

EL HORNERO

REVISTA DE ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL



VOLUMEN 31 NÚMERO 1

AGOSTO 2016



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



Pertenecemos 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

MANUEL NORES

Universidad Nacional de Córdoba

MARIO DÍAZ

Museo Nacional de Ciencias Naturales

JUAN CARLOS REBOREDA

Universidad de Buenos Aires

ROSENDRO FRAGA

CICyTP - Diamante

CARLA RESTREPO

University of Puerto Rico

PATRICIA GANDINI

Universidad Nacional de la Patagonia Austral

PABLO TUBARO

Museo Argentino de Cs. Naturales B. Rivadavia

FABIÁN JAKSIC

Universidad Católica de Chile

FRANCOIS VUILLEUMIER

American Museum of Natural History

BETTINA MAHLER

Universidad de Buenos Aires

PABLO YORIO

Centro Nacional Patagónico

Oficina editorial

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

Administración

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

PORTADA.— El Halcón Plomizo (*Falco femoralis*) es una rapaz de distribución muy amplia (desde el norte de México hasta Tierra del Fuego) que habita una gran variedad de ambientes, en especial áreas abiertas incluyendo zonas de influencia humana. Como prueba de ello, en los trabajos liderados por Sáez (pp. 1-6), Pruscini (pp. 7-11) y Zufiaurre (pp. 41-52) publicados en este número se hace referencia a su presencia en sitios tan diversos como los acantilados de la costa de Valparaíso, las estepas de Península Valdés o los agroecosistemas de la Región Pampeana. Ilustración: Aldo Chiappe.

EL HORNERO

REVISTA DE ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL



Establecida en 1917

ISSN 0073-3407

VOLUMEN 31

2016

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

Revisores de libros

VÍCTOR R. CUETO
Ctro. Inv. Esquel de Montaña y Estepa Patagónicas

Comité Editorial

P. DEE BOERSMA
University of Washington

MANUEL NORES
Universidad Nacional de Córdoba

MARIO DÍAZ
Universidad de Castilla-La Mancha

JUAN CARLOS REBOREDA
Universidad de Buenos Aires

ROSENDRO FRAGA
CICyTTP - Diamante

CARLA RESTREPO
University of Puerto Rico

PATRICIA GANDINI
Universidad Nacional de la Patagonia Austral

PABLO TUBARO
Museo Argentino de Cs. Naturales B. Rivadavia

FABIÁN JAKSIC
Universidad Católica de Chile

FRANCOIS VUILLEUMIER
American Museum of Natural History

BETTINA MAHLER
Universidad de Buenos Aires

PABLO YORIO
Centro Nacional Patagónico

HISTORIA NATURAL DEL PIQUERO PERUANO (*SULA VARIEGATA*) EN LOS ACANTILADOS DE LA QUIRILLUCA, VALPARAÍSO, CHILE

JUAN JOSÉ SÁEZ¹, TANIA HORNNAUER-HUGHES², ANDRÉ TOMAZ³,
NICOLE VAN REES⁴ Y JUAN C. TORRES-MURA⁵

¹ José Miguel Claro 836 Dpto. 901, Providencia, Santiago, Chile. jjsaez@uc.cl

² Lesonia 319, Viña del Mar, Chile.

³ Av. Cornisa 608 Dpto. 24, Concón, Chile.

⁴ Camino del Alarife 921, Lo Barnechea, Santiago, Chile.

⁵ Unión de Ornitólogos de Chile. Mosqueto 459 Of. 103, Santiago, Chile.

RESUMEN.— El Piquero Peruano (*Sula variegata*) es un ave marina considerada amenazada en Chile. Nidifica en los acantilados de la Quirilluca, única área de reproducción continental en la zona central del país. Se estudió esta población para establecer la abundancia y la distribución espacial de la colonia, determinar el período de actividad reproductiva e identificar amenazas actuales para la especie en la zona. Se realizaron 12 visitas entre septiembre de 2013 y mayo de 2015. El mayor número de individuos adultos se registró entre diciembre y febrero, con un máximo de 4638 aves. La reproducción no es sincrónica y abarca un período amplio desde septiembre a abril. Las amenazas principales están concentradas en huevos y pichones, y se distinguen amenazas naturales (predadores aéreos y terrestres, pichones que caen del acantilado) y de origen humano (visitantes, recolección de huevos para consumo, parapentistas que sobrevuelan la colonia).

PALABRAS CLAVE: *abundancia, acantilados, Chile, Piquero Peruano, reproducción, Sula variegata*.

ABSTRACT. NATURAL HISTORY OF THE PERUVIAN BOOBY (*SULA VARIEGATA*) IN THE QUIRILLUCA CLIFFS, VALPARAÍSO, CHILE.— The Peruvian Booby (*Sula variegata*) is a seabird considered threatened in Chile. This species nest in the Quirilluca cliffs, which is the only continental breeding area in central Chile. We studied this population in order to establish abundance and spatial distribution of the colony, to determine the breeding period and to identify current threats in the area. Twelve censuses were carried out between September 2013 and May 2015. The largest number of adults was recorded between December and February, with a maximum of 4638 birds. Breeding is not synchronic and cover a long period, from September until April. Main threats are focused in eggs and nestlings, and both natural (aerial and terrestrial predators, nestlings that fall off the cliffs) and human related causes (visitors, gathering of eggs for local consumption, paragliders soaring the colony) can be distinguished.

KEY WORDS: *abundance, breeding, Chile, cliffs, Peruvian Booby, Sula variegata*.

Recibido 12 octubre 2015, aceptado 30 mayo 2016

El Piquero Peruano (*Sula variegata*) es un ave marina que captura sus presas lanzándose al agua desde considerable altura, alimentándose de calamares y peces, especialmente anchovetas (*Engraulis ringens*) y sardinas (*Sardinops sagax*) (del Hoyo et al. 1992). Nidifica en el suelo en islas y acantilados, formando colonias. La incubación dura cerca de 42 días y los pichones son cuidados por ambos padres por un período de hasta 105 días (Goodall et al. 1951, Prado 2008). Los volantones se mantienen cerca del nido por unos 60 días más.

Su actividad reproductiva se inicia a los 2–3 años de vida (Nelson 1978).

El Piquero Peruano está asociado a la corriente de Humboldt y en Chile está presente desde Arica hasta Chiloé, siendo más frecuente en las costas del norte y centro del país. Es un ave costera que rara vez se observa mar adentro (Goodall et al. 1951). Su área de reproducción abarca desde la isla Lobos de Tierra (Piura, Perú) hasta la costa central de Chile (33 °S) (Nelson 1978, del Hoyo et al. 1992). Sus principales colonias de reproducción se ubi-

can en islas, lejos de predadores terrestres (Duffy 1983, del Hoyo et al. 1992). Sin embargo, en la zona central de Chile se reproducen en un área continental, los acantilados de la Quirilluca, en Puchuncaví, región de Valparaíso (Philippi 1937, Housse 1945). La colonia de los acantilados de la Quirilluca fue mencionada por Philippi (1937) indicando que el piquero es allí "muy común, nidifica en gran cantidad en las barrancas de Horcón, cerca de Maitencillo". Goodall et al. (1951) agregan que "los Piqueros anidan en nuestras costas, no en el sector norte como sería de esperar sino que en Chile Central". Hacia el norte de Chile las colonias están en islas; las continentales más cercanas son las de Mejillones (región de Antofagasta), ubicadas en acantilados de desierto.

A nivel internacional no se considera una especie globalmente amenazada (IUCN 2015), aunque se reconoce que sus poblaciones experimentan marcadas disminuciones por efectos del fenómeno El Niño (del Hoyo et al. 1992). En Chile, la especie se encuentra en la categoría de conservación Inadecuadamente Conocida según la Ley de Caza y está protegida por la misma ley como ave guanera (SAG 2015). Las mayores amenazas para estas aves están concentradas en las etapas iniciales del ciclo de vida (i.e., huevos y pichones); una vez alcanzado el estado de volantón la mortalidad parece ser baja. Entre las amenazas se pueden distinguir las naturales y las relacionadas con la acción del hombre. Las naturales incluyen la predación y la disminución de sus presas por el fenómeno El Niño (Goodall et al. 1951, del Hoyo et al. 1992).

Considerando que es una especie protegida en Chile y que los acantilados de la Quirilluca son uno de los pocos sitios de reproducción continental, cercano a grandes urbes, parece pertinente realizar un estudio de la abundancia y nidificación del Piquero Peruano en esta área. El objetivo de esta investigación fue establecer la abundancia y la distribución espacial de la colonia, determinando el período de actividad reproductiva e identificando amenazas actuales para la especie en la zona.

MÉTODOS

Los acantilados de la Quirilluca están ubicados en la costa de la comuna de Puchuncaví, región de Valparaíso, Chile. La zona está con-

formada por sustratos sedimentarios sometidos a erosión y con diversas geoformas, como acantilados, quebradas y playas. La estrategia regional para la conservación de la diversidad biológica de la región de Valparaíso (CONAMA-PNUD 2005) valoró, como parte de la ecorregión marina y costera, los "acantilados al norte de la quebrada Quirilluca a Horcones" como un sitio de relevancia para fauna y flora costera, destacando la nidificación del Piquero Peruano.

