayor grado, son fácilmente salvables mediante el uso del glosario y el índice. En síntesis, este libro constituye una lectura de consulta obligada y un buen texto para iniciarse en el estudio de las aves.

CAROLINA ACOSTA HOSPITALECHE

División Paleontología Vertebrados,

Museo de La Plata

Paseo del Bosque s/n,

1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina

acostacar@fcnym.unlp.edu.ar

ECOLOGÍA Y MANEJO DE ICTÉRIDOS DE AMÉRICA DEL NORTE

LINZ GM, AVERY ML & DOLBEER RA (eds) (2017) *Ecology and management of blackbirds (Icteridae) in North America*. CRC Press, Boca Raton. 240 pp. ISBN: 978-1-498-79961-4. Precio: US\$ 125 (d)

La familia de los ictéridos comprende unas 114 especies distribuidas en el continente americano. Es un grupo notable por la diversidad de sistemas de apareamiento y estrategias reproductivas que presenta, desde el parasitismo de cría obligado hasta la cría cooperativa en grupos familiares, entre otras características morfológicas y comportamentales. Por ello han sido (y continúan siendo) importantes modelos de estudio en biología evolutiva y en ecología del comportamiento. Aunque pueden encontrarse en una gran variedad de hábitats, incluyendo bañados, pastizales, sabanas y bosques, generalmente muestran preferencia por áreas abiertas y las especies más comunes suelen encontrarse en grandes bandadas alimentándose en campos agrícolas y “feedlots”. Además, pueden formar enormes dormideros comunales, a veces en áreas urbanizadas, lo que acarrea problemas por acumulación de heces y ruido excesivo. La agregación en dormideros compartidos con otras especies puede facilitar también la transmisión de patógenos, pero aún no se conoce bien el nivel de riesgo que esto representa para la salud. En Estados Unidos, los conflictos entre ictéridos y humanos, principalmente en relación con la agricultura, han llevado al desarrollo y aplicación de distintos programas de manejo de algunas especies consideradas plaga. Este libro, editado por Linz, Avery y Dolbeer, presenta un compendio exhaustivo y crítico de las investigaciones y estrategias llevadas a cabo durante los últimos 60 años en Estados Unidos y Canadá. El contenido refleja la experiencia y mirada de los editores, quienes han participado como investigadores de varios de los programas de control conducidos por el National Wildlife Research Center de Estados Unidos, y reúne también las contribuciones de distintos autores involucrados en el estudio de la biología e impacto de estas especies.

El libro está organizado en 13 capítulos, cada uno de los cuales comienza con una tabla de contenidos, muy útil para “navegar” el texto y buscar algún tópico en particular. El capítulo 1 brinda un recorrido histórico por el marco político y regulatorio en el que se encuadran las investigaciones acerca de los conflictos entre ictéridos y humanos en América del Norte. Los capítulos 2 a 5 describen la historia natural, el posible impacto y los antecedentes de manejo de las cuatro especies de ictéridos más abundantes: *Agelaius phoeniceus*, *Xanthocephalus xanthocephalus*, *Quiscalus quiscula* y *Molothrus ater*. El capítulo 6 aborda la relación entre la abundancia de estas especies y las características del hábitat y climáticas, teniendo en cuenta sus patrones migratorios y requerimientos de recursos durante la temporada reproductiva. El capítulo 7 describe y discute los sucesivos métodos de control empleados históricamente, desde dinamitar dormideros comunales a comienzos de la década de 1950 hasta estrategias integradas de manejo del hábitat y de los cultivos en los últimos años. Los capítulos 8 y 9 están dedicados a dos dispositivos específicos para reducir el daño a cultivos, los repelentes químicos y los métodos para espantar, respectivamente. El capítulo 10 presenta un estudio de caso en *Agelaius phoeniceus* para resaltar el uso de estrategias de manejo integradas basadas en la manipulación del ambiente, en contraposición a los enfoques basados exclusivamente en el control poblacional. Teniendo en cuenta que en Estados Unidos se han implementado varios programas de control masivo de ictéridos, el capítulo 11 aplica un modelo teórico de cosecha para el cálculo del número admisible de individuos que se pueden remover por medios letales (“allowable take”), usando datos demográficos de *Agelaius phoeniceus*. El capítulo 12 discute las evidencias (o más bien la falta de ellas) acerca del impacto económico de los ictéridos sobre cultivos de girasol, maíz y arroz en Estados Unidos y, finalmente, el capítulo 13 propone perspectivas a futuro para el manejo de estas especies.

Un aspecto a destacar del libro es que, en general, presenta una gran cantidad de información de manera clara y organizada, con abundantes referencias bibliográficas. Aunque por momentos parece que ahonda demasiado en detalles y algunos pasajes resultan un poco repetitivos, en la mayoría de los capítulos la lectura es ágil y amena. Varios datos de color salpicados a lo largo del texto, tales como la creación de la Sociedad Bye-bye Blackbirds por granjeros de Ohio en 1965 para instar al gobierno de EEUU a tomar medidas de control, lo hacen más interesante y entretenido. Cabe señalar que, si bien algunos capítulos pueden ser accesibles para un público general, otros están dirigidos a lectores más especializados, como por ejemplo el capítulo 8, sobre repelentes químicos. El capítulo 11, sobre modelado, también demanda cierto conocimiento previo acerca de la estimación de parámetros demográficos. Teniendo en cuenta esto, creo que el libro puede ser útil como material de consulta para investigadores, agrónomos, técnicos de organismos públicos y ONGs involucrados en el estudio y manejo de conflictos entre aves y humanos, en particular aquellos relacionados con la actividad agrícola. Estos actores pueden encontrar en sus páginas aportes útiles para la investigación y desarrollo de estrategias de manejo.

Uno de los elementos que ofrece el libro es un examen crítico de los programas de control masivos llevados a cabo desde la década de 1950 en EEUU, incluyendo el uso de explosivos, armas de fuego, trampas, cebos tóxicos y surfactantes. El análisis de los resultados demuestra que los métodos letales han resultado mayormente ineficaces para evitar las pérdidas económicas, pese a los cientos de miles de aves muertas por año. En este sentido, vale la pena mencionar el caso de *Molothrus ater*, la especie nativa con mayor número de individuos muertos anualmente en pos de aliviar los daños a cultivos y el impacto del parasitismo de cría sobre especies amenazadas. Según denuncian los autores en el capítulo 5, el control letal de *Molothrus ater* se ha llegado a aplicar de manera tan rutinaria que se torna necesario revisar la justificación de

tal manejo a la luz de datos más precisos y actualizados, más aún si se tiene en cuenta que las poblaciones vienen declinando de manera sostenida. El libro también pone de manifiesto la falta de estudios actualizados acerca de la dieta de las especies bajo manejo; esta información resulta imprescindible para evaluar de manera apropiada el impacto que tienen sobre los cultivos. Otro punto que resalta es la importancia de considerar la heterogeneidad espacial del impacto a la hora de diseñar estrategias de manejo, dado que suelen ser los cultivos más cercanos a los dormideros o a las áreas reproductivas los que sufren el mayor porcentaje de pérdidas. Por último, el libro aporta argumentos a favor del manejo integrado del ambiente al tratar de resolver los conflictos aves-humanos. Entre las estrategias recomendadas están evitar cultivares vulnerables en áreas con alta densidad de ictéridos, manejar la vegetación que es utilizada como dormidero cerca de los cultivos y usar “parcelas señuelo” o dejar residuos de la cosecha como fuentes de alimentación alternativas para mitigar el consumo en los cultivos de interés.

Si bien el libro se refiere exclusivamente a especies norteamericanas, el recorrido por sus páginas deja un mensaje final que bien vale también para estas latitudes: la necesidad de contar con investigaciones rigurosas que mejoren nuestra comprensión del rol funcional de los ictéridos (y otras aves) en los ecosistemas naturales y en los agroecosistemas, con el fin de desarrollar mejores estrategias de manejo y tomar decisiones con fundamento científico. Los ictéridos, incluyendo a los vilipendiados tordos parásitos de cría, son un componente natural y dominante de las comunidades de aves en zonas rurales y, como remarcan los editores, el objetivo debe ser coexistir, no erradicar.

MARÍA CECILIA DE MÁRSICO

Departamento de Ecología, Genética y Evolución
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires
e IEGEBA (UBA-CONICET)
Piso 4, Pab. 2, Ciudad Universitaria
C1428EHA Buenos Aires, Argentina
de_marsico@ege.fcen.uba.ar

THE EVOLUTION OF BEAUTY

PRUM RO (2017) *The evolution of beauty. How Darwin's forgotten theory of mate choice shapes the animal world — and us*. Doubleday, New York. 448 pp. ISBN: 038-553-72-12. Price: US\$ 18.51 (hardcover)

The evolution of beauty is a remarkable book comprising an intriguing interpretation of ornament and armament evolution in animals, humans and non-humans. The author, Richard Prum, is amongst the most influential evolutionary ornithologists since the 1980's and in this book readers can find descriptions of his main contributions to the discipline of animal behaviour. By telling his personal research experiences, Prum builds consistent and controversial arguments supporting the “beauty happens” hypothesis. His book is definitely a passionate narrative of a birdwatcher's perspective, enriched by critical scientific interpretation of natural phenomena. Along his career, Prum developed a particular interest in understanding how social and sexual choices of birds relate to evolution; specifically, how is “the beauty of birds to themselves”. In his book, he strongly encourages scientists to consider the subjective experience of desire in animals, which he considers a significant step to develop an accurate scientific account of the natural world. He advocates the reuse of the term “aesthetic evolution” previously proposed by Charles Darwin, as an important process driving the evolution of display traits (“the object of desire”) and mating preferences (“the form of desire itself”) in animals. In the introductory chapter, Prum criticizes how the lack of consensus and intellectual conflict arising in the scientific community regarding aesthetic evolution have prevented the development of this research area. He argues that the main cause for this disagreement lays on the excessive focus on the adaptive “honest signaling” paradigm, which states that beauty is often related to individual health, vigour and fitness. For him, the adaptive mate choice may exist, but is probably rare in nature.

Prum mentions how the current Neo-Darwinism is not Darwinian at all for dismiss-

ing the aesthetic theory and makes a parallel to Darwin's contemporary critic, Alfred Russel Wallace, who was skeptical about animals' advanced sensorial abilities to choose sexual partners and also a defender of the adaptationist interpretation of ornament evolution. In chapter 1, “Darwin's *really* dangerous idea”, Prum supports that Darwin's concept of aesthetic evolution by mate choice is really dangerous to Neo-Darwinists, because natural selection should not be the single evolutionary force acting upon species. For him, adaptationists largely tended to avoid alternative interpretation of evolution if not operated by natural selection. He cites names defending controversial thoughts against, such as the biologist St. George Mivart, who defended that females “could never lead to the evolution of something as marvelous complex as the peacock's tail”, and the highly influential ornithologist Amotz Zahavi, proponent of the “handicap principle”. For Prum, Zahavi's principle is likely to flaw: if the sexual benefit of a signal is directly related to its costs, the signaler will never gain advantage.

Throughout his book, Prum uses birds with extreme ornamentations or complex courtship displays as models to understand the “evolution of beauty” theory. In the “Beauty happens” chapter, Prum describes male displays and ornaments of the Great Argus Pheasant (*Argusianus argus*), such as the optical illusion created by plumage pigmentation artefacts, and conducts readers to the idea that this is “one of the most highly elaborated of any creature on Earth”. For him, pheasant females are explicitly highly focused on male displays and should possess a taste for the beauty. In this chapter, Prum also advocates the need for a null hypothesis in sexual selection studies, as applied in other fields of evolutionary biology. For him, contributions made by Ronald Fisher unveiling genetic mechanisms and Russel Lande and Mark Kirkpatrick's evolutionary models of mate choice (“runaway model”) provides ground for the appropriate null model. In an uncomplicated text, he explains this evolutionary model and defines

what would be an “arbitrary trait”, that is, a trait disconnected from any measure of mate quality.

The book is also an interesting journey into the world of manakins, a fantastic Neotropical bird family, the Pipridae. These species show a wide variety of complex courtship displays and, for him, comprise an appropriate group to illustrate the “beauty happens” hypothesis. Chapter 3, “Manakin dances”, is a delightful narrative about these birds, including detailed descriptions of their lek mating system and an understanding of the manakin phylogeny proposed in Prum’s PhD thesis. Highlights of this chapter include the Golden-headed Manakin (*Ceratopipra erythrocephala*), the White-bearded Manakin (*Manacus manacus*), the White-throated Manakin (*Corapipo gutturalis*), and the Golden-winged Manakin (*Masius chrysopterus*).

In chapter 4, “Aesthetic innovation and decadence”, the author explores the nonvocal communication sounds in manakins as “aesthetic innovations”. Incidental sounds, such as wing snaps, should have become preferable to females when combined with males’ acrobatic displays in this group. Prum provides an overview of his student Kimberly Bostwick’s research investigating wing bone and feather anatomies. A great focus was given to the Club-winged Manakin (*Machaeropterus deliciosus*), the White-bearded Manakin and the White-collared Manakin (*Manacus candei*), which, according to him, “sing with their wings”. In this study they found that wing bones have evolved “far from the natural selection for flight efficiency”, because they have a solid structure (contrasting to hollow bones of birds). Prum calls this an “evolutionary decadence”, because it may decrease survival and fecundity capacities due to mate choice. Later in the chapter, Prum tells readers about his studies on feather evolution and dinosaur plumage coloration defending how an evo-devo approach provided evidences that feathers evolved first for the desire for beauty and only later allowed birds to fly.

Chapters 5 and 6 introduce an interesting history about females’ role on the evolution of other aberrant sexual traits in birds: the complex genital structure in ducks and the extraordinary courting arenas of bowerbirds. “Make way for duck sex” is definitely an exciting (and shocking) journey inside the sexual

life of ducks, which includes descriptions of sexual coercion, forced copulations, spiral vaginas in females and penises in males (absent in 97% of birds). Acknowledging the perseverance of a postdoc in his lab, Patricia Brennan, Prum tells readers about his study along with her in waterfowls describing anatomical variations in female genitals to prevent forced fertilizations. “Beauty from the beast” also draws a reasoning that female bowerbirds evolved strategies to maintain their freedom of choice besides coercive males, resulting in a process he named “aesthetic remodeling”.

Female sexual autonomy then becomes explicit in the next chapters, with examples ranging from birds to humans. In chapter 7, “Bromance before romance”, female autonomy grounds an alternative hypothesis for lek evolution, contrasting with the widely accepted hypotheses that reproductive dominance hierarchy is driven by males. The central point is that female preference in these systems should be biased towards socially cooperative instead of competitive and coercive males.

Chapter 8 onwards focuses on a certainly outstanding subject for most readers: evolution of human sexual behaviour. Prum provides what he called a “speculative” but testable hypothesis on human aesthetic evolution. His arguments are based on sexual behaviour characteristics we share with apes, our closest relatives (gorillas, chimpanzees and bonobos). Interestingly, he often emphasizes the importance of considering the interaction of human biology and cultural history for understanding sexuality, as well as varying cultural beauty norms in different ethnic groups, geographical regions or different temporal existence on Earth. In chapter 8, “Human beauty happens too”, he argues that the “beauty happens” hypothesis may operate in humans since several human sexual traits (like hairy regions, wide hips and permanent breast tissue in women) are probably arbitrary (i.e., have no relationship with quality even though may indicate social benefits). Also, women pursuit of sexual pleasure (“orgasm”) is a mechanism for the evolution of human beauty and sexuality, a reasoning he explains in chapter 9, “Pleasure happens”. Interestingly, earlier in the book Prum makes a parallel between the evolution of such sci-

entific thoughts which started to flourish while women were politically organized in Europe and United States to protest for equal rights, sexual freedom and access to birth control.

Chapter 10, "Lysistrata effect", includes an analogy between human sexuality evolution and an ancient Athens's comic play where women sexual behaviour was decisive to the outcome of a war. Prum advocates that a specific process is similarly acting upon humans, the "aesthetic deweaponization" (i.e., a pressure for the reduction of male armaments imposed by females). "The queering of *Homo sapiens*" is another "highly speculative" but intriguing evolutionary hypothesis of human same-sex sexual behaviour proposed by the author. In parallel to previous chapters, he proposes that homosexuality had evolved as a female strategy to advance sexual autonomy and it reduces sexual conflict over fertilization and parental care. Female same-sex behaviour may have helped females to strengthen new female-female social alliances and male same-sex behaviour evolved as an extension of "aesthetic remodeling" to remodel their social behaviour by diminishing their "ferocity".

The last chapter, "The aesthetic view of life", provides a discussion on how this perspec-

tive can benefit science, human culture and their relationship. To Prum, this field has achieved few progress because we are too concerned with anthropomorphisms and ignore subjective experiences of animals, especially those related to sexual pleasure. His discussion about the effects of our eugenic roots and patriarchy is definitely appealing, and something that many may expect to receive more attention in the future. Interestingly, Prum is an apologist to feminism and, in several instances, remind readers that this movement is an ideology of "freedom of choice" and not an ideology of power, as patriarchy systems stigmatize it. By the end, he also makes an interesting parallel to human art, stating that there must be a coevolution between art and the aesthetic preference of the audience. *The evolution of beauty* is certainly a worth-reading book and is expected to bring new insights to science and our society.

LILIAN T. MANICA

Laboratório de Ecologia Comportamental e
Ornitologia, Departamento de Zoologia,
Universidade Federal do Paraná
Campus Centro Politécnico, Jardim das Américas
81531-980 Curitiba, PR, Brazil
lilianmanica@gmail.com

Hornero 33(2):138-141, 2018

LA INVESTIGACIÓN ORNITOLÓGICA Y LAS COLECCIONES DE AVES

WEBSTER MS (ed) (2017) *The extended specimen. Emerging frontiers in collections-based ornithological research*. Studies in Avian Biology N° 50. CRC Press, Boca Raton. 240 pp. ISBN: 978-1-4987-2915-4. Precio: US\$ 145 (d)

Este libro es "raro" en su temática y celebro eso, ya que una obra de estas características no es común. Trata sobre colecciones, particularmente sobre colecciones de aves, y esto es poco frecuente porque coleccionar está mal visto. No se pueden matar aves. ¿No se pueden matar aves? Las colecciones se nutren de

aves muertas, aves colectadas para ese fin, almacenadas en depósitos y custodiadas por instituciones (museos, institutos de investigación, universidades) que permitirán su estudio. En estas colecciones se realizará un sinnúmero de estudios llevados a cabo por investigadores, docentes, tesis, alumnos y también serán la consulta obligada de dibujantes y autores de guías de campo, entre otros. Las colecciones brindan un significativo aporte al conocimiento de la biología de los organismos y la información que de ellas se desprende ayudará con seguridad a la conservación de las aves.

En cuanto al libro, cada capítulo está desarrollado por especialistas del tema tratado; de esta forma suman en toda la obra un total de 46 autores. La obra trata sobre las colecciones ornitológicas y la utilidad que se daba a ellas desde sus comienzos y cómo ha cambiado su uso en los últimos años. También estimula al crecimiento de las colecciones y al uso de las distintas nuevas formas que existen hoy en día para aprovecharlas y obtener información. Los avances tecnológicos han diversificado los tipos de objetos que podemos recolectar y preservar y han abierto nuevas puertas a las preguntas que se pueden responder con los tradicionales métodos y con nuevos tipos de elementos que ingresan a una colección. Se resalta que en este siglo se desarrolló una expansión de las colecciones de aves; a pesar de ello, el público en general, e incluso muchos investigadores, parecen ver a las colecciones como algo proveniente de una época pasada. Muchos museos brindan como imagen de sus colecciones depósitos antiguos llenos de polvo donde se almacenan antiguos especímenes. Esta visión ha alimentado la oposición de algunos a la recolección de nuevos ejemplares. Por suerte, otros han enfrentado desafíos crecientes para modernizar las colecciones y esto ha producido un cambio muy grande de la investigación ornitológica.

La creciente desconexión entre quienes no valoran las colecciones y el valor real de la investigación de las colecciones ornitológicas condujo a la realización de un simposio, organizado por la Unión Americana de Ornitólogos (AOU) y la Sociedad Cooper de Ornitología (COS) en agosto de 2013 en el Field Museum of Natural History (Chicago, EEUU). Los resultados del simposio lograron mostrar los muchos usos de las colecciones ornitológicas tradicionales e ilustraron sobre las nuevas tecnologías para utilizarlas en la investigación moderna, introduciendo el concepto de "especimen extendido" (aquellos datos que, conjuntamente con el ejemplar, agregan valor a la investigación). Al final del simposio se sugirió que el mismo podría hacer una contribución útil y se decidió plasmarlo en un volumen que pudiera dejarlo documentado. La intención de este volumen fue entonces presentar los muchos usos modernos de las colecciones ornitológicas y, de ese modo, mostrar su valor científico.

Los autores de los capítulos esperan inspirar a mentes jóvenes y creativas para usar especímenes y sus datos asociados en nuevas y emocionantes formas de abordar preguntas desafiantes en investigación. Al mismo tiempo, se espera alentar y apoyar a aquellos responsables de colecciones en el mantenimiento de las mismas para alcanzar el concepto del espécimen extendido y, de esta manera, ampliar aún más el impacto de la investigación de las colecciones. Afortunadamente, muchos en la comunidad de las colecciones han estado pensando de esta manera durante años, las han estado engrosando y cuidando, y no dejaron de incluir nuevos especímenes y datos que históricamente no eran tenidos en cuenta pero hoy sí son incorporados.