Se realizaron 12 visitas al sitio entre septiembre de 2013 y mayo de 2015. Se realizaron recorridos sistemáticos por toda el área, estableciendo 21 estaciones de conteo en función de la visibilidad de las diferentes subcolonias. Durante el periodo reproductivo 2013-2014 solo se pudo acceder a las subcolonias 1 a 13 (un 62% del total de subcolonias); en 2014-2015 se tuvo acceso a las 21 subcolonias. Para el conteo de los individuos se utilizó la técnica para aves marinas que nidifican en acantilados de Bibby et al. (2000). Los observadores se ubicaron frente al paredón de cada sección de la colonia a censar y realizaron un doble conteo (i.e., dos observadores realizaron el censo en forma simultánea e independiente), aceptándose el valor promedio registrado siempre que la variación entre ambos fuera menor a un 5% de diferencia. En el conteo se consideró a todos los individuos adultos presentes en los acantilados. Conjuntamente se obtuvieron datos del número de pichones por nido y el estadio reproductivo, además de registrar los despliegues conductuales descritos por Nelson (1978) y Prado (2008) y las acciones de origen natural o humano que podían estar afectando a las aves.

Cuando la presencia de los individuos en la colonia varía ostensiblemente a lo largo del día es difícil determinar el número total de aves a través de conteos directos, debiendo utilizarse algún factor de corrección. Para estimar el número total de individuos se utilizó el factor de corrección k (Bibby et al. 2000), específico para cada mes y horario de conteo. Los valores de este factor se obtuvieron en conteos simultáneos e independientes realizados en las subcolonias 8 y 14 en octubre, diciembre y febrero. En cada punto se realizaron conteos cada tres horas desde el amanecer hasta el atardecer. El valor de k se calculó como una proporción de disminución entre el número máximo de individuos contados (que corres-

pondería al 100% de individuos presentes durante la noche, el amanecer y el atardecer) respecto al número registrado durante las horas del día, cuando los piqueros realizan sus viajes de pesca y disminuye su presencia en los acantilados (Tabla 1). El número total de individuos (N_t) se estimó como $N_t = N_n / k$, donde N_n es el número de individuos contados en forma directa.

RESULTADOS

En el área de nidificación del Piquero Peruano en los acantilados de la Quirilluca se pueden reconocer 21 subcolonias, cuya distribución se observa en la figura 1. En octubre, diciembre y febrero se detectaron variaciones diarias en el número de individuos en las subcolonias 8 y 14 (Fig. 2). El total de los individuos se encontraba presente al amanecer y al atardecer. Entre las 10:00 y las 19:00 h la presencia de piqueros en los acantilados disminuía, ya que mientras un integrante de la pareja se quedaba cuidando el nido el otro iba al mar a alimentarse. La mayor disminución ocurrió entre las 13:00–16:00 h, observándose un promedio del 60% del número total de aves.

Tabla 1. Proporción de disminución (factor de corrección k) entre el número máximo de individuos de Piquero Peruano (*Sula variegata*) de la colonia y el número registrado a distintos horarios del día en octubre, diciembre y febrero en los acantilados de la Quirilluca, Valparaíso, Chile.

Rango horario	Octubre	Diciembre	Febrero
Amanecer–10:00	1.00	0.69	0.80
10:00–13:00	0.71	0.67	0.61
13:00–16:00	0.60	0.65	0.57
16:00–19:00	0.44	0.79	0.60
19:00–20:00	0.60	0.86	0.84
20:00–Anochecer	0.72	1.00	1.00

El mayor número de individuos se registró entre diciembre y febrero, con valores totales de 4511 y 4638 aves, respectivamente (Fig. 3). Estos números coinciden con las épocas de máxima actividad reproductiva (Prado 2008). Los muestreos fueron repetidos dos años seguidos en las subcolonias 1 a 13; el valor máximo de individuos se registró en febrero de 2014 (3019 individuos) y la abundancia no varió apreciablemente entre temporadas (Fig. 4).

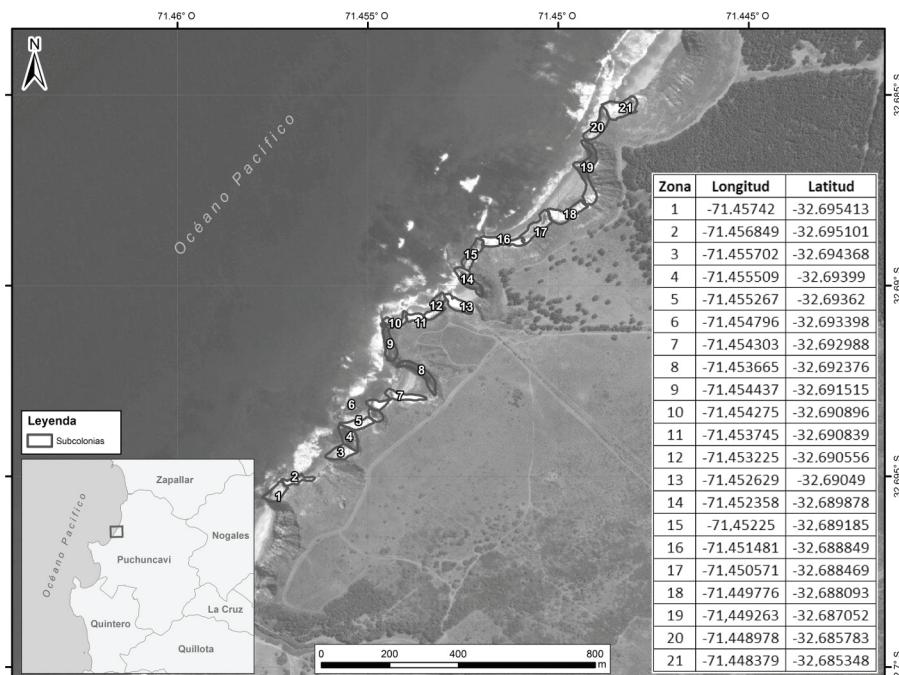


Figura 1. Ubicación de las 21 subcolonias de la colonia de Piquero Peruano (*Sula variegata*) de los acantilados de la Quirilluca, Valparaíso, Chile.

El 13 de septiembre de 2013 se registraron 33 adultos y el 26 septiembre de 2014 64 adultos, pero no se distinguían parejas. En ambas temporadas el mes de llegada de los piqueros a los acantilados para comenzar la actividad reproductiva coincidió con lo reportado por Prado (2008). En octubre se observaron parejas establecidas y despliegues asociados a la reproducción (saludo, acicalamiento mutuo, "pico arriba cara lejos", pelea, picotazos, amenaza y "estirada de cuello al cielo"; Nelson 1978). En esta etapa comenzaron a registrarse cópulas. El 5 de diciembre de 2013 y el 22 de diciembre de 2014 la mayoría de los nidos tenían huevos. En ese periodo al menos un individuo de la pareja se mantenía en el nido durante el día. La incubación era realizada por los dos miembros de la pareja, ejecutando relevos; al atardecer llegaba el individuo que no estaba incubando y la pareja pasaba la noche en el nido. En esta etapa se registraron despliegues conductuales tales como saludo, acicalamiento mutuo, peleas (en menor proporción) y también cópulas (aunque ya tenían huevos). El 25 de febrero de 2014 y el 20 de febrero de 2015 se observó que la mayoría de los nidos tenían pichones cubiertos de plumón blanco y que los adultos se concentraban en el cuidado parental, alimentándolos y defendiéndolos de predadores. Cada pareja tuvo 1–3 pichones con un promedio de 2.3 pichones por nido en 2014 y 2.2 pichones por nido en 2015. En abril todavía había pichones pero en menor cantidad. Durante ese mes se observó actividad de volantones y algunos

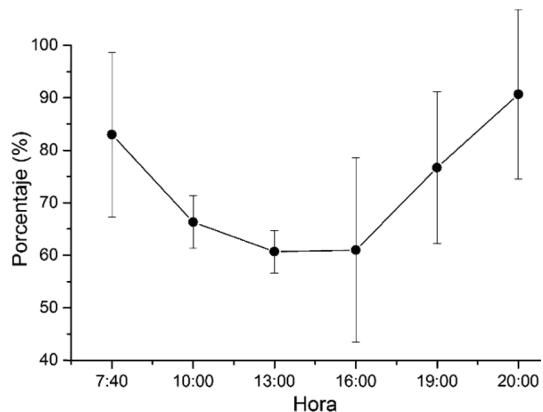


Figura 2. Variación del porcentaje de individuos presentes a lo largo del día en las subcolonias 8 y 14 de la colonia de Piquero Peruano (*Sula variegata*) de los acantilados de la Quirilluca, Valparaíso, Chile. Se muestra el promedio (\pm DE) de los valores registrados en octubre, diciembre y febrero.

realizaban sus primeros vuelos cerca del nido, incluyendo incursiones de pesca (vuelo hacia el mar). El 28 de mayo de 2014 y el 14 de mayo de 2015 todavía quedaban algunos pocos pichones con plumón. Durante mayo continuaba la actividad de los volantones, en su mayoría distanciados de sus padres, realizando vuelos e incursiones de pesca; sin embargo, aún eran alimentados por los padres.