En el primer capítulo, el autor (que a su vez es el editor del volumen) trata sobre la importancia de la información novedosa que puede tomarse de un ejemplar, detallando qué es un espécimen extendido: "El espécimen extendido es una constelación de preparaciones de muestras y tipos de datos que, en conjunto, capturan el fenotipo multidimensional más amplio de un individuo, así como el genotipo subyacente y el contexto de la comunidad biológica del que se tomaron muestras". En el capítulo 2 se pone énfasis en los estudios modernos de la anatomía interna de órganos y sistemas, tanto de los tejidos blandos como de la osteología. Aquí se incluyen tomografías computadas, rayos X, resonancias magnéticas y escaneos ópticos, que permiten la producción de modelos informáticos detallados de los huesos para estudios de biomecánica y el uso de programas de procesamiento de imágenes. El tercer capítulo detalla la importancia de los estudios de coloración en las colecciones. Trata de los análisis a realizar en plumas, huevos y otros tejidos, estudiando su color por medio de técnicas tales como la fotografía digital, espectrofotometría, cromatografía líquida (HPLC) y espectroscopía Raman. También se menciona el uso de técnicas en aves fósiles.

El capítulo 4 relata la importancia de las colecciones referidas a las vocalizaciones de las aves, enfatizando las relaciones evolutivas, ecológicas y de comportamiento que pueden obtenerse de ellas. Los autores consideran que los archivos digitales de datos bioacústicos,

combinados con un espécimen “voucher”, han mejorado la comprensión de la variación geográfica de las vocalizaciones. En el quinto capítulo se resalta la importancia de incorporar diferente información de cada ejemplar para poder integrar el comportamiento y la morfología. Las muestras biológicas pueden contener una sorprendente cantidad de información y distintos tipos de especímenes contienen conjuntos de datos diferentes, pero complementarios. Esto es cierto no solo para los especímenes físicos, como pieles de estudio y preparaciones esqueléticas, sino también para las “muestras” de medios, como una grabación de audio de la vocalización de un ave, un video del ejemplar en vuelo o una fotografía de su nido.

El sexto capítulo versa sobre estudios de isótopos utilizados en ecología de aves. Estas técnicas han ampliado la utilidad de las colecciones de especímenes de aves, ya que utiliza pequeñas porciones de plumas u otros tejidos. La información obtenida revela datos de la alimentación, el uso del hábitat y las migraciones de las aves, pudiendo brindar resultados de períodos de tiempo muy antiguos. En el capítulo 7 los autores analizan la información sobre la distribución de las aves y la utilidad de las colecciones. Muestran cómo la disponibilidad de grandes cantidades de datos de ocurrencia y datos ambientales ha fomentado muchos avances en este campo, mostrando que los datos de distribución amplían la utilidad de los especímenes de las colecciones científicas mucho más allá del ejemplar mismo.

En el capítulo 8 se describe la utilización de especímenes de museo para el estudio del vuelo y la dispersión de las aves. Para estos estudios se obtienen resultados de la forma y el tamaño del ala, el tamaño de los músculos de vuelo, entre otros. También se detalla cómo obtener índices con estos caracteres a partir de especímenes de pieles de estudio. Además, son muy interesantes las sugerencias para preparadores de muestras sobre cómo maximizar su utilidad para estudios de rendimiento de vuelo. El capítulo 9 trata sobre la obtención de muestras en las colecciones, de las que puede obtenerse ADN para estudios moleculares, lo que convierte a la colección en una fuente de recursos genómicos. También se indica cómo con la extracción de ADN, en muchos casos de ejemplares de mucha anti-

güedad, se pueden obtener datos que ayuden a entender la sistemática de las aves en general y de algunos grupos con problemas taxonómicos en particular.

El décimo capítulo muestra la importancia de los parásitos y los patógenos en las colecciones ornitológicas, mencionando que la obtención de este tipo de muestras es generalmente descuidada por los ornitólogos, mientras que son tan importantes para el estudio de la biología básica, la ecología y la evolución de las aves. En este capítulo se proporcionan métodos para el muestreo integral de un conjunto diverso de simbioses de huéspedes aviarios, incluidos parásitos sanguíneos (hematozoos), simbioses microbianos (bacterias y virus), ectoparásitos (artrópodos) y endoparásitos (helminths). En el capítulo 11 se muestra la importancia de incorporar en las tareas de campo a estudiantes y formarlos en la recolección de especímenes con toda la información posible para que formen parte de las colecciones como especímenes de museos tradicionales junto con la documentación digital de su comportamiento o su ecología, entre otros.

En el capítulo 12 los autores hacen hincapié en la importancia de la digitalización de las colecciones y la ayuda de la informática en la conservación de la biodiversidad. La oferta de datos a escala global y el crecimiento de las redes de datos han fomentado que surjan nuevas líneas de investigación en ornitología. La utilización de datos georreferenciados está proveyendo información de alta calidad que refleja la distribución global y temporal de las especies. Los ejemplos específicos incluyen estudios de evolución de nicho y especiación, evaluación de riesgos de especies invasoras, evolución fenotípica y colonización de nuevos hábitats, gradientes latitudinales, divergencia evolutiva y planificación de biodiversidad y conservación. Finalmente, el capítulo 13 desarrolla los desafíos que enfrentan las colecciones ornitológicas en este siglo XXI. Los autores proporcionan una descripción general de los nuevos métodos que se utilizan para extender el uso de especímenes tradicionales, así como los nuevos tipos de espécimen, los materiales auxiliares y la incorporación de nuevos datos.

Para finalizar, insisto en la importancia de la existencia de esta obra, que demuestra la uti-

lidad de las colecciones no solo en los estudios tradicionales sino, también, en lo referido a la información accesoria que hace más valioso a cada ejemplar, algo que enfatiza este volumen.

DIEGO MONTALTI

*Sección Ornitología, Museo de La Plata
Facultad de Ciencias Naturales y Museo
Universidad Nacional de La Plata
dmontalti@fcnym.unlp.edu.ar*

LIBROS DE RECIENTE APARICIÓN

- AVERY A (2016) *Remarkable birds*. Thames & Hudson. 240 pp. US\$ 37 (tapa dura)
- BUCKLEY PA, SEDWITZ W, NORSE WJ & KIERAN J (2018) *Urban ornithology. 150 years of birds in New York City*. Cornell University Press. 514 pp. US\$ 75 (d)
- COUVE E, VIDAL CF & RUIZ J (2016) *Aves de Chile. Sus islas oceánicas y Península Antártica. Una guía de campo ilustrada*. FS Editorial. 550 pp. Ch\$ 23500 (rústica)
- DUNNE P & KARLSON KT (2018) *Gulls simplified. A comparative approach to identification*. Princeton University Press. 208 pp. US\$ 17.78 (r)
- GILL B (2017) *The unburnt egg. More stories of a museum curator*. Awa Press. 248 pp. US\$ 25.95 (r)
- GREENEY HF (2018) *Antpittas and gnateaters*. Helm. 496 pp. US\$ 50.32 (d)
- LINZ GM, AVERY ML & DOLBEER RA (eds) (2017) *Ecology and management of blackbirds (Icteridae) in North America*. CRC Press. 240 pp. US\$ 125 (d)
- LOVETTE IJ & FITZPATRICK JW (eds) (2016) *The Cornell Lab of Ornithology handbook of bird biology*. Tercera edición. Wiley. 716 pp. US\$ 135 (d)
- MAYR G (2017) *Avian evolution. The fossil record of birds and its paleobiological significance*. John Wiley & Sons. 312 pp. US\$ 74.17 (d)
- MOSS S (2017) *The Robin: a biography*. Random House. 208 pp. US\$ 19.53 (d)
- MOSS S (2018) *Mrs. Moreau's Warbler. How birds got their names*. Guardian Faber Publishing. 368 pp. US\$ 16.44 (d)
- O'NEAL CAMPBELL M (2016) *Vultures. Their evolution, ecology and conservation*. CRC Press. 364 pp. US\$ 137 (d)
- POVEDANO HE & BISHEIMER MV (2016) *Aves terrestres de la Patagonia*. Edición de autor. 568 pp. \$ 1230 (r)
- PRUM RO (2017) *The evolution of beauty. How Darwin's forgotten theory of mate choice shapes the animal world — and us*. Doubleday. 448 pp. US\$ 18.51 (d)
- RICHARDS JM & GASTON AJ (eds) (2018) *Birds of Nunavut*. University of British Columbia Press. 960 pp. US\$ 107.59 (d)
- SEKERCIOGLU CH, WENNY DG & WHELAN CJ (eds) (2016) *Why birds matter. Avian ecological function and ecosystem services*. University of Chicago Press. 368 pp. US\$ 45 (r), US\$ 135 (d)
- STENNING M (2018) *The Blue Tit*. T & AD Poyser. 304 pp. £ 43.85 (d)
- TAYLOR H (2017) *Is birdsong music? Outback encounters with an Australian songbird*. Indiana University Press. 350 pp. US\$ 67.24 (d), US\$ 36.15 (r)
- TAYLOR M & OCCHIATO D (2018) *Birds of Italy*. Bloomsbury. 144 pp. US\$ 10.11 (r)

OBITUARIO

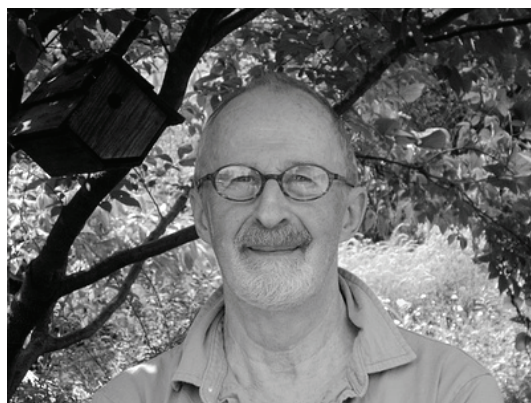
UN HOMENAJE

Hornero 33(2):143–146, 2018

FRANÇOIS VUILLEUMIER (1938–2017): BIOGEOÓGRAFO, ORNITÓLOGO Y AMIGO DEL NEOTRÓPICO

François Vuilleumier, Curador Emérito en el Departamento de Ornitología del American Museum of Natural History y miembro del Comité Editorial de *El Hornero* desde 2001, falleció el 11 de enero de 2017 a los 78 años de edad en su casa de Piermont (Nueva York, EEUU), después de una larga batalla contra el cáncer. Con él, el mundo científico perdió a uno de los más famosos e influyentes expertos en aves y biogeografía del Neotrópico. Hijo de Willy Georges y Denise Geneviève (Privat) Vuilleumier, François nació el 26 de noviembre de 1938 en Berna, Suiza. Su padre era un artista muy conocido, un talento que François mismo también cultivó a lo largo de su vida. Describía su pasión por esta actividad con estas palabras: “el estudiante que dibujaba pájaros eventualmente se convirtió en un artista que hacía ciencia. En el transcurso de mi carrera he llevado a cabo investigaciones sobre la evolución de las especies de aves en todo el mundo, pero sobre todo en los Andes de América del Sur, desde Venezuela hasta Tierra del Fuego. Algunos de los trabajos que publiqué en revistas técnicas incorporan mis dibujos. Y dondequiera que fui a hacer investigación, dibujé pájaros. Mis portafolios incluyen miles de bocetos de aves posadas, alimentándose, arreglándose las plumas, volando, rascándose o, simplemente, siendo aves”. Otra de sus habilidades fue el dominio de varios idiomas, como el francés (lengua materna), inglés, alemán y español, e incluso algo de italiano y portugués. Esta capacidad, sumada a su carácter amable y respetuoso, le permitió relacionarse con muchas personas de diferentes regiones y culturas.

Obtuvo una licenciatura en Ciencias Naturales en la Universidad de Ginebra en 1961 y una especialización en Ecología en la Universidad de Illinois en 1962. Completó su docto-



rado en Ciencias Naturales en 1967 en la Universidad de Harvard bajo la dirección de Ernst Mayr. Su tesis, sobre especiación en aves altoandinas, generó varias publicaciones importantes que influyeron en investigadores de diferentes campos durante décadas. Entre 1966 y 1967 trabajó como instructor en la Universidad de Massachusetts, llegando a ser Profesor Asistente entre 1967–1970 y Profesor Asociado en 1971. También realizó un posdoctorado en el American Museum of Natural History entre 1967 y 1968. En 1971 fundó el Instituto de Ecología y Zoología Animal en la Universidad de Lausana, del que fue Director y Profesor. Realizó otro posdoctorado en la estación de biología marina de Roscoff, Francia, en 1972, y fue Profesor Visitante en la Escuela Normal Superior de la Universidad de París (1973–1974). En 1974 volvió al American Museum of Natural History, primero como Curador Asociado y luego como Curador desde 1979 hasta 2005, cuando se jubiló. Allí se desempeñó, además, como presidente del Departamento de Ornitología (1987–1992).

Aprovechó sus viajes para aprender sobre los ensambles de aves locales y lideró expedicio-

nes ornitológicas en muchos países, incluyendo Ecuador, Venezuela, Perú, Bolivia, Argentina, Chile, Nueva Guinea y Nueva Caledonia. Además, ofreció conferencias en cruceros al Polo Norte, la Antártida, Islas Galápagos, Islas Malvinas, Nueva Guinea, África, Islandia y Madagascar. Su entusiasmo por el Neotrópico, y especialmente por su naturaleza y su avifauna, quedó plasmado en muchos episodios con los cuales probablemente podría escribirse un libro entero. Dave Ewert, que se unió a François en 1975 en una expedición de un mes de duración para estudiar la avifauna de los páramos de Venezuela, fue testigo del amor de François por los Andes y de su sentido de la aventura. Viajaron juntos por un camino al páramo de Quirorá en el que las curvas eran tan pronunciadas que apenas había espacio suficiente para que pasara el vehículo; sin embargo, él estaba muy entusiasmado por poder explorar un nuevo páramo y lleno de emoción por el riesgo del viaje. También visitaron el páramo Tamá, en la frontera con Colombia, conduciendo hasta la última casa al final del camino donde un sendero los llevaba hasta el páramo. Al llegar tarde, los campesinos generosamente les dieron una habitación para estirar sus bolsas de dormir en el suelo y les sirvieron una succulenta comida de arroz, porotos y huevos; François conversó alegremente con sus anfitriones antes de retirarse temprano para descansar. A la mañana siguiente caminaron con una mula que cargaba su equipo hasta el sitio

del campamento en la montaña: una abertura bajo una gran roca donde podían protegerse de la lluvia y almacenar alimentos durante dos días. François estaba en su elemento, recogiendo datos sobre las aves, impregnándose de la información y el espíritu del páramo, siempre con su vestimenta deportiva. Fue allí, en esos lugares silvestres, donde realmente cobró vida su entusiasmo por estudiar la dispersión de las especies de aves en los sistemas andinos y patagónicos.

A pesar de no haber podido asistir al Primer Congreso Iberoamericano de Ornitología celebrado en Buenos Aires en 1979, François recibió la noticia de la reunión con gran entusiasmo, en especial por el creciente interés en formar una sociedad de ornitólogos del Neotrópico. El siguiente congreso (en Xalapa, México) fue denominado Segundo Congreso de Ornitología Neotropical para reafirmar que el enfoque estaba más orientado a la región que al idioma. Estas dos reuniones proporcionaron el ímpetu para el desarrollo de la Ornitología y la conservación de las aves en los países neotropicales, algo que François y otros ornitólogos estimularon. En 1987 participó en la organización del III Congreso en Cali, Colombia, donde finalmente se fundó la Sociedad de Ornitología Neotropical. François siempre apoyó a esta institución, que se mantuvo gracias a la generosa labor de su Consejo de Directores y a la organización de los congresos internacionales. Después de Cali, los siguientes se realizaron en Quito, Ecuador



Ilustraciones realizadas por François Vuilleumier a partir de observaciones de campo de *Xolmis rubetra* (El Caín, Río Negro, Argentina) y *Pteroptochos megapodius* (Domeyko, Atacama, Chile).

(1991), Asunción, Paraguay (1995) y Montevideo, México (1999), donde François asumió la presidencia de la Sociedad de Ornitología Neotropical hasta el siguiente congreso en Puyehue, Chile (2003). Como presidente apoyó especialmente el compromiso de la Sociedad con los estudiantes latinoamericanos.

François recibió muchas distinciones por sus logros, incluyendo su elección como miembro de la American Ornithologists' Union, de la American Association for the Advancement of Science y de la Sociedad Ornitológica de Francia, además de su participación en numerosas sociedades científicas de todo el mundo, incluyendo a la Asociación Ornitológica del Plata (hoy Aves Argentinas). Además de en *El Hornero*, fue miembro del consejo editorial de *Acta Zoológica Mexicana*, *Anales del Instituto de la Patagonia*, *Ararajuba*, *Ornitología Neotropical*, *Revue d'Ecologie*, *Rivista Italiana di Ornitologia* y *Zoosystema*. También fue miembro del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (el antecedente de BirdLife International) y del Comité para el Congreso Internacional de Ornitología.

Estaba profundamente comprometido con la enseñanza y con la dirección de estudiantes: fue profesor en el programa de posgrado de la City University of New York, en el College of the Atlantic de Bar Harbor (Maine) y en la Universidad de los Andes (Mérida). Entre sus estudiantes de posgrado se incluyen Allison V. Andors (American Museum of Natural History), Sara Bertelli y Rebeca Lobo (Universidad de Tucumán), Katja Kunz (Universidad de Colonia, Alemania) y Patricia Escalante (City University of New York).

La producción científica de François Vuilleumier comprende unos 280 trabajos publicados entre 1956 y 2005, incluyendo 2 libros, 102 artículos y capítulos de libro, 14 comunicaciones, 86 reseñas de libros, 14 resúmenes y 62 publicaciones misceláneas. Su trabajo estuvo orientado principalmente a temas biogeográficos, enfatizando aspectos tales como la estructura de las comunidades, los procesos históricos, la teoría de biogeografía de islas y los ecosistemas con un alto grado de aislamiento, que en América del Sur incluyen principalmente a la Puna y el Páramo, ambientes en los cuales estudió la estructura y la composición de la avifauna y los factores históricos que contribuyen a estos patrones. Sus contribuciones

más influyentes tal vez sean las relacionadas a los patrones de especiación en los Andes y su asociación con las fluctuaciones climáticas del Pleistoceno y los cambios en la distribución de hábitats y especies. También notables por su originalidad fueron sus estudios sobre los recambios faunísticos y el desarrollo de la avifauna fósil en América del Sur, para los cuales compiló información sobre el intercambio biótico americano de aves y todas las aves fósiles conocidas hasta ese momento para el Cenozoico. La continuidad natural de esas contribuciones fue la publicación, en coautoría con Maximina Monasterio, del libro sobre biogeografía a grandes altitudes¹, un hito en la investigación biogeográfica andina.

En la década de 1990 contribuyó al mantenimiento y crecimiento de la revista *Ornitología Neotropical*, donde publicaba regularmente. Basado en sus años de trabajo de curador y su larga experiencia de campo, resaltó el papel



François Vuilleumier en un páramo venezolano en marzo de 1975 (fotografía: Dave Ewert).

de las colecciones científicas en el desarrollo del conocimiento ornitológico de la región en dos reflexivas y perspicaces contribuciones^{2,3} que proporcionaron una visión equilibrada en este tema a menudo controvertido. También reflexionó sobre la historia y el desarrollo de la Ornitología en la Región Neotropical^{4,5}, describiendo los primeros años guiados por el espíritu explorador de investigadores de Europa y Estados Unidos y las posteriores contribuciones de los ornitólogos latinoamericanos, y sugiriendo una guía de trabajo para enriquecer la disciplina y aumentar el conocimiento de la avifauna neotropical. Dedicó varios trabajos a figuras importantes de la ornitología, entre ellos Frank M. Chapman, Ernst Mayr, Eugene Eisenmann, Claes Olrog y Helmut Sick. En 1999 presentó en un ensayo su visión completa de la historia, la filosofía y las prácticas actuales de la biogeografía⁶, dedicándolo a tres personas importantes en su carrera: Gilles Sauter (su tío), Paul G  routet (su mentor en el trabajo de campo) y Ernst Mayr (su mentor en el ámbito académico).

Gracias a la información provista por la excelente biblioteca del American Museum of Natural History, realizó un valioso trabajo de recopilación de las nuevas especies de aves descriptas en el mundo, cubriendo enteramente el periodo entre 1966 y 1990⁷⁻⁹. La culminación de su carrera fue la publicación de su libro de aves de América del Norte¹⁰, una guía fotográfica completa y bellamente diseñada con información sobre 657 especies que se encuentran en Estados Unidos y Canadá.

Su mentalidad ganadora, su talento y su capacidad para convencer a las personas para que se involucren con las necesidades financieras de la investigación ornitológica neotropical lo llevaron a establecer el Fondo François Vuilleumier de la Sociedad de Ornitología Neotropical, que se convirtió en una fuente importante de financiamiento. Entre 2008 y 2016 se otorgaron un total de 17 premios, facilitando y alentando a los estudiantes latinoamericanos a hacer trabajos de campo con aves neotropicales.

A lo largo de su carrera François llegó a muchos a través de su encanto y de su cons-

tante promoción de la ciencia ornitológica, la educación y la conservación. A partir de ahora vamos a extrañar su espíritu de aventura, su pasión por entender la distribución de las aves andinas, sus amplios intereses, su llegada a los demás y su compasión.

AGRADECIMIENTOS

Un sincero agradecimiento para Joel Cracraft, Dave Ewert, Joe Wunderle, John Blake, Bertrand Posse y Rebeca Lobo por compartir algunas de sus experiencias. Sin la ayuda proporcionada por Rebecca Finnell, esposa de François, este homenaje habría sido muy difícil de escribir. Esta nota es una versión traducida y corregida del original publicado en *Ornitología Neotropical* 28:97-101 (2017).