Entre las amenazas naturales para la colonia se observó la presencia de varios predadores nativos, tanto aves (*Falco femoralis*, *Parabuteo*

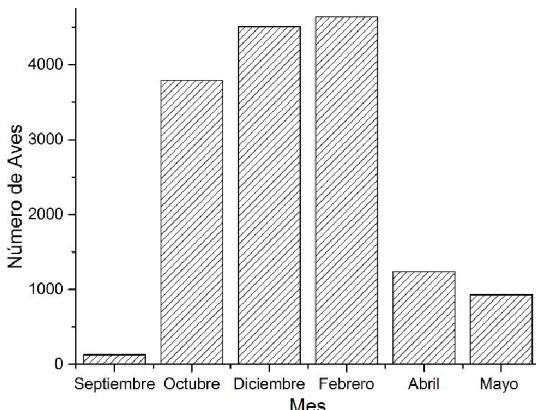


Figura 3. Variación del número de individuos de Piquero Peruano (*Sula variegata*) presentes entre septiembre y mayo en la colonia de los acantilados de la Quirilluca, Valparaíso, Chile.

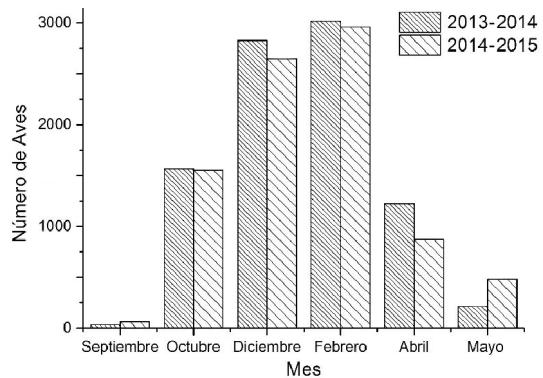


Figura 4. Variación del número de individuos de Piquero Peruano (*Sula variegata*) presentes entre septiembre y mayo del periodo reproductivo 2013-2014 y 2014-2015 en las subcolonias 1-13 de la colonia de los acantilados de la Quirilluca, Valparaíso, Chile.

unicinctus, *Geranoaetus polyosoma* y *Larus dominicanus*) como mamíferos (*Lycalopex griseus*, *Lycalopex culpaeus* y *Galictis cuja*). *Larus dominicanus* es abundante, nidifica en los mismos acantilados y se observó predando huevos y pichones cuando éstos quedaban expuestos sin los padres. Se observó a pichones caer del acantilado; en febrero de 2015 cayeron cinco, de los cuales uno resultó muerto y cuatro deambularon por la playa sin volver al acantilado. En abril y mayo hubo mortalidad de juveniles debido a extravíos durante su aprendizaje de vuelo. Los individuos realizaban incursiones de hasta 90 m hacia el continente con vuelos semicirculares, retornando luego al acantilado (en 2013-2014 se observó el vuelo de 12 juveniles por día de un total de 926 juveniles, y en 2014-2015 se observaron 21 juveniles por día de un total de 1717). Las aves que descendían cerca del borde del acantilado tenían más posibilidades de volver a la cornisa y alzar el vuelo que las que aterrizaban a mayor distancia, que quedaban atrapadas entre la vegetación y eran blanco de los predadores. Durante abril se registraron osamentas de piqueros en la plataforma (cuatro individuos en el periodo 2013-2014 y cinco en 2014-2015).

Entre las amenazas de origen humano se registró en las cercanías de la colonia la presencia de gatos domésticos (observados en 4 visitas) y jaurías de perros semi-asilvestrados (en las 12 visitas). En una sola ocasión se observó a los perros acercarse a los nidos; los adultos abandonaron el nido dejando a los pichones expuestos pero los perros no trataron de cazarlos. La zona es utilizada por visitantes que acceden a las playas con fines recreativos (e.g., pesca, extracción de mariscos, fotografía) y recorren la parte alta del acantilado, cerca de las áreas de reproducción. Algunos llevan perros que ahuyentan a las aves que nidifican en los sectores más accesibles. Además, en dos visitas se detectó la presencia de lugareños que buscaban huevos (principalmente de *Larus dominicanus*, que están más expuestos, pero también de piqueros) para consumo. En el balneario cercano de Maitencillo se realizan actividades de vuelo en parapente utilizando los farallones costeros como áreas de despegue; en ocasiones algunos parapentistas sobrevuelan las colonias a baja altura, lo que ocasiona que los piqueros abandonen los nidos.

DISCUSIÓN

El patrón diario de presencia en los acantilados se mantiene a través de la temporada y es coincidente con un ave que se alimenta de día y no tiene actividad nocturna en el mar (Nelson 1978, del Hoyo et al. 1992). Durante la época reproductiva, ambos padres realizan cuidado parental, alternándose durante el día, aunque el macho es el que pasaría más tiempo incubando (Vogt 1942). Al principio de la temporada el relevo tendría como objetivo la defensa territorial del sitio de nidificación, y luego el cuidado de huevos y pichones. Hacia el final, cuando los pichones están grandes y no pueden ser atacados por predadores, ambos salen al mar a buscar alimento. En Perú realizan 1-3 viajes al mar durante el día, entre el amanecer y poco antes del anochecer, con un máximo a las 9:00-10:00 h y a las 15:00-16:00 h, sin actividad durante la noche (Zavalaga et al. 2009, 2010). En los acantilados de la Quirilluca tienen un patrón unimodal con una disminución entre las 13:00-16:00 h. El relevo no es inmediato y las aves pueden esperar durante el cambio, por lo que se puede observar a los dos padres en el nido durante parte del día (Vogt 1942).

En el siglo XX la población de piqueros fluctuó entre menos de un millón y más de cuatro millones de aves adultas, siendo en 1972 de cerca de 2.2 millones. Durante la década de 1970 la disminución de la anchoveta previno la recuperación de las poblaciones de aves marinas (Nelson 1978). La población global en 1985-1986, recuperada después de un fenómeno El Niño, alcanzaba a 1 160 000 individuos (del Hoyo et al. 1992); la colonia de los acantilados de la Quirilluca representaría un 0.4 de ese total. Simeone et al. (2003) analizaron las abundancias de aves marinas en islas de la región de Coquimbo y mostraron que el Piquero Peruano era la especie más abundante, con una población reproductiva de 36 000 individuos concentrada principalmente en dos islas; las aves de Chile central representan también una baja proporción del total del país.

De acuerdo a Goodall et al. (1951) y Johnson (1965) la reproducción del Piquero Peruano en Chile sería bastante más estacional que en Perú y se desarrollaría solo en verano (ocurre en primavera y verano en Perú). Sin embargo, las observaciones indican que en Chile central la reproducción no es sincrónica y abarca un período amplio (desde septiembre a abril

en los dos años estudiados), coincidiendo con lo reportado por Prado (2008). Según Philippi (1937) los piqueros de esta colonia abandonan los acantilados y migran hacia el norte a partir de abril. Durante este estudio no se detectaron más de siete individuos en los acantilados durante el invierno (julio 2013). La llegada de las aves se produce gradualmente durante septiembre, en octubre hay formación de parejas y comienzan las cópulas, en diciembre prácticamente todos los huevos están puestos y en febrero los pichones han nacido y son alimentados por los padres. En abril la mayoría de los pichones están crecidos y comienzan a volar.

La mayor parte de los piqueros nidifican en islas sin predadores y esta población utiliza acantilados que dificultan el ataque de predadores terrestres, pero está sujeta al ataque de predadores aéreos como *Larus dominicanus* y a la caída de pichones desde los acantilados. En Perú el predador más importante de huevos y pichones sería *Stercorarius chilensis* (Vogt 1942), especie que no se encuentra en el área de estudio, y también se menciona a *Cathartes aura* y *Coragyps atratus*, especies que en los acantilados son principalmente carroñeras, además de *Larus dominicanus* y ratas (*Rattus spp.*), ambas abundantes en Chile central. La presencia humana, incluyendo la acción de perros y gatos, ha demostrado ser una amenaza para las aves marinas en sus áreas de nidificación (Simeone y Schlatter 1998, Schlatter y Simeone 1999, Simeone y Bernal 2000). En los acantilados de la Quirilluca las personas interactúan con las aves de manera indirecta (e.g., en el caso de los parapentes) y directa (e.g., recolección de huevos por lugarezos). Se ha reportado que en la isla Lobos de Tierra hay gatos cimarrones que han coexistido más de un siglo con las aves marinas, incluyendo el Piquero Peruano, sin que se haya observado una disminución de las poblaciones de estas aves. Sin embargo, Vogt (1942) observó gatos atacando juveniles de piqueros en otras islas. La permanencia de esta colonia reproductiva en el tiempo dependerá de la aplicación de medidas de manejo que permitan controlar las amenazas descriptas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BIBBY CJ, BURGESS ND, HILL DA Y MUSTOE S (2000) *Bird census techniques*. Segunda edición. Academic Press, Londres
- CONAMA-PNUD (2005) *Estrategia regional para la conservación de la diversidad biológica, región de Valparaíso*. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Valparaíso
- DUFFY D (1983) Competition for nesting space among Peruvian guano birds. *Auk* 100:680–688
- GOODALL JD, JOHNSON AW Y PHILIPPI RA (1951) *Las aves de Chile. Tomo 2*. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires
- 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 (1992) *Handbook of the birds of the world. Volume 1. Ostrich to ducks*. Lynx Edicions, Barcelona
- IUCN (2015) *The IUCN Red List of threatened species*. IUCN, Gland (URL: <http://www.iucnredlist.org/>)
- JOHNSON AW (1965) *The birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Peru. Volume 1*. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires
- NELSON JB (1978) *The Sulidae. Gannets and boobies*. Oxford University Press, Oxford
- PHILIPPI RA (1937) Aves de la región de Zapallar. *Revista Chilena de Historia Natural* 41:28–38
- PRADO C (2008) Comportamiento reproductivo de *Sula variegata*, en acantilados de Quirilluca, Horcón, Valparaíso. *Boletín Chileno de Ornitológia* 14:104–111
- SAG (2015) *La Ley de Caza y su Reglamento*. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Servicio Agrícola y Ganadero, Santiago
- SCHLATTER R Y SIMEONE A (1999) Estado del conocimiento y conservación de las aves en mares chilenos. *Estudios Oceanológicos* 18:25–33
- SIMEONE A Y BERNAL M (2000) Effects of habitat modification on breeding seabirds: a case study in central Chile. *Waterbirds* 23:449–456
- SIMEONE A, LUNA-JORQUERA G, BERNAL M, GARTHE S, SEPÚLVEDA F, VILLABLANCA R, ELLENBERG U, CONTRERAS M, MUÑOZ J Y PONCE T (2003) Breeding distribution and abundance of seabirds on islands off northcentral Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 76:323–333
- SIMEONE A Y SCHLATTER R (1998) Threats to a mixed-species colony of *Spheniscus* penguins in southern Chile. *Colonial Waterbirds* 21:418–421
- VOGT W (1942) Informe sobre las aves guaneras. *Boletín de la Compañía Administradora del Guano* 18:1–132
- ZAVALAGA CB, HALLS JN, MORI GP, TAYLOR SA Y DELL'OMO G (2010) At-sea movement patterns and diving behavior of Peruvian boobies *Sula variegata* in northern Perú. *Marine Ecology Progress Series* 404:259–274
- ZAVALAGA CB, TAYLOR SA, DELL'OMO G, ANDERSON DJ Y FRIESEN VL (2009) Male/Female classification of the Peruvian Booby. *Wilson Journal of Ornithology* 121:739–744