¹ VUILLEUMIER F Y MONASTERIO M (1987) *High altitude tropical biogeography*. Oxford University Press, Nueva York

² VUILLEUMIER F (1998) The need to collect birds in the Neotropics. *Ornitología Neotropical* 9:201-203

³ VUILLEUMIER F (2000) Response: further collecting of birds in the Neotropics is still needed. *Ornitología Neotropical* 11:269-274

⁴ VUILLEUMIER F (2003) Neotropical ornithology: then and now. *Auk* 120:577-590

⁵ VUILLEUMIER F (2004) A critique of Neotropical ornithology: is research on Neotropical birds scientific? *Ornitología Neotropical* 15 (Suppl):41-60

⁶ VUILLEUMIER F (1999) Biogeography on the eve of the twenty-first century: towards an epistemology of biogeography. *Ostrich* 70:89-103

⁷ MAYR E Y VUILLEUMIER F (1983) New species of birds described from 1966 to 1975. *Journal f  r Ornithologie* 124:217-232

⁸ VUILLEUMIER F Y MAYR E (1987) New species of birds described from 1976 to 1980. *Journal f  r Ornithologie* 128:137-150

⁹ VUILLEUMIER F, LECROY M Y MAYR E (1992) New species of birds described from 1981 to 1990. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 112A:267-309

¹⁰ VUILLEUMIER F (2009) *Birds of North America*. Dorling Kindersley, Nueva York

PATRICIA ESCALANTE

Instituto de Biología,
Universidad Nacional Autónoma de México.
Apartado Postal 70-153,
04510 Ciudad de México, México.
tilmatura@ib.unam.mx

Hornero 33(2):147–149, 2018

JULIO RAFAEL CONTRERAS ROQUÉ (1933–2017): EL REFLEJO DE UNA ÉPOCA

Julio Rafael Contreras Roqué nació en Buenos Aires, Argentina, el 30 de noviembre de 1933, aunque se radicó en Paraguay, donde vivió gran parte de los últimos 15 años de su vida. Multifacético y de saber enciclopédico, dedicó su vida entera a las ciencias naturales. Sus especialidades han sido variadas, abarcando desde la paleontología hasta la historia de las ciencias y la entomología. Sus trabajos lo retratan como un fiel reflejo del estado de la biología argentina de la segunda mitad del siglo XX.

De temperamento fuerte y trabajador incansable, llevó adelante una intensa actividad en todos sus lugares de trabajo, incluyendo el Departamento de Biología de la Universidad Nacional del Comahue, el Instituto Superior del Profesorado de Mendoza, como Investigador Científico del CONICET, llevando adelante el Programa de Biología Básica y Aplicada Subtropical, dirigiendo el Centro Argentino de Primates, el Centro de Ecología Aplicada del Litoral, luego como investigador en el Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” y como Director del Instituto de Biotecnología e Investigación Subtropical de la Universidad Nacional de Pilar en Paraguay. Junto a Adrián Giacchino proyectó y creó la Fundación de Historia Natural Félix de Azara, de la cual fue su primer presidente. Planificó y dirigió las publicaciones *Historia Natural* y *Nótulas Faunísticas*, ambas en existencia y plena actividad al día de la fecha. Merece destacarse el esfuerzo realizado por Julio Contreras respecto a la creación de estas dos publicaciones especializadas. Él mismo, siempre con la ayuda de su familia, fue editor, revisor, supervisor de la impresión y distribuidor de los ejemplares.

En todas las instituciones de las que formó parte contribuyó con importantes colecciones mastozoológicas, ornitológicas y entomológicas de varios miles de ejemplares, resultado de incalculables salidas al campo en Uruguay, Paraguay, Bolivia y Argentina. En sus colectas contó con la ayuda de sus familiares y amigos, especialmente de su hija Yolanda



Julio Contreras (Fotografía: Lorena Pérez)

Davies. Sus importantísimas colecciones ornitológicas, depositadas en el Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas, el Museo Argentino de Ciencias Naturales y el Museo Provincial de Historia Natural de La Pampa, constituyen referencias de gran importancia debido no solo a la cantidad de ejemplares, sino también a la calidad de las preparaciones de las pieles de estudio. Estas colecciones posiblemente sean uno de los pilares de mayor valor que nos ha legado.

Julio Contreras fue un importante formador de recursos humanos y un inagotable publicador. Su obra consta de varios libros y más de 250 contribuciones en revistas especializadas. De su obra editada, unos 70 trabajos versan sobre uno de sus temas predilectos: la ornitología. Como discípulo directo del gran biólogo evolucionista Osvaldo Reig, conservó un especial interés por la taxonomía, en relación a las problemáticas evolutivas y la biogeografía. De hecho, es reconocido como especialista en el género de roedores subterráneos *Ctenomys*, de gran interés para los biólogos dedicados al entendimiento de los procesos

de especiación. No se trataba únicamente de reconocer nuevas especies y describirlas, sino también de interpretarlas en un contexto evolutivo, generando hipótesis de trabajo y marcos teóricos adecuados, acercándose a una “verdadera” disciplina científica y no solo una asignatura meramente descriptiva¹.

Muchas de sus publicaciones sobre taxonomía de aves tienen como tema principal el estudio de las aves passeriformes, en especial en lo que se refiere a la distribución geográfica de subespecies y formas. Describió cuatro nuevas subespecies de passeriformes para la ciencia²⁻⁵. En varios trabajos llevaba adelante especulaciones acerca de la posible historia evolutiva de cada forma tratada, incluyendo datos geológicos, geográficos e históricos, mostrando un profundo conocimiento sobre varias ramas de las ciencias naturales. Estos trabajos intentaban esclarecer la historia evolutiva y biogeográfica de las especies analizadas, en tiempos previos a la aplicación de la filogeografía y de los métodos biogeográficos modernos.



Exponiendo en el IX Congreso Iberoamericano de Biodiversidad y Zoología de Vertebrados, en el Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” (Buenos Aires, Argentina) en 2000.



Julio Contreras en la laguna La Brava (Corrientes, Argentina) en 1969.

Fue pionero en la realización de atlas ornito-geográficos sudamericanos. Lamentablemente, un importante cúmulo de información permanece en gran parte inédita e incluso extraviada, con la única excepción de dos atlas publicados solo de manera preliminar⁶⁻⁷. Su obra inédita supera en calidad y en volumen a sus trabajos publicados; es más, numerosos manuscritos, incluyendo diversos atlas ornito-geográficos (incluyendo no solo muchas provincias argentinas, sino también parte de Uruguay, Paraguay, Brasil y Bolivia), contienen una enorme cantidad de información. Muchos de estos manuscritos se encuentran perdidos y otros seguramente permanecerán inéditos, pero son testigos de la gigantesca labor que llevó a cabo en sus más de 60 años de trabajo ininterrumpido. En este sentido, la auténtica talla de su pensamiento y su saber enciclopédico no es tan clara si solo nos basamos en la información publicada. Esos atlas (y muchos otros trabajos) fueron realizados a partir de innumerables datos procedentes de las más diversas fuentes, los cuales organizaba en un gigantesco fichero que incluía la totalidad de las referencias bibliográficas, ajenas y propias, distribuidas por especie, lo que le permitía llevar adelante las más diversas pesquisas.

Julio Contreras fue un sobresaliente representante de una generación de biólogos que entendía la biología de manera diferente a como se la ve hoy en día. Aquella generación incluía investigadores de gran voluntad pero escasos recursos, con una enorme experiencia de campo y gabinete. Se trataba de una ciencia más personalista, que reposaba en la figura del

científico. Siempre apostó a una “ciencia argentina”, escrita en español y publicada en nuestro país, de ahí que la mayor parte de sus trabajos hayan visto la luz en publicaciones latinoamericanas. Constituye el fiel reflejo del biólogo latinoamericano de su época, con sus defectos y virtudes: temperamental, personalista, genial, de saber amplio y profundo, y de producción mayormente nacional.

Vamos a extrañar a Julio Contreras: sus charlas, sus saberes, sus profundas convicciones y, especialmente, su capacidad de trabajar incansablemente. En las ciencias ornitológicas, Nores e Yzurieta decidieron homenajearlo dedicándole la subespecie *Geositta cunicularia contrerasi* en su honor⁸. Esta bonita ave, que aún revolotea por las sierras cordobesas, es la mejor manera de recordar a Julio.

¹ REIG OA (1981) Teoría del origen y desarrollo de la fauna de mamíferos de América del Sur. *Monographie Natural* 1:1–162

² CONTRERAS JR (1976) Una nueva subespecie de *Geositta rufipennis* procedente de las cercanías de San Carlos de Bariloche, Provincia de Río Negro, Argentina (Aves, Furnariidae). *Physis C* 35:213–220

³ CONTRERAS JR (1979) Una nueva subespecie de Furnariidae *Tripophaga modesta navasi* (Aves, Passeriformes). *Historia Natural* 1:13–16

⁴ CONTRERAS JR (1980) Furnariidae argentinos. IV. Aportes al conocimiento de *Tripophaga steinbachi* (Hartert y Venturi), con la descripción de *Tripophaga steinbachi neiffi*, nueva subespecie. *Historia Natural* 1:29–32

⁵ CONTRERAS JR (1980) *Geositta rufipennis hoyi*, nueva subespecie y consideraciones sobre *Geositta rufipennis* en el centro y el oeste argentino (Aves: Furnariidae). *Historia Natural* 1:137–148

⁶ CONTRERAS JR, BERRY LM, CONTRERAS AO, BERTONATTI CC Y UTGES EE (1990) Atlas ornitogeográfico de la provincia del Chaco, República Argentina. I. No Passeriformes. *Cuadernos Técnicos “Félix de Azara”* 1:1–164

⁷ CONTRERAS JR, AGNOLIN FL, DAVIES YE, GODOY I, GIACCHINO A Y ERICA R (2014) *Atlas ornitogeográfico de la provincia de Formosa, República Argentina. I. No Passeriformes*. Vázquez Mazzini Editores y Fundación de Historia Natural “Félix de Azara”, Buenos Aires

⁸ NORES M E YZURIETA D (1980) Nuevas aves de la Argentina 1. *Historia Natural* 1:169–172

FEDERICO L. AGNOLIN

Fundación de Historia Natural “Félix de Azara”,
Departamento de Ciencias Naturales y Antropología,
Universidad Maimónides. Hidalgo 775, Piso 7,
C1405BDB Buenos Aires, Argentina.