ROADSIDE RAPTOR SURVEYS IN VALDES PENINSULA (PATAGONIA, ARGENTINA)

FABIO PRUSCINI^{1,6}, FEDERICO MORELLI², PAOLO Perna³, ROBERTO MAZZEO¹,
PAOLO CAVITOLO¹, MARCELO BERTELLOTTI⁴, ANDREA CATORCI⁵ AND RICCARDO SANTOLINI¹

¹ University of Urbino, Scientific Campus "Enrico Mattei". 61029 Urbino, Italy.

² Faculty of Biological Sciences, University of Zielona Góra, Institute of Biotechnology and Environment Protection. Prof. Szafran St. 1, 65-516 Zielona Góra, Poland.

³ Terre.it, University of Camerino. Camerino, Italy.

⁴ Centro Nacional Patagónico, CONICET. Boulevard Brown 2915, U9120ACF Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

⁵ School of Environmental Sciences, University of Camerino. Via Pontoni 5, 62032 Camerino, Italy.

⁶ fabio.pruscini@uniurb.it

ABSTRACT.— The Valdes Peninsula is a high-value natural area located on the Atlantic coast of the Argentine Patagonia. This research sought to survey raptor species of the peninsula, which has been little investigated. Roadside raptor surveys were carried out along a 451-km roadside transect in November 2012 and in April 2013. Ninety-five diurnal raptors were observed (43 in 2012 and 52 in 2013) comprising a total of 9 species. The most detected species were *Cathartes aura* and *Milvago chimango*. The abundances recorded in our study were lower than those obtained in other similar studies in continental Patagonia.

KEY WORDS: Patagonia, raptors, roadside surveys, species richness, steppe, Valdes Peninsula.

RESUMEN. CONTEOS DE AVES RAPACES EN RUTA EN PENÍNSULA VALDÉS (PATAGONIA, ARGENTINA).— La Península Valdés es un área de alto valor natural localizada en la costa atlántica de la Patagonia argentina. El objetivo de este estudio fue realizar un muestreo de las aves rapaces de la península, pues han sido hasta ahora poco investigadas. Se realizaron conteos de aves rapaces en ruta a lo largo de una transecta de 451 km en noviembre de 2012 y abril de 2013. Fueron registradas 95 rapaces diurnas (43 en 2012 y 52 en 2013) pertenecientes a 9 especies. Las especies más detectadas fueron *Cathartes aura* y *Milvago Chimango*. Las abundancias registradas fueron menores que las observadas en otros estudios similares realizados en áreas continentales de Patagonia.

PALABRAS CLAVE: conteos en ruta, estepa, Patagonia, Península Valdés, rapaces, riqueza de especies.

Received 10 October 2014, corrected version received 6 October 2015, accepted 4 July 2016

Roadside surveys can be useful to examine relative abundance, density, habitat use, and perch preference of birds (Diesel 1984, Fuller and Mosher 1987) and have been widely employed to describe species richness and relative abundance of raptors in poorly known areas (see review in Ellis et al. 1990). Surveys also permit monitoring changes in raptor populations over time (Mathisen and Mathisen 1968, Wotzkow and Wiley 1988). However, these comparisons require similar routes of travel and observation methods in each survey.

The avifauna of Valdes Peninsula (Patagonia, Argentina) is relatively well known, especially with regard to seabirds and shorebirds (Bertellotti et al. 1995, D'Amico et al. 2004, Hernández et al. 2004, Morrison et al. 2004, Hernández and Bala 2007, Cooke and Mills

2008) and passerines (Pruscini et al. 2014). Little information is available on diurnal raptors and their relative abundances, even though the site is an Important Bird Area (IBA AR237; Yorio et al. 2005, Coconier and Di Giacomo 2009).

Raptors are considered as top predators (Sergio et al. 2005); the occurrence, density and productivity of many top predators depend on whole ecosystem productivity, which affects food availability in a bottom-up manner (Newton et al. 1979, Carroll et al. 2001, Sergio et al. 2004) and often has a major influence on biodiversity value (Rosenzweig 1995, Gaston 1996). When raptors are not surviving in a habitat, it is a strong indication that something negatively affect the environment upon which they depend. Indeed they are

considered a keystone species because, despite their relatively small numerical abundance, they exert a great influence in stabilizing the entire ecological community and they can be considered ecological indicators of the quality of the terrestrial ecosystem.

We report the results obtained in roadside raptor surveys carried out in the Valdes Peninsula. There are many of these surveys reported for northern Patagonia (e.g., Olrog 1979, Ellis et al. 1990, Donázar et al. 1993, Travaini et al. 1995), but these studies were conducted in extensive areas. Our research focuses on Valdes Peninsula, aiming at the identification of raptors species and their abundances in order to increase the knowledge about the avifauna of this site and investigate differences between our results and those of other studies conducted in continental Patagonia.

METHODS

The study was carried out in the Valdes Peninsula (Fig. 1), including also the Ameghino isthmus. The Valdes Peninsula is located in the Atlantic coast, in north-eastern Chubut Province, Argentina. It is about 3600 km² and it is an important nature reserve which was included on the list of World Heritage Sites by UNESCO. The landscape is composed of typical steppe environment, consisting of wide areas of arid flat lands interspersed with salt lakes, the largest ones named Salina Grande and Salina Chica, the latter being 40 m below sea level, the lowest point in South America.

Two surveys were conducted along a 451-km roadside transect (Fig. 1) during 9–21 November 2012 and 1–11 April 2013. These two periods of time were chosen in order to provide the greatest probability of surveying all species present at the beginning and at the end of the breeding season (Hardey et al. 2006). As suggested by Donázar et al. (1993) and Travaini et al. (1995), roadside surveys were conducted by three experienced observers: the driver, another person sitting in the front passenger seat, and a third observer in the back. An additional fourth person recorded all observations. Average driving speed was 50 km/h. Raptors were only recorded while in transit, although occasional stops were made to identify individuals using binoculars or a spotting scope up to approx. 500 m from the road.

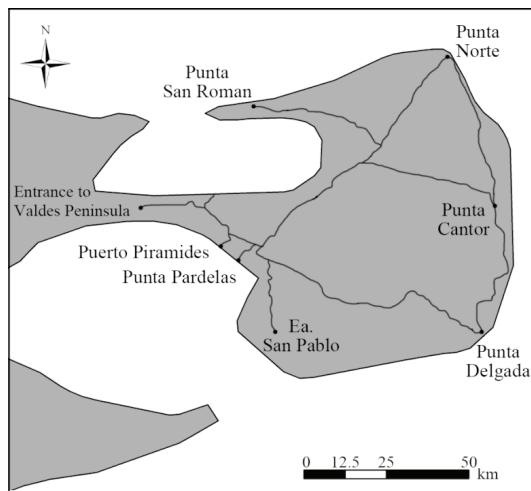


Figure 1. Map of the Valdes Peninsula, north-eastern Chubut Province, Argentina, showing the location of the roads (black lines) travelled for the roadside raptor surveys.

RESULTS

We observed 43 diurnal raptors during the November 2012 survey and 52 during the April 2013 survey, comprising a total of nine species (Table 1). We found six species in both surveys; *Circus buffoni* and *Caracara plancus* was recorded only in 2013, and *Falco femoralis* only in 2012. *Milvago chimango* was the most detected species in 2012, whereas *Cathartes aura* was the most detected one in 2013.

Observed raptors were evenly distributed along the transect in the study area, with the exception of the species of the genus *Circus*, observed mainly on the Ameghino isthmus (two *Circus buffoni* in 2013, two *Circus cinereus* in 2012 and in 2013), and *Cathartes aura* (18 of the 28 individuals surveyed were seen simultaneously at Punta Norte, feeding on carcasses of a juvenile *Spheniscus magellanicus* on a beach the day after a storm surge).

DISCUSSION

The location of this study provided many benefits for roadside raptor surveys. First, the extremely flat landscape with low shrubby vegetation that characterizes the Patagonian steppe allows good visibility. Second, raptors have never been directly persecuted in this area as in other parts of the world, so they

Table 1. Number of individuals (individuals/km in parenthesis) recorded in roadside raptor surveys carried out in Valdes Peninsula, north-eastern Chubut Province, Argentina, during November 2012 and April 2013.

	November 2012	April 2013
Cathartidae		
<i>Cathartes aura</i>	9 (0.020)	28 (0.062)
Accipitridae		
<i>Circus buffoni</i>	-	2 (0.004)
<i>Circus cinereus</i>	5 (0.011)	3 (0.007)
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	4 (0.009)	3 (0.007)
Falconidae		
<i>Caracara plancus</i>	-	2 (0.004)
<i>Milvago chimango</i>	16 (0.035)	9 (0.020)
<i>Falco sparverius</i>	4 (0.009)	3 (0.007)
<i>Falco femoralis</i>	2 (0.004)	-
<i>Falco peregrinus</i>	3 (0.007)	2 (0.004)

appear to be more trusting towards human presence; therefore, they are more noticeable and it is less likely that birds flush at the arrival of the observer, obstructing their identification. These factors made counts relatively simple and the results more reliable.

Our results regarding the abundance of raptor species were qualitatively similar to those of Travaini et al. (1995) when considering their study performed in the north of Patagonia in shrub steppe areas (i.e., an environment similar to Valdes Peninsula). However, there were a few exceptions, such as the record of *Geranoaetus albicaudatus* and *Geranoaetus melanoleucus*, which we did not detect in our study area. Though, in 2012, we did spot a presumed recently occupied nest of *Geranoaetus melanoleucus*. Travaini et al. (1995) did not record *Falco peregrinus*, which we observed in 2012 and 2013. This could be explained due to the lack of suitable nest sites for this species (e.g., cliffs) in the area monitored by Travaini et al. (1995). The steppe of the Valdes Peninsula reaches the coast, where there are numerous headlands and crags which may provide optimal nest sites for this species.

Concerning abundance, the number of individuals of the raptor species surveyed in our study was higher in 2012 than 2013 for all species except for *Cathartes aura* (the high number is due to a particular circumstance; i.e., the

presence of penguin carcasses at Punta Norte during the survey), *Circus buffoni*, and *Caracara plancus*. This may be due to the fact that in 2012 the census was carried out in spring, the season in which the abundance of prey can affect the concentration of raptors. Furthermore, raptors can be identify more easily in spring than in other seasons because of their reproductive behaviour (Hardey et al. 2006).

Throughout the 451-km transect surveyed, we recorded one raptor every 10.5 km in 2012 and one raptor every 8.7 km in 2013. These results are almost 20 times lower than those obtained by Travaini et al. (1995) in northern Patagonia (one individual every 0.47 km). Donázar et al. (1993) carried out a similar study in continental Patagonian steppe and also showed a much lower frequency of raptors (one individual every 2.57 km) than in Travaini et al. (1995). However, those results are still higher than the frequency observed in our study area. The conditions that may have influenced this result are manifold, in the first place some differences between the types of road travelled. Roadside habitats are known to contain a high abundance of small mammals, especially in wide verges (Adams and Geis 1983, Meunier et al. 1999), but the higher traffic in continental areas can increase the number of dead animals. Some raptors are opportunistic feeders, and therefore benefits from road casualties (Meunier et al. 2000). Conversely, there have been few evaluations of the significance of road mortality on raptor populations, except for *Tyto alba*, for which the detrimental effect of roads on local populations is commonly suggested (Moore and Mangel 1996). Furthermore, this roads are almost always accompanied by service lines (e.g., electricity or telephone poles) that provide nesting and perching sites and can allow access to food, especially in vegetated portions of rights-of-way (Williams and Colson 1989, Morelli et al. 2014). The conditions of Valdes Peninsula are very different: there is few traffic along the roads (all unpaved except the one that crosses the Ameghino isthmus up to Puerto Piramides) and there are not service lines, except for some isolated structures close to the few small built-up areas. For these reasons, roads in continental areas appears more attractive than those in the Valdes Peninsula.

Lower abundance of individuals may be also due to the unproductive environment of the

Patagonian steppe, which results in a relatively low number of individuals and of species richness (Vuilleumier 1993, Pruscini et al. 2014). Particularly in the Valdes Peninsula, sheep grazing has severely restricted plant growth (Catorci et al. 2012) affecting the natural dynamics of the steppe, compromising the development of a food web capable to sustain a higher number of raptors. In fact, even although all the surveyed raptors are classified as Least Concern (BirdLife International 2015), the two species of the genus *Circus* are indicated by Ferguson-Lees and Christie (2001) as decreasing, precisely because of habitat degradation. This situation has been happening in the Valdes Peninsula since the end of the XIX century (Franklin 1982), when domestic livestock ranching practices were imported, mostly by European settlers, who introduced the domestic sheep (Adler et al. 2005, Chartier and Rostagno 2006, Bisigato et al. 2008). *Falco femoralis* is also among the species reported decreasing by Ferguson-Lees and Christie (2001), while *Geranoaetus polyosoma*, *Caracara plancus*, and *Milvago chimango* are classified as increasing. The population of *Caracara plancus* is suspected to be increasing owing to creation of suitable habitat through deforestation and increased cattle-ranching and sheep-rearing (Ferguson-Lees and Christie 2001), whereas the population of *Milvago chimango* is suspected to be increasing as it thrives in close proximity to humans and is commonly seen feeding at rubbish dumps and around towns and villages, especially fishing villages (del Hoyo et al. 1994).

In the light of those considerations, the results of our study, which provide the first information on the abundance of raptor species in the Valdes Peninsula, are important not only because they contribute to the knowledge of the avifauna of the peninsula, but also because data provide a strong base for future monitoring of raptor species, with the aim of track these species and for conservation purposes.

ACKNOWLEDGEMENTS

The first part of the research was funded by CUIA (Italian Interuniversity Consortium for Argentina) within the project "Influence of human activities in areas of naturalistic importance also in relation to climate change". We wish to thank the warden of the San Pablo de Valdés Reserve, Esteban Bremer, for his logistic assistance, and Enric Loyd

and Sofia Vicedomini for their linguistic revision of the manuscript. Finally, we thank the editor and the anonymous reviewers for their important advice during the revision of the manuscript.

LITERATURE CITED

- ADAMS LW AND GEIS AD (1983) Effects of roads on small mammals. *Journal of Applied Ecology* 20:403–415
- ADLER PB, MILCHUNAS DG, SALA OE, BURKE IC AND LAUENROTH WK (2005) Plant traits and ecosystem grazing effects: comparison of US sagebrush steppe and Patagonian steppe. *Ecological Applications* 15:774–792
- BERTELLOTTI M, CARRIBERO A AND YORIO P (1995) Aves marinas y costeras coloniales de la Península Valdés: revisión histórica y estado actual de sus poblaciones. *Informes Técnicos del Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica - Fundación Patagonia Natural* 1:1–21
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2015) *Data zone*. BirdLife International, Cambridge (URL: <http://datazone.birdlife.org/home>)
- BISIGATO AJ, LAPHITZ RML AND CARRERA AL (2008) Nonlinear relationships between grazing pressure and conservation of soil resources in Patagonian Monte shrublands. *Journal of Arid Environments* 72:1464–1475
- CARROLL C, NOSS RF AND PAQUET PC (2001) Carnivores as focal species for conservation planning in the Rocky Mountain region. *Ecological Applications* 11:961–980
- CATORCI A, TARDELLA FM, CESARETTI S, BERTELLOTTI M AND SANTOLINI R (2012) The interplay among grazing history, plant-plant spatial interactions and species traits affects vegetation recovery processes in Patagonian steppe. *Community Ecology* 13:253–263
- CHARTIER MP AND ROSTAGNO CM (2006) Soil erosion thresholds and alternative states in north-eastern Patagonian rangelands. *Rangeland Ecology and Management* 59:616–624
- COONIER EG AND DI GIACOMO AS (2009) Argentina. Pp. 59–70 in: DEVENISH C, DÍAZ FERNÁNDEZ DF, CLAY RP, DAVIDSON I AND YÉPEZ ZABALA I (eds) *Important Bird Areas. Americas. Priority sites for biodiversity conservation*. BirdLife International, Quito
- COOKE F AND MILLS EL (2008) Summer distribution of pelagic birds off the coast of Argentina. *Ibis* 114:245–251
- D'AMICO VL, HERNÁNDEZ MA AND BALA LO (2004) Selección de presas en relación con las estrategias de forrajeo de aves migratorias en Península Valdés, Argentina. *Ornitología Neotropical* 15:357–364
- DIESEL DA (1984) Evaluation of the road survey technique in determining flight activity of Red-tailed Hawks. *Wilson Bulletin* 96:315–318
- DONÁZAR JA, CEBALLOS O, TRAVAINI A AND HIRALDO F (1993) Roadside raptor surveys in the Argentinian Patagonia. *Journal of Raptor Research* 27:106–110