Laboratorio de Anatomía Comparada y Evolución de
los Vertebrados, Museo Argentino de Ciencias
Naturales “Bernardino Rivadavia”.
Av. Ángel Gallardo 470,
C1405DJR Buenos Aires, Argentina.
fedagnolin@yahoo.com.ar

ADRIÁN GIACCHINO

Fundación de Historia Natural “Félix de Azara”,
Departamento de Ciencias Naturales y Antropología,
Universidad Maimónides



EL HORNERO

REVISTA DE ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL



ÍNDICES

VOLUMEN 33

2018

CONTENIDOS

VOLUMEN 33 NÚMERO 1, AGOSTO 2018

Punto de vista

Un panorama de las migraciones de aves en Argentina

An overview of bird migrations in Argentina

PATRICIA CAPLLONCH 1–18

Artículos

Coloración del plumaje en ejemplares de museo de Golondrina Ceja Blanca (*Tachycineta leucorrhoa*)

Plumage coloration in museum specimens of White-rumped Swallow (Tachycineta leucorrhoa)

ALDANA S. LÓPEZ Y VALENTINA FERRETTI 19–28

Revisión de los estudios científicos sobre ornitología urbana de La Habana, Cuba

Review of scientific studies on urban ornithology in Havana, Cuba

IANELA GARCÍA-LAU, MARTÍN ACOSTA, LOURDES MUGICA, ALEJANDRO RODRÍGUEZ-OCHOA Y

ALIENY GONZÁLEZ 29–44

Avian nest collection of Argentina: an unexplored resource for research

Colección de nidos de aves de Argentina: una fuente inexplorada de investigación

FACUNDO QUINTELA, EXEQUIEL GONZÁLEZ AND LUCIANO N. SEGURA 45–50

Comunicaciones

Revisión de las presas vertebradas consumidas por *Falco sparverius* en América del Sur y nuevos registros para Ecuador

A review of vertebrate preys consumed by Falco sparverius in South America and new records for Ecuador

SALOMÓN M. RAMÍREZ-JARAMILLO, N. ALEXANDRA ALLAN-MIRANDA, MARCO SALAZAR,

NANCY B. JÁCOME-CHIRIBOGA, JAVIER ROBAYO, ANDRÉS MARCAYATA, JUAN P. REYES-PUIG Y

MARIO H. YÁNEZ-MUÑOZ 51–57

Ocupación de torres de iluminación por la Cotorra (*Myiopsitta monachus*) en la ciudad de La Plata, Argentina

Occupation of lighting towers by Monk Parakeet (Myiopsitta monachus) in La Plata city, Argentina

ROSANA M. ARAMBURÚ, JORGE A. ARIAS, AGUSTINA CREGO E IGOR BERKUNSKY 59–62

Cortejo y cópula de la Palomita Moteada (*Metriopelia ceciliae*) en el Parque Nacional Toro-Toro, Potosí, Bolivia

Courtship and copulation of the Bare-faced Ground-Dove (Metriopelia ceciliae) in the Toro-Toro National Park, Potosí, Bolivia

OMAR MARTÍNEZ Y MÁXIMO LIBERMAN 63–65

Libros

Pasajeros clandestinos en aves trashumantes: revelando rutas y orígenes a través de los átomos (VILJOEN ET AL.: *Stable isotopes to trace migratory birds and to identify harmful diseases*)

ALEJANDRO J. GATTO 67–69

Buitres: evolución, ecología y conservación (O'NEAL CAMPBELL: *Vultures*)

SERGIO A. LAMBERTUCCI 69–71

La muda en las aves neotropicales (JOHNSON Y WOLFE: *Molt in Neotropical birds*)

PETER PYLE 72–74

Un manual de biología de aves (LOVETTE Y FITZPATRICK: *The Cornell Lab of Ornithology handbook of bird biology*)

JOSÉ LUIS TELLERÍA 75–77

Aves de Chile (COUVE ET AL.: *Aves de Chile*)

JAIME RAU 77–78

Un manual para la determinación de la edad y el sexo en aves (PYLE ET AL.: *Manual for ageing and sexing birds of Bosque Fray Jorge National Park and northcentral Chile*)

ALEXIS CEREZO 78–79

Libros de reciente aparición 80

Editorial

Fin de ciclo: perspectiva y balance

JAVIER LOPEZ DE CASENAVE 81–83

Punto de vista

La conservación de las aves en la era de la genómica

Avian conservation in the genomics era

BETTINA MAHLER 85–96

ArtículosReplacement sequence for the flight feathers of the Blue-black Grassquit (*Volatinia jacarina*) and the Gray Seedeater (*Sporophila intermedia*)*Secuencia de reemplazo de las plumas de vuelo en el Volatinero (Volatinia jacarina) y el Corbatita Gris (Sporophila intermedia)*

MIGUEL MORENO-PALACIOS, SERGIO LOSADA-PRADO AND MARÍA ÁNGELA ECHEVERRY-GÁLVIS 97–104

Seasonal distribution of the Striated Heron (*Butorides striata*) in southern South America: evidence for partial migration*Distribución estacional de la Garcita Azulada (Butorides striata) en el sur de América del Sur: evidencia de migración parcial*

FLOYD E. HAYES, BRETT D. HAYES AND PETER LECOURT 105–111

Reproducción y alimentación del Águila Mora (*Geranoaetus melanoleucus*) en el noroeste de Chubut, Argentina*Breeding and feeding of the Black-chested Buzzard-Eagle (Geranoaetus melanoleucus) at northwest Chubut, Argentina*

VANESA VILLEGAS-DAVIES, PÍA FLORIA Y RICARDO CASAUX 113–119

Uso de hábitat y comportamiento de *Crax fasciolata* en el Chaco Húmedo paraguayo*Habitat use and behaviour of Crax fasciolata in the Paraguayan Humid Chaco*

RAFAELA LAINO, KARIM MUSALEM, ANDREA CABALLERO-GINI, DIEGO BUENO-VILLAFANE Y

SILVINA CHAPARRO 121–127

Libros¿Por qué conservar o estudiar a las aves? (SEKERCIOGLU ET AL.: *Why birds matter*)

SUSANA P. BRAVO 129–130

Un recorrido por la historia evolutiva de las aves (MAYR: *Avian evolution*)

CAROLINA ACOSTA HOSPITALECHE 131–133

Ecología y manejo de ictéridos de América del Norte (LINZ ET AL.: *Ecology and management of blackbirds (Icteridae) in North America*)

MARÍA CECILIA DE MÁRSICO 134–135

The evolution of beauty (PRUM: *The evolution of beauty*)

LILIAN T. MANICA 136–138

La investigación ornitológica y las colecciones de aves (WEBSTER: *The extended specimen*)

DIEGO MONTALTI 138–141

Libros de reciente aparición 142

Obituario

François Vuilleumier (1938–2017): biogeógrafo, ornitólogo y amigo del Neotrópico

PATRICIA ESCALANTE 143–146

Julio Rafael Contreras Roqué (1933–2017): el reflejo de una época

FEDERICO L. AGNOLIN Y ADRIÁN GIACCHINO 147–149

Índices del volumen 151–162

ÍNDICE DE ORGANISMOS

- Accipiter striatus* 14,38
Actitis macularius 37
Aegolius harrisi 8
Agelaioides badius 14,48
Agelaius humeralis 36
Agelaius phoeniceus 134
Agelasticus cyanopus 10
Agelasticus thilius 9,48
Agriornis micropterus 8,11,12
Agriornis montanus 6,8
Agriornis murinus 6,8,11,12
Aix sponsa 37
Alectrurus risora 9
Alopochelidon fucata 13
Amaurospiza moesta 10
Amazilia chionogaster 8,7,14
Amazona aestiva 8
Amazona tucumana 8
Amblyramphus holocericeus 9
Ammodramus humeralis 48
Anabacerthia lichtensteini 47
Anairetes flavirostris 6
Anairetes parulus 6
Anas acuta 38
Anas bahamensis 9,37
Anas flavirostris 6
Anas georgica 9,10
Anhinga anhinga 13,14
Anthus bogotensis 6,8
Anthus hellmayri 6,8,12,48
Antrostomus cubanensis 39
Antrostomus rufus 7,14
Anumbius annumbi 47
Aptenodytes forsteri 11
Aramus guarauna 14,37
Archilochus colubris 39
Ardea alba 9,10,12,38
Ardea cocoi 10
Ardea herodias 36
Ardenna gravis 11
Ardenna grisea 11
Arenaria interpres 38
Argusianus argus 136
Asemospiza obscura 14
Asthenes baeri 13
Asthenes dorbignyi 6,8
Asthenes hudsoni 12
Asthenes sclateri 6
Athene cunicularia 39
Atlapetes citrinellus 7,8,48
Atlapetes fulviceps 7,8
Attagis gayi 6
Attila phoenicurus 10
Basileuterus culicivorus 8,48
Bombicilla cedrorum 39
Botaurus pinnatus 9,14
Bubo bubo 56
Bubulcus ibis 36
Bucco capensis 72
Buteo albigula 5,6
Buteo brachyurus 7
Buteo jamaicensis 37
Buteo platypterus 37
Buteo ventralis 6,12
Butorides striata 14,105–111
Butorides virescens 36,106
Cacicus chrysopterus 7,8,48
Cacicus haemorrhous 48
Cacicus solitarius 13
Cairina moschata 13
Calidris alba 38
Calidris alpina 38
Calidris himantopus 38
Calidris mauri 38
Calidris melanotos 38
Calidris minutilla 37
Calidris pusilla 37
Calliphlox amethystina 10
Callonetta leucophrys 13
Camptostoma obsoletum 6,14
Capsiempis flaveola 48
Cardellina pusilla 90
Casiornis rufus 13,14
Catamenia analis 6,8
Catamenia inornata 6,8
Cathartes aura 8,36
Cathartes burrovianus 14
Catharus fuscescens 37
Catharus minimus 39
Catharus ustulatus 39
Ceratopipra erythrocephala 137
Chaetura meridionalis 14
Charadrius falklandicus 11
Charadrius melodus 38
Charadrius modestus 11
Charadrius semipalmatus 38
Charadrius vociferus 36
Charadrius wilsonia 37
Chauna torquata 9,10
Chionis albus 11
Chloephaga hybrida 12
Chloephaga picta 12
Chloephaga poliocephala 12
Chloephaga rubidiceps 12,91
Chlorophonia cyanea 48
Chlorospingus flavopectus 7,8
Chlorostilbon lucidus 47
Chlorostilbon ricordii 36
Chordeiles minor 35,36
Chordeiles nacunda 10,14

Chroicocephalus cirrocephalus 11,12
Chroicocephalus maculipennis 11,12
Chroicocephalus serranus 6
Chrysomus ruficapillus 9
Ciconia maguari 9
Cinclodes atacamensis 6,8
Cinclodes fuscus 6,8,12,14
Circus buffoni 9
Cnemotriccus fuscatus 13,14
Coccycua cinerea 14
Coccyzus americanus 37
Coccyzus eulerei 9
Coccyzus melacoryphus 9,13,14,47
Coccyzus merlini 36
Colaptes campestris 47,53
Colaptes melanochloros 47
Colaptes pitius 53
Colaptes rubiginosus 7,8
Colinus virginianus 37
Columbina cruziana 53
Columbina passerina 36
Columbina picui 12–14,47,53
Columbina talpacoti 14,47
Conopias trivirgatus 10
Conopophaga lineata 48,49
Contopus caribaeus 36
Contopus cinereus 14
Contopus sordidulus 39
Contopus virens 37
Coragyps atratus 8,14,38
Corapipo gutturalis 137
Coryphistera alaudina 13
Coryphospingus cucullatus 10,13,48
Corythopsis delalandi 7
Coscoroba coscoroba 9,11,12
Crax blumenbachii 123
Crax fasciolata 121–127
Crax globulosa 123,125
Crax rubra 123
Crotophaga ani 14,36
Crotophaga major 14
Cryptoleucopteryx plumbea 14
Crypturellus tataupa 7,8
Culicivora caudacuta 9
Cyanerpes cyaneus 39
Cyanoliseus patagonus 6,12
Cyanoloxia brissonii 13,48
Cyanoloxia glaucocerulea 10
Cyclarhis gujanensis 8,10,13
Cygnus melancoryphus 11,12
Cypseloides fumigatus 47
Daption capense 11
Dendrocygna arborea 37
Dendrocygna autumnalis 9
Dendrocygna bicolor 9,38
Dendrocygna viduata 9
Diglossa sittoides 6–8
Diomedea epomophora 11
Diomedea exulans 11
Diuca diuca 6,8,12,48,49

Dumetella carolinensis 36
Dysithamnus mentalis 47
Egretta caerulea 14,37
Egretta rufescens 37
Egretta thula 9,10,14,37
Egretta tricolor 36
Elaenia albiceps 8,10,12,14,48
Elaenia obscura 8
Elaenia parvirostris 14,48,49
Elaenia spectabilis 9,48
Elaenia strepera 7,14,48,49
Elanoides forficatus 14,38
Elanus leucurus 6,13,14
Embernagra platensis 9,10,13,14,48
Empidonax traillii 92
Empidonax virescens 37
Empidonomus aurantioatrocristatus 13,14
Empidonomus varius 14
Eriocnemis glaucopoides 7,8
Eudocimus albus 37
Eudypetes chrysocome 11
Euphonia chlorotica 8
Euphonia cyanocephala 8,10
Euphonia pectoralis 48
Euscarthmus meloryphus 13
Falco columbarius 38
Falco mexicanus 90
Falco peregrinus 5,6,36,51–57
Florisuga fusca 10
Fluvicola albiventer 14
Fregata magnificens 37
Fregetta tropica 11
Fulica americana 37
Fulica armillata 6,12,14
Fulica leucoptera 12,14
Fulmarus glacialis 10
Furnarius cristatus 13
Furnarius rufus 47
Gallinago paraguayae 12,47
Gallinula galeata 36
Gampsonyx swainsonii 13,14
Garrodia nereis 11
Garrulus glandarius 2
Gavia immer 38
Gelochelidon nilotica 9,14,37
Geositta antarctica 12
Geositta cunicularia 6,8,12,149
Geositta tenuirostris 6,8
Geothlypis aequinoctialis 7,8,14,48
Geothlypis trichas 36
Geotrygon montana 37,47
Geranoaetus albicaudatus 6,14
Geranoaetus melanoleucus 12,113–119
Geranoaetus polyosoma 5,6,12
Glaucidium brasilianum 13
Glaucidium nana 12
Glaucidium siju 37
Gubernatrix cristata 9,12,49,90
Gubernetes yetapa 9

Guira guira 53
Gymnogyps californianus 69–71
Habia rubica 48
Haematopus ater 11
Haematopus leucopodus 11
Halobaena caerulea 11
Haplospiza unicolor 10
Harpagus diodon 14
Helimaster furcifer 13,14
Helmitheros vermivorum 39
Hemithraupis guira 10,48
Hemitriccus margaritaceiventer 48
Heteronetta atricapilla 10
Himantopus mexicanus 12,38
Hirundo rustica 20,38,47,48
Hydroprogne caspia 37
Hydropsalis torquata 9,10,13,14
Hylocharis chrysura 13,14,47
Hylocichla mustelina 39
Hylophilus poicilotis 10,14
Hymenops perspicillatus 9,12,48

Icterus cayanensis 8,9,14
Icterus galbula 38
Icterus melanopsis 35,36
Idiopsar dorsalis 6
Inezia inornata 14
Ixobrychus involucris 9,10,14

Jabiru mycteria 9
Jacana spinosa 38

Kittacincla malabarica 90
Knipolegus aterrimus 6,8
Knipolegus cabanisi 48,49
Knipolegus cyanirostris 10
Knipolegus hudsoni 12
Knipolegus signatus 7,8
Knipolegus striaticeps 12,13

Lagopus leucura 90
Larus argentatus 37
Larus atlanticus 11
Larus delawarensis 38
Lathrotriccus euleri 7,12,14,48
Leiothlypis peregrina 37
Leptasthenura aegithaloides 12
Leptasthenura fuliginiceps 6–8
Leptasthenura platensis 14
Leptopogon amaurocephalus 48
Leptotila megalura 6–8
Leptotila verreauxi 6–8,47
Lessonia oreas 6,8
Lessonia rufa 12,53
Leucophaeus atricilla 36
Limnodromus griseus 38
Lophospingus pusillus 13
Lurocalis semitorquatus 14

Machaeropterus deliciosus 137
Macronectes giganteus 11
Macronectes halli 11

Malurus lamberti 91
Manacus candei (= *Manacus manacus*)
Manacus manacus 137
Masius chrysopterus 137
Mecocerculus hellmayri 7,8,14
Mecocerculus leucophrys 7,8
Megaceryle alcyon 37
Megaceryle torquata 9
Megarynychus pitangua 10,14
Melanerpes candidus 14
Melanerpes formicivorus 55
Melanerpes supercilialis 39
Merganetta armata 7,8
Mergus serrator 38
Metriopelia ceciliae 63–65
Micrastur semitorquatus 7
Microspingus erythrophrys 7,8
Microspingus melanoleucus 13,48
Microspingus torquatus 6,13
Microstilbon burmeisteri 7,8
Milvago chimango 4–6,12,14
Mimus patagonicus 6,12
Mimus polyglottos 34–36
Mimus saturninus 53
Mimus triurus 12,13
Mniotilta varia 36
Molothrus ater 134,135
Molothrus bonariensis 12–14,39
Molothrus rufoaxillaris 13
Morus bassanus 38
Muscipipra vetula 8,10
Muscisaxicola albilora 6,8
Muscisaxicola capistratus 6,8
Muscisaxicola cinereus 6,8
Muscisaxicola flavinucha 6
Muscisaxicola maculirostris 6,8
Muscisaxicola rufivertex 6,8
Mustelirallus albicollis 14
Mustelirallus erythrops 9,14
Mycteria americana 9
Myiarchus ferox 8,13
Myiarchus swainsoni 13
Myiarchus tuberculifer 7,8
Myiarchus tyrannulus 13
Myioborus bruniceps 3,7,8
Myiodynastes maculatus 9,14,48
Myiopagis caniceps 14
Myiopagis viridicata 14
Myiophobus fasciatus 10,12,13,48
Myiopsitta monachus 47,53,59–62
Myiothlypis bivittata 8
Myiothlypis signata 8
Myiozetetes similis 14

Nannopterum auritus 37
Neoxolmis rufiventris 11,12
Netta peposaca 9,10,12
Nothoprocta pentlandii 7,8
Nothoprocta perdicaria 53,55
Nothura maculosa 47,53
Numenius phaeopus 38

- Nyctanassa violacea* 37
Nyctibius griseus 9,10,14
Nycticorax nycticorax 9,12–14,38
Nycticryphes semicollaris 12
Nyctidromus albicollis 9,10
Nystalus maculatus 13

Oceanites oceanicus 11
Ochthoeca leucophrys 7,8
Ochthoeca oenanthoides 6,8
Oreotrochilus leucopleurus 6
Oressochen jubatus 13
Oressochen melanopterus 6,8,9
Ortalis canicollis 121
Oxyura jamaicensis 38
Oxyura vittata 12

Pachyptila belcheri 11
Pachyptila desolata 11
Pachyramphus polychopterus 14
Pachyramphus validus 7,13
Pachyramphus viridis 13
Pandion haliaetus 37
Parabuteo unicinctus 13,14
Pardirallus maculatus 14
Parkesia motacilla 36
Parkesia noveboracensis 37
Paroaria capitata 48
Paroaria coronata 46,48
Parus major 26
Passer domesticus 34,36,41,48,53,92
Passerina ciris 37,90
Passerina cyanea 36
Patagioenas araucana 53
Patagioenas cayennensis 9,13
Patagioenas fasciata 7
Patagioenas leucocephala 38
Patagioenas maculosa 12,13,47
Patagioenas picazuro 9,13,47
Patagona gigas 6
Pauxi koepckeae 123
Pelecanoides magellani 11
Pelecanoides urinatrix 11
Pelecanus occidentalis 36
Penelope obscura 121
Penelope purpurascens 123
Penelope superciliaris 121
Petrochelidon fulva 38
Petrochelidon pyrrhonota 55
Phacellodomus ruber 9,47
Phacellodomus striaticollis 47
Phaeomyias murina 14
Phaetusa simplex 9,14
Phalacrocorax atriceps 11
Phalacrocorax bougainvillii 11
Phalacrocorax brasilianus 8,9,14
Phalcoboenus australis 12
Phalcoboenus megalopterus 6
Phaeucticus aureoventris 7,8
Phaeucticus ludovicianus 39
Phimosus infuscatus 9,14

Phleocryptes melanops 47
Phoebetria palpebrata 11
Phoenicoparrus andinus 6,8,9
Phoenicopterus chilensis 6,8,9
Phonipara canora 37
Phrygilus fruticeti 6,8,9,12
Phrygilus gayi 6,8,9
Phrygilus plebejus 6,8,52,53
Phrygilus unicolor 6,8
Phyllomyias sclateri 8
Phylloscartes sylviolus 48,49
Phylloscartes ventralis 48
Phytotoma rara 12
Phytotoma rutila 13
Picumnus cirratus 7,8
Pilherodius pileatus 9
Pionus maximiliani 8
Pipile cumanensis 121
Pipile jacutinga 121
Pipraeidea bonariensis 7,8,10,13,48,49
Pipraeidea melanonotus 7,8
Piprites pileata 48,49
Piranga flava 7,8,13
Piranga rubra 37
Pitangus sulphuratus 10,14,48,53
Platalea ajaja 9,38
Plegadis chihi 9,14
Pluvialis squatarola 37
Pluvianellus socialis 11
Podiceps major 12
Podiceps occipitalis 12,47
Podilymbus podiceps 37
Polioptila caerulea 36
Polioptila dumicola 46–48
Polystictus pectoralis 9
Poospiza baeri 6
Poospiza nigrorufa 7,48
Poospiza ornata 6,11–13
Poospiza whitii 8,13
Poospizopsis hypochondria 6,8
Porphyrio flavivirostris 9
Porphyrio martinica 14,37
Porphyrospiza alaudina 6
Porphyrospiza carbonaria 12
Porzana spiloptera 47,49
Procellaria aequinoctialis 11
Procnias nudicollis 10
Progne cryptoleuca 35,36
Progne elegans 8
Progne modesta 14
Progne subis 39
Protonotaria citrea 90
Pseudocolopteryx acutipennis 14
Pseudocolopteryx citreola 14
Pseudocolopteryx dinelliana 14
Pseudocolopteryx flaviventris 48
Pseudocolopteryx sclateri 14
Pseudoleistes guirahuro 10,53
Pseudoleistes virescens 9,10,48
Psilopsiagon aurifrons 8

- Psilopsiagon aymara* 6,8
Psittacara leucophthalmus 13
Psittacara mitratus 7,8
Psittacula krameri 38
Pteroptochos megapodius 144
Ptiloxena atrovioleacea 36
Pygochelidon cyanoleuca 6,8,12,14
Pyriglena leucoptera 47,49
Pyrocephalus rubinus 9,13,14,47,48
Pyrrhomyias cinnamomeus 7
Pyrrhulagra nigra 39

Quiscalus niger 36
Quiscalus quiscula 134

Rallus antarcticus 12
Rallus longirostris 38
Ramphastos toco 7,8,10
Recurvirostra andina 6
Rhynchospiza strigiceps 6,8,9
Riparia riparia 55
Rollandia rolland 12
Rostrhamus sociabilis 9
Rynchops niger 9,11,38