- ELLIS NH, GLINSKI RL AND SMITH DG (1990) Raptor road surveys in South America. *Journal of Raptor Research* 24:98–106
- FERGUSON-LEES J AND CHRISTIE DA (2001) *Raptors of the world*. Christopher Helm, London
- FRANKLIN WL (1982) Biology, ecology and relationship to man of the South American camelids. Pp. 457–489 in: MARES MA AND GENOWAYS HH (eds) *Mammalian biology in South America*. University of Pittsburgh Press, Pittsburgh
- FULLER MR AND MOSHER LA (1987) Raptor surveys techniques. Pp. 37–65 in: PENDLETON BAG (ed) *Raptor management techniques manual*. National Wildlife Federation, Washington DC
- GASTON KJ (1996) *Biodiversity. A biology of numbers and difference*. Blackwell Science, Oxford
- HARDEY J, CRICK H, WERNHAM C, RILEY H, ETHERIDGE B AND THOMPSON D (2006) *Raptors. A field guide to survey and monitoring*. The Stationery Office, Edinburgh
- HERNÁNDEZ MA AND BALA LO (2007) Prey selection and foraging patterns of the White-rumped sandpiper (*Calidris fuscicollis*) at Peninsula Valdés, Patagonia, Argentina. *Ornitología Neotropical* 18:37–46
- HERNÁNDEZ MA, D'AMICO VL AND BALA LO (2004) Shorebirds surveys at Península Valdés, Patagonia, Argentina: report for the years 2001 and 2002. *Wader Study Group Bulletin* 105:60–62
- DEL HOYO J, ELLIOTT A AND SARGATAL J (1994) *Handbook of the birds of the world. Volume 2. New World vultures to guineafowl*. Lynx Edicions, Barcelona
- MATHISEN JE AND MATHISEN A (1968) Species and abundance of diurnal raptors in the Panhandle of Nebraska. *Wilson Bulletin* 80:479–486
- MEUNIER FD, CORBIN J, VERHEYDEN C AND JOUVENTIN P (1999) Effects of landscape type and extensive management on use of motorway roadsides by small mammals. *Canadian Journal of Zoology* 77:108–117
- MEUNIER FD, VERHEYDEN C AND JOUVENTIN P (2000) Use of roadsides by diurnal raptors in agricultural landscapes. *Biological Conservation* 92:291–298
- MOORE TG AND MANGEL M (1996) Traffic related mortality and the effects on local populations of barn owls *Tyto alba*. Pp. 111–126 in: EVINK GL, GARRETT P, ZEIGLER D AND BERRY J (eds) *Trends in addressing transportation related wildlife mortality*. Florida Department of Transportation, Tallahassee
- MORELLI F, BEIM M, JERZAK L, JONES D AND TRYJANOWSKI P (2014) Can roads, railways and related structures have positive effects on birds? A review. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 30:21–31
- MORRISON RIG, ROSS RK AND NILES LJ (2004) Declines in wintering populations of Red Knots in southern South America. *Condor* 106:60–70
- NEWTON I (1979) *Population ecology of raptors*. T & AD Poyser, Berkhamsted
- OLROG CC (1979) Alarmante escasez de rapaces en el sur argentino. *Hornero* 12:82–84
- PRUSCINI F, MORELLI F, SISTI D, PERNA P, CATORCI A, BERTELLOTTI M, ROCCHI MBL AND SANTOLINI R (2014) Breeding passerines communities in the Valdes Peninsula (Patagonia, Argentina). *Ornitología Neotropical* 25:13–23
- ROSENZWEIG ML (1995) *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press, Cambridge
- SERGIO F, MARCHESI L AND PEDRINI P (2004) Integrating individual habitat choices and regional distribution of a biodiversity indicator and top predator. *Journal of Biogeography* 31:619–628
- SERGIO F, NEWTON I AND MARCHESI L (2005) Top predators and biodiversity. *Nature* 436:192
- TRAVAINI A, RODRÍGUEZ A, CEBALLOS O, DONÁZAR JA AND HIRALDO F (1995) Roadside raptor surveys in central Argentina. *Hornero* 14:64–66
- VUILLEUMIER F (1993) Field study of allopatry, sympatry, parapatry, and reproductive isolation in steppe birds of Patagonia. *Ornitología Neotropical* 4:1–41
- WILLIAMS RD AND COLSON EW (1989) Raptor associations with linear rights-of-way. Pp. 173–192 in: PENDLETON BAG (ed) *Proceedings of the Western Raptor Management Symposium and Workshop*. National Wildlife Federation, Washington DC
- WOTZKOW C AND WILEY JW (1988) Turkey vulture surveys in Cuba. *Journal of Raptor Research* 22:3–7
- YORIO P, BERTELLOTTI M, SEGURA L AND BALA L (2005) Sistema Península Valdés. Pp. 107–109 in: DI GIACOMO AS (ed) *Áreas importantes para la conservación de las aves en la Argentina. Sítios prioritarios para la conservación de la biodiversidad*. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires



EVALUACIÓN DE BORDES DE CAMINOS COMO FUENTES DE RECURSOS PARA LAS AVES EN LA PAMPA DEPRIMIDA

MYRIAM E. MERMOZ^{1,4}, DANIELA M. DEPALMA¹, ALEJANDRA C. VALVERDE²,
JUAN M. GANCEDO² Y EMILIO M. CHARNELLI³

¹ 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.

² Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Piso 4, Pab. 2, Ciudad Universitaria, C1428EHA Buenos Aires, Argentina.

³ Museo de Ciencias Naturales Tuyú Mapu. 25 de Mayo 183, 7163 General Madariaga, Buenos Aires, Argentina.

⁴ mermoz@ege.fcen.uba.ar

RESUMEN.— El avance de la frontera agrícola en la Región Pampeana conduce a la fragmentación del hábitat utilizado por las aves. Los bordes no explotados les proveen alimento, refugio y corredores. En este trabajo se describen la avifauna y los recursos para las aves en bordes adyacentes a tres tipos de caminos (rurales y pavimentados de uno o dos carriles por mano) en General Madariaga, provincia de Buenos Aires. Se estimó la abundancia de aves y su relación con la oferta de artrópodos y la cobertura de la vegetación. Los bordes de los caminos rurales presentaron mayor abundancia y riqueza de especies de aves que los de los dos tipos de caminos pavimentados, y mayor diversidad que los bordes de los pavimentados de un carril. Las aves de mayor valor de conservación presentaron mayor abundancia en los bordes de los caminos rurales y pavimentados de dos carriles que en los de los caminos pavimentados de un carril. La oferta de artrópodos no difirió entre los tipos de caminos ni afectó al número de aves insectívoras. La cobertura de juncal y totoral y el poco suelo desnudo tuvieron un efecto positivo sobre la abundancia de las aves de mayor valor de conservación y negativo sobre las de poco valor de conservación. Los resultados sugieren que los caminos rurales serían más favorables para las aves. Entre los pavimentados, los de un carril serían los menos favorables, pero esto podría deberse a que los de dos carriles poseen más cobertura de juncal-totoral que favorecería a especies de alto valor de conservación. Son necesarios nuevos estudios que identifiquen qué otros factores influyen sobre la abundancia de las especies de mayor valor en caminos rurales y pavimentados de un carril, así como para confirmar la importancia de los juncales y totorales para esas especies.

PALABRAS CLAVE: *bordes de caminos, comunidad de aves, conservación, disponibilidad de artrópodos.*

ABSTRACT. EVALUATION OF ROAD BORDERS IN THE PAMPAS REGION AS A SOURCE OF RESOURCES FOR BIRDS.— Increasing land transformation from grassland to crops in the Pampas Region leads to habitat fragmentation for birds. Unused habitat margins provide food, shelter and corridors to birds. We described bird community and resources for birds in road borders adjacent to three road types (unpaved and paved of one or two lanes per hand) in General Madariaga, Buenos Aires Province. We estimated bird abundance, and its association with arthropod availability and vegetation cover. Borders of unpaved roads showed higher bird abundance and richness than those from both kind of paved roads, and higher diversity than borders of paved roads with one lane per hand. The abundance of bird species of high conservation value was higher in unpaved and two-lanes than in one-lane paved roads. Arthropod availability did not vary between roads and did not affect insectivorous birds' abundance. More cover of reedbed and bulrush and less cover of bare ground had a positive effect on the abundance of birds of higher conservation value and a negative effect on the abundance of birds of less concern. Our results suggest that unpaved roads are the most suitable for birds. Among paved roads, one-lane roads are the least suitable, but this may be due to the higher reedbed-bulrush cover of two-lanes which may favour the species of higher conservation value. Future studies are needed in order to detect which other factors influence the abundance of birds of higher conservation value in unpaved and one lane per hand roads and to confirm the importance of redbead and bulrush for these species.