Saltator aurantirostris 7,8
Saltator coerulescens 13,48
Saltator similis 10
Sappho sparganurus 6–8,47
Sarkidiornis melanotos 9,13
Satrapa icterophrys 8,14,46,48
Sayornis nigricans 7,8
Schiffornis virescens 48,49
Scytalopus superciliaris 7
Seiurus aurocapilla 36
Sephanoides sephaniodes 12
Serpophaga griseicapilla 13
Serpophaga munda 14
Serpophaga nigricans 48
Serpophaga subcristata 14,48
Setopagis parvula 9,10,13,14
Setophaga americana 36
Setophaga caerulescens 36
Setophaga castanea 37
Setophaga citrina 38
Setophaga coronata 37
Setophaga discolor 36
Setophaga dominica 38
Setophaga fusca 37
Setophaga magnolia 38
Setophaga palmarum 36
Setophaga petechia 36
Setophaga pitaiyumi 8
Setophaga ruticilla 36
Setophaga striata 39
Setophaga tigrina 36
Setophaga virens 39
Sialia sialis 39
Sicalis auriventris 53
Sicalis citrina 7
Sicalis flaveola 48,53
Sicalis lutea 6

Sicalis luteola 8,12,48,53
Sicalis mendozae 8
Sicalis olivascens 6,8
Sicalis uropygialis 6
Sirystes sibilator 10,14
Sittasomus griseicapillus 7,8
Spartonoica maluroides 10
Spatula clypeata 38
Spatula cyanoptera 6,12
Spatula discors 35,36
Spatula platalea 12
Spatula puna 6
Spatula versicolor 10–12
Specularis specularis 12
Spheniscus magellanicus 11
Sphyrapicus varius 36
Spindalis zena 39
Spinus atratus 8
Spinus barbatus 8,53
Spinus crassirostris 8
Spinus magellanicus 6–9,14,48
Spinus pinus 2
Spinus uropygialis 8
Spizaetus melanoleucus 6,13
Spizapteryx circumcincta 13
Sporophila caerulescens 2,14,48
Sporophila cinnamomea 9
Sporophila collaris 14
Sporophila intermedia 97–104
Sporophila leucoptera 10,14
Sporophila lineola 14
Sporophila nigrorufa 14
Sporophila palustris 9
Sporophila ruficollis 9
Sporophila zelichi (= *Sporophila palustris*)
Stelgidopteryx ruficollis 7,8,14
Stephanophorus diadematus 10
Stercorarius antarcticus 11
Stercorarius chilensis 11
Stercorarius longicaudus 11
Stercorarius macconnicki 11
Stercorarius parasiticus 11
Stercorarius pomarinus 11
Stercorarius skua 11
Sterna forsteri 38
Sterna hirundinacea 11
Sterna vittata 11
Sternula antillarum 38
Stigmatura budytoides 48
Streptopelia decaocto 37,41
Streptoprocne zonaris 6,8,9
Sturnella loyca 12,14,53
Sturnella magna 37,55
Sturnella superciliaris 12,14
Sturnus vulgaris 47,48
Sublegatus modestus 14
Suiriri affinis 13
Suiriri suiriri 48
Sula dactylatra 38
Synallaxis albescens 13

Synallaxis azarae 7,8
Synallaxis frontalis 7,8,14
Syndactyla rufosuperciliata 7,8
Syrigma sibilatrix 14
Systellura longirostris 6,8–10,12

Tachornis phoenicobia 39
Tachuris rubrigastra 14,48
Tachybaptus dominicus 38
Tachycineta albiventer 14
Tachycineta bicolor 20,26
Tachycineta leucopyga 12,21,48,49
Tachycineta leucorrhoa 8,9,14,19–28
Tachyphonus coronatus 48
Tachyphonus rufus 10
Tapera naevia 13,14
Taraba major 14
Teretistris fernandinae 39
Tersina viridis 10
Thalassarche chrysostoma 11
Thalassarche melanophris 11
Thalasseus maximus 11,37
Thalasseus sandwicensis 11,38
Thamnophilus caerulescens 13
Thamnophilus doliatus 13
Thamnophilus ruficapillus 7,10,14,47
Thectocercus acuticaudatus 13
Theristicus caudatus 12,14
Theristicus melanopsis 12
Thinocorus orbignyianus 6
Thinocorus rumicivorus 6,9,12,53
Thlypopsis ruficeps 7,8
Thlypopsis sordida 7,8,13
Thraupis sayaca 7,8,48
Tiaris olivaceus 36
Tityra cayana 10
Tityra inquisitor 10
Tityra semifasciata 10
Todus multicolor 37
Tolmomyias sulphurescens 48
Tringa flavipes 37
Tringa melanoleuca 38
Tringa semipalmata 38
Tringa solitaria 38
Troglodytes aedon 48
Trogon curucui 7
Trogon surrucura 10
Turdus albicollis 7,8,10
Turdus amaurochalinus 10,48
Turdus chiguanco 6,8
Turdus falcklandii 53,116

Turdus leucomelas 10,48
Turdus migratorius 39
Turdus nigriceps 7,8,10,48
Turdus plumbeus 36
Turdus rufiventris 7,46,48
Turdus serranus 8
Turdus subalaris (= *Turdus nigriceps*)
Tyrannus caudifasciatus 38
Tyrannus cubensis 39
Tyrannus dominicensis 36
Tyrannus melancholicus 14,48
Tyrannus savana 12,14,48
Tyrannus tyrannus 39,48
Tyrannus verticalis 103
Tyto alba 36

Upucerthia dumetaria 6,12
Upucerthia validirostris 6,8

Vanellus chilensis 53,116
Vanellus resplendens 9
Veniliornis frontalis 7,8
Veniliornis mixtus 13,47
Vermivora chrysoptera 39
Vermivora pinus 39
Vireo altiloquus 36
Vireo bellii 91
Vireo flavifrons 35,36
Vireo gilvus 39
Vireo griseus 38
Vireo gundlachii 38
Vireo olivaceus 10,14,37,48
Vireo solitarius 39
Volatinia jacarina 9,14,97–104
Vultur gryphus 6,8,71

Xanthocephalus xanthocephalus 134
Xenopsaris albinucha 9,13,14
Xiphidiopicus percussus 37
Xiphocolaptes major 7,8
Xolmis cinereus 9,14
Xolmis coronatus 12,14
Xolmis dominicanus 9
Xolmis irupero 13,53
Xolmis rubetra 11,12,144
Xolmis salinarum 13

Zenaida asiatica 38
Zenaida auriculata 12–14,47,53
Zenaida aurita 37
Zenaida macroura 34,36
Zonotrichia capensis 6–10,12,48,52–54

ÍNDICE DE AUTORES

- Acosta M 29–44
Acosta Hospitaleche C 131–133
Agnolin FL 147–149
Allan-Miranda NA 51–57
Aramburú RM 59–62
Arias JA 59–62
Berkunsky I 59–62
Bravo SP 129–130
Bueno-Villafañe D 121–127
Caballero-Gini A 121–127
Capllonch P 1–18
Casaux R 113–119
Cerezo A 78–79
Chaparro S 121–127
Crego A 59–62
De Mársico MC 134–135
Echeverry-Gálvis MA 97–104
Escalante P 143–146
Ferretti V 19–28
Floria P 113–119
García-Lau I 29–44
Gatto AJ 67–69
Giacchino A 147–149
González A 29–44
González E 45–50
Hayes BD 105–111
Hayes FE 105–111
Jácome-Chiriboga NB 51–57
Laino R 121–127
Lambertucci SA 69–71
Lecourt P 105–111
Liberman M 63–65
López AS 19–28
Lopez de Casenave J 81–83
Losada-Prado S 97–104
Mahler B 85–96
Manica LT 136–138
Marcayata A 51–57
Martínez O 63–65
Montalti D 138–141
Moreno-Palacios M 97–104
Mugica L 29–44
Musalem K 121–127
Pyle P 72–74
Quintela F 45–50
Ramírez-Jaramillo SM 51–57
Rau J 77–78
Reyes-Puig JP 51–57
Robayo J 51–57
Rodríguez-Ochoa A 29–44
Salazar M 51–57
Segura LN 45–50
Tellería JL 75–77
Villegas-Davies V 113–119
Yáñez-Muñoz MH 51–57

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.

Juan Ignacio Areta
Christine Steiner São Bernardo
Sara Bertelli
Marcelo Bertellotti
Daniel M. Brooks
Noelia Calamari
Patricia Capllonch
Alexis Cerezo
Víctor R. Cueto
Jaime Cursach
Lisa Davenport
Carlos Delgado Vélez
María Cecilia De Mársico
Cristian F. Estades
Ricardo Figueroa Rojas
Betty Flores
Erick González
Gonzalo González C.

Salvador Hernández Vázquez
Alex E. Jahn
María Dolores Juri
Juan Klavins
Antoni Margalida
Miguel Ángel Martínez-Morales
Diego Montalti
A. Román Muñoz
Lain E. Pardo
Javier Quesada
Luis Rivera
María Cecilia Sagario
Daniel Sol
Marina Somenzari
Daniela de Tommaso
Ana Trejo
Emmanuel Zufiaurre
Gustavo A. Zurita

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 provocativo 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*, *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 cumplen 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 33 NÚMERO 2

DICIEMBRE 2018

CONTENIDO / CONTENTS

Editorial

Fin de ciclo: perspectiva y balance
JAVIER LOPEZ DE CASENAVE 81–83

Punto de vista

La conservación de las aves en la era de la genómica
Avian conservation in the genomics era
BETTINA MAHLER 85–96

Artículos

Replacement sequence for the flight feathers of the Blue-black Grassquit (*Volatinia jacarina*) and the Gray Seedeater (*Sporophila intermedia*)
Secuencia de reemplazo de las plumas de vuelo en el Volatinero (Volatinia jacarina) y el Corbatita Gris (Sporophila intermedia)
MIGUEL MORENO-PALACIOS, SERGIO LOSADA-PRADO AND MARÍA ÁNGELA ECHEVERRY-GÁLVIS 97–104

Seasonal distribution of the Striated Heron (*Butorides striata*) in southern South America: evidence for partial migration
Distribución estacional de la Garcita Azulada (Butorides striata) en el sur de América del Sur: evidencia de migración parcial
FLOYD E. HAYES, BRETT D. HAYES AND PETER LECOURT 105–111

Reproducción y alimentación del Águila Mora (*Geranoaetus melanoleucus*) en el noroeste de Chubut, Argentina
Breeding and feeding of the Black-chested Buzzard-Eagle (Geranoaetus melanoleucus) at northwest Chubut, Argentina
VANESA VILLEGAS-DAVIES, PÍA FLORIA Y RICARDO CASAUX 113–119

Uso de hábitat y comportamiento de *Crax fasciolata* en el Chaco Húmedo paraguayo
Habitat use and behaviour of Crax fasciolata in the Paraguayan Humid Chaco
RAFAELA LAINO, KARIM MUSALEM, ANDREA CABALLERO-GINI, DIEGO BUENO-VILLAFANE Y SILVINA CHAPARRO 121–127

Libros 129–142

Obituario 143–149

Índices del volumen 151–162