KEY WORDS: *arthropod availability, avian community, conservation, road borders.*

Los pastizales neotropicales son uno de los biomas más modificados por el hombre, con solo el 0.7% de su extensión incluida en áreas protegidas (Henwood 1998). En la Región Pampeana la situación es aún más crítica, ya que tan solo el 0.3% pertenece a áreas protegidas (Krapovickas y Di Giacomo 1998). Una de las causas principales de su modificación es el avance de la frontera agrícola. En Argentina, más específicamente en la Región Pampeana, esta tendencia posee una velocidad sin precedentes. Actualmente, más del 75% de la región corresponde a campos cultivados (Viglizzo et al. 2001). La soja, el principal cultivo del país, ocupa 20 035 572 ha, de las cuales más del 85% pertenecen a la Región Pampeana (SIIA 2013). Al ser la mayor parte de la soja transgénica, la ausencia de malezas provoca un empobrecimiento de la estructura de la vegetación, afectando la abundancia y riqueza de aves (Leveau y Leveau 2004). La disminución de hábitat natural habría provocado en la Región Pampeana un descenso en la abundancia y la distribución de muchas especies de aves de pastizal con respecto a su rango histórico, afectando en varios casos su estado de conservación (Di Giacomo y Di Giacomo 2004, Filloy y Belloq 2007, Codesido et al. 2011, Azpiroz et al. 2012).

El incremento del área cultivada provoca la fragmentación del hábitat que, en las aves, está asociada al aislamiento del hábitat fuente y a la escasez de recursos tales como alimento, refugio frente a predadores y sitios de nidificación (Wiens 1995, Miller y Cale 2000). Los bordes de hábitat adyacentes a campos y caminos pueden complementar la oferta de dichos recursos y ser usados como corredores para desplazarse, ya que suelen presentar mayor diversidad de vegetación con respecto a los campos contiguos (Bentley y Caterall 1997, Hinsley y Bellamy 2000, Marshall y Moonen 2002). Además, la diversidad estructural de la vegetación está positivamente asociada a la abundancia y diversidad de artrópodos (Vickery et al. 2009), los cuales representan una importante fuente de alimento, especialmente en época reproductiva. La abundancia de algunos grupos de artrópodos que son componentes frecuentes de la dieta de las aves, como Coleoptera, Lepidoptera, Orthoptera, Arachnida, Diptera e Hymenoptera, depende de la presencia de bordes no perturbados con vegetación densa (Wilson et al. 1999).

En varias partes del mundo, como Europa, América del Norte y Australia, el manejo de los bordes para favorecer la biodiversidad es una práctica frecuente (Bentley y Caterall 1997, Hinsley y Bellamy 2000, Conover et al. 2007). En algunos países se promueve incluso la implementación de bordes lineales alrededor de los campos para restaurar la biodiversidad (Best 2000). La aplicación de estas medidas (y otras similares) ha incrementado la diversidad local y en el paisaje (Hinsley y Bellamy 2000). Sin embargo, en Argentina se ha avanzado poco en esta temática. Específicamente en la Región Pampeana, estudios recientes han demostrado que los bordes de hábitat presentan mayor abundancia y riqueza de aves que los cultivos adyacentes, debido a que en los bordes existe una mayor diversidad estructural de la vegetación (Goizman y Zaccagnini 2008, Di Giacomo y Lopez de Casenave 2010, Leveau y Leveau 2011; pero véase también Weyland et al. 2014).

La medida en la que los bordes favorecen la conservación de la avifauna depende de las prácticas de manejo de la vegetación que se lleven a cabo, tales como la frecuencia de corte y de quema, el cultivo y el uso de herbicidas y fertilizantes, que pueden modificar las comunidades de plantas y animales de las que dependen las aves (Kleijn y Snoeijing 1997, Smith et al. 2005, Vickery et al. 2009). Sin embargo, a la hora de manipular la vegetación en un sitio determinado a fin de preservar en la mayor medida posible la diversidad de los diferentes grupos tróficos, es necesario poseer conocimiento específico del área de estudio. Además, particularmente en los bordes adyacentes a caminos, el tráfico puede disminuir la calidad del ambiente para las aves. La contaminación sonora producida por el tráfico intenso de vehículos disminuiría la abundancia y el éxito reproductivo de algunas poblaciones (Reijnen y Foppen 1994, Reijnen et al. 1995).

El objetivo de este estudio fue establecer el valor de conservación para las aves de bordes de distintos tipos de caminos de la Pampa Deprimida. Para ello, se evaluó si los tipos de caminos diferían en la abundancia de especies de aves de distinto valor de conservación y en la oferta de recursos (medida como oferta de artrópodos) y en la estructura de la vegetación. Finalmente, se buscó establecer la relación entre la abundancia de especies de aves

de distinto valor de conservación y la oferta de dichos recursos.

MÉTODOS

Área de estudio

El estudio fue llevado a cabo en General Madariaga ($37^{\circ}00' S$, $57^{\circ}08' O$), provincia de Buenos Aires, una localidad que forma parte de la Pampa Deprimida y abarca 206 400 ha de las cuales 31 900 corresponden en la actualidad a terrenos cultivados, siendo la soja el cultivo predominante (SIIA 2013). En esta región la temperatura promedio es de $23^{\circ}C$ en enero y $13^{\circ}C$ en julio, y la precipitación promedio anual es de 1000 mm (Soriano et al. 1991). La Pampa Deprimida consiste en una depresión con numerosos y dispersos humedales con elevada presencia de *Scirpus californicus*, *Solanum glaucophyllum*, *Senecio* sp. y *Thypha* sp. En las partes más altas hay parches de bosque nativo, principalmente de *Celtis ehrenbergiana*.

Se estudiaron la avifauna y la oferta de recursos para las aves en bordes adyacentes a tres tipos de caminos: rurales, pavimentados de un carril por mano y pavimentados de dos carriles por mano, que presentan niveles de tráfico crecientes. Se consideró como borde al área comprendida entre el alambrado que delimita el campo y el límite del camino. Según el tipo de camino, el ancho de los bordes osciló entre 11.4–44.6 m. Se seleccionaron al azar 63 tramos de bordes de 200 m de longitud ($n = 21$, $n = 20$ y $n = 22$ para los tres tipos de camino, respectivamente), separados por una distancia mínima de 400 m (distancia promedio entre bordes contiguos: 930 m; distancia máxima: 2400 m), evitando áreas con bosques monoespecíficos de árboles exóticos (*Eucalyptus* sp., *Pinus* sp., *Acacia melanoxylon*). La selección de puntos al azar permitió representar la abundancia relativa de las distintas actividades económicas de los campos adyacentes a cada tipo de camino. Treinta y siete bordes estaban ubicados adyacentes a pastizales con ganadería extensiva ($n = 15$, $n = 12$ y $n = 10$, respectivamente), 16 adyacentes a humedales ($n = 3$, $n = 1$ y $n = 12$, respectivamente) y 10 adyacentes a cultivos de soja ($n = 3$ para caminos rurales y $n = 7$ para caminos de un carril por mano). Los bordes de caminos de dos carriles por mano se ubicaron en la Ruta Provincial 74 en el tramo entre las

localidades de General Madariaga y Pinamar. Los bordes correspondientes a caminos de un carril por mano estaban en el tramo General Madariaga–Las Armas de la ruta 74 y sobre la Ruta Provincial 56. Los bordes sobre caminos rurales corresponden a caminos rurales secundarios sin incluir antiguas trazas de rutas provinciales. En noviembre de 2014 se estimaron las abundancias de aves y de artrópodos, y la cobertura de los distintos tipos de vegetación.

Muestreos

Se realizaron muestreos de aves en los 63 bordes utilizando la técnica de puntos de conteo. Se contabilizaron los individuos que estaban utilizando los bordes; los que los sobrevolaban a gran altura solo fueron registrados a modo descriptivo. Se llevó a cabo un único conteo de 10 min por borde. Los conteos se realizaron a partir de 15 min desde la salida del sol y hasta no más de 4 h desde el amanecer. No se realizaron conteos en días lluviosos o excesivamente ventosos (Bibby et al. 2000). Todos los conteos fueron realizados por un único observador. Las especies de aves registradas fueron agrupadas en cinco categorías de conservación según su índice de estado de conservación (López-Lanús et al. 2008): la categoría 1 correspondió a valores del índice entre 1–3, la categoría 2 a valores entre 4–5, la categoría 3 entre 6–7, la categoría 4 entre 8–10 y la categoría 5 (la de mayor valor de conservación) correspondió a valores del índice entre 11–17 (Tabla 1). Se calculó el valor de conservación total de cada borde como la suma de las abundancias de cada especie registrada ponderadas por su índice de estado de conservación (Conover et al. 2007, López-Lanús et al. 2008) y la diversidad con el índice de Shannon (Krebs 1989). Además, se estimó la riqueza de los bordes de cada camino en función del número de individuos mediante curvas de rarefacción.

En 51 bordes ($n = 19$, $n = 13$ y $n = 19$ para caminos rurales, de un carril y de dos carriles, respectivamente) se muestrearon los artrópodos con 2 trampas de caída ubicadas al azar dentro de cada borde a una distancia de 30 m entre sí. Cada trampa consistió en un recipiente plástico de 350 ml con una abertura de 80 mm de diámetro, el cual fue llenado con 150 ml de una mezcla 50:50 de etanol 96% y alcohol isopropílico 85% como conservante. En numerosas ocasiones no se pudo unificar

Tabla 1. Especies de aves registradas en bordes de caminos rurales, de caminos pavimentados de un carril por mano y de caminos pavimentados de dos carriles por mano en General Madariaga, provincia de Buenos Aires. Para cada especie se indican el valor del índice de estado de conservación (IC), la categoría de conservación asignada (CC), la densidad promedio (\pm EE), en individuos/ha, y la frecuencia de ocurrencia (el porcentaje del total de muestreos en los que estuvo presente), entre paréntesis. Para las especies que se detectaron únicamente volando sobre algunos de los bordes, se indica con un asterisco el tipo de camino de esos bordes.

	IC	CC	Rural	Un carril	Dos carriles
Tinamidae					
<i>Nothura maculosa</i> ^a	9	4	0	0.11 \pm 0.11 (5)	0
<i>Rhynchotus rufescens</i> ^a	12	5	0.46 \pm 0.26 (14.3)	0.17 \pm 0.12 (10)	0
Podicipedidae					
<i>Rollandia rolland</i>	6	3	0	0.11 \pm 0.11 (5)	0
<i>Podilymbus podiceps</i>	6	3	0.09 \pm 9.09 (9.5)	0	0
Ardeidae					
<i>Egretta thula</i>	4	2	0	0.05 \pm 0.05 (5)	0
<i>Ardea alba</i>	5	2	-	-	*
Threskiornithidae					
<i>Plegadis chihi</i> ^a	6	3	1.98 \pm 0.77 (9.5)	1.26 \pm 1.04 (10)	0
Ciconiidae					
<i>Ciconia maguari</i>	8	4	-	-	*
Anatidae					
<i>Dendrocygna viduata</i>	8	4	*	-	*
<i>Anas georgica</i>	9	4	0.34 \pm 0.34 (4.8)	0	0
<i>Anas platalea</i>	11	5	0.17 \pm 0.17 (4.8)	0	0
<i>Anas versicolor</i>	11	5	0.16 \pm 0.11 (9.5)	0	0
<i>Netta peposaca</i>	13	5	*	-	-
Accipitridae					
<i>Elanus leucurus</i>	7	3	0	0	0.08 \pm 0.08 (4.6)
<i>Rostrhamus sociabilis</i> ^a	8	4	0.52 \pm 0.32 (14.3)	0	0.09 \pm 0.09 (4.6)
<i>Circus buffoni</i>	13	5	0.05 \pm 0.05 (4.8)	0	0.09 \pm 0.06 (9.1)
Falconidae					
<i>Caracara plancus</i> ^a	5	2	0.09 \pm 0.06 (9.5)	0	0.05 \pm 0.05 (4.6)
<i>Milvago chimango</i> ^a	5	2	0.17 \pm 0.17 (4.8)	0.11 \pm 0.08 (10)	0.25 \pm 0.18 (9.1)
Rallidae					
<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	4	2	0	0	0.10 \pm 0.10 (4.6)
<i>Fulica armillata</i>	6	3	0.18 \pm 0.18 (4.8)	0	0
<i>Porphyriops melanops</i>	6	3	0.05 \pm 0.05 (4.8)	0	0
Recurvirostridae					
<i>Himantopus mexicanus</i> ^a	7	3	0.52 \pm 0.31 (14.3)	0	0
Charadriidae					
<i>Vanellus chilensis</i> ^a	4	2	0.50 \pm 0.29 (14.3)	0.28 \pm 0.16 (15)	0
Laridae					
<i>Chroicocephalus maculipennis</i> ^a	5	2	0	0.11 \pm 0.07 (10)	0.07 \pm 0.07 (4.6)
<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	9	4	*	-	-
Columbidae					
<i>Zenaida auriculata</i>	4	2	0.26 \pm 0.19 (9.5)	0.29 \pm 0.29 (5)	0.47 \pm 0.22 (18.2)
<i>Patagioenas picazuro</i>	7	3	0.12 \pm 0.12 (4.8)	0	0
Psittacidae					
<i>Myiopsitta monachus</i>	6	3	0	0	0.31 \pm 0.22 (9.1)
Cuculidae					
<i>Guira guira</i> ^a	6	3	0.60 \pm 0.51 (9.5)	0.31 \pm 0.31 (5)	0.26 \pm 0.26 (4.6)
<i>Coccyzus melacoryphus</i> ^a	7	3	0.06 \pm 0.06 (4.8)	0	0

^a Consumo artrópodos habitualmente o durante la época reproductiva (Orians 1980, Cabot 1992, Matheu y del Hoyo 1992, White et al. 1994, Burger y Gochfeld 1996, Pierce 1996, Piersma y Wiersma 1996, Payne 1997, Remsen 2003, Fitzpatrick et al. 2004, Turner 2004, Cody 2005, Collar 2005, Kroodsma y Brewer 2005, Fraga 2011, Rising et al. 2011).

Tabla 1. Continuación.

	IC	CC	Rural	Un carril	Dos carriles
Furnariidae					
<i>Furnarius rufus</i> ^a	3	1	0.81 ± 0.42 (19.1)	0.10 ± 0.10 (5)	0
<i>Phleocryptes melanops</i> ^a	9	4	0.32 ± 0.19 (14.3)	0.21 ± 0.14 (10)	0.62 ± 0.28 (22.7)
<i>Geositta cunicularia</i> ^a	9	4	0	0.71 ± 0.71 (5)	0
<i>Phacellodomus striaticollis</i> ^a	10	4	0.36 ± 0.21 (14.3)	0	0.10 ± 0.07 (9.1)
<i>Cranioleuca sulphurifera</i> ^a	13	5	1.07 ± 0.38 (33.3)	0.11 ± 0.08 (10)	1.74 ± 0.34 (63.64)
Tyrannidae					
<i>Pitangus sulphuratus</i> ^a	1	1	1.98 ± 0.77 (33.3)	0.65 ± 0.26 (30)	1.35 ± 0.52 (36.4)
<i>Tyrannus savana</i> ^a	4	2	0.50 ± 0.30 (14.3)	0.17 ± 0.09 (15)	0.50 ± 0.31 (13.6)
<i>Tyrannus melancholicus</i> ^a	6	3	0.26 ± 0.19 (9.5)	0.06 ± 0.06 (5)	0.09 ± 0.09 (4.6)
<i>Machetornis rixosa</i> ^a	8	4	0.09 ± 0.09 (4.8)	0	0
<i>Pyrocephalus rubinus</i> ^a	8	4	0.30 ± 0.21 (9.5)	0.05 ± 0.05 (5)	0.09 ± 0.09 (4.6)
<i>Hymenops perspicillatus</i> ^a	9	4	2.69 ± 1.02 (38.1)	1.00 ± 0.28 (45)	0.53 ± 0.24 (22.7)
<i>Pseudocolopteryx flaviventris</i> ^a	9	4	0.62 ± 0.27 (23.8)	0	0.10 ± 0.10 (4.6)
<i>Serpophaga nigricans</i> ^a	9	4	0.17 ± 0.17 (4.8)	0	0
Hirundinidae					
<i>Tachycineta leucorrhoa</i> ^a	5	2	0.17 ± 0.11 (9.5)	0.09 ± 0.09 (5)	0
<i>Hirundo rustica</i> ^a	6	3	0	0	0.07 ± 0.07 (4.6)
<i>Progne tapera</i> ^a	9	4	0.17 ± 0.17 (4.8)	0	0.59 ± 0.59 (4.6)
Troglodytidae					
<i>Troglodytes aedon</i> ^a	1	1	0.95 ± 0.41 (28.6)	0.21 ± 0.21 (5)	0.10 ± 0.10 (4.6)
Turdidae					
<i>Turdus rufiventris</i> ^a	6	3	0.05 ± 0.05 (4.8)	0	0
Mimidae					
<i>Mimus saturninus</i> ^a	3	1	0.29 ± 0.20 (9.5)	0.11 ± 0.11 (5)	0.24 ± 0.19 (9.1)
Thraupidae					
<i>Sicalis luteola</i>	5	2	3.84 ± 0.98 (57.1)	2.12 ± 0.47 (60)	0.82 ± 0.25 (36.4)
<i>Sicalis flaveola</i>	6	3	0.81 ± 0.35 (23.8)	0	0.31 ± 0.22 (9.1)
<i>Sporophila caerulescens</i>	8	4	0.26 ± 0.18 (9.5)	0	0
<i>Poospiza nigrorufa</i>	9	4	0.50 ± 0.22 (23.8)	0.48 ± 0.20 (25)	0.35 ± 0.17 (18.2)
Emberizidae					
<i>Zonotrichia capensis</i> ^a	2	1	4.00 ± 0.82 (81.0)	2.33 ± 0.43 (80)	2.60 ± 0.35 (86.4)
<i>Embernagra platensis</i> ^a	7	3	0.92 ± 0.39 (28.6)	0.93 ± 0.25 (50)	1.21 ± 0.44 (31.8)
Icteridae					
<i>Molothrus bonariensis</i> ^a	1	1	3.50 ± 0.75 (66.7)	0.76 ± 0.32 (30)	1.04 ± 0.32 (40.9)
<i>Agelaioides badius</i> ^a	5	2	2.08 ± 1.45 (9.5)	0	0
<i>Agelasticus thilius</i> ^a	7	3	2.75 ± 1.32 (33.3)	0.90 ± 0.55 (15)	0.82 ± 0.38 (27.3)
<i>Pseudoleistes virescens</i> ^a	9	4	3.60 ± 0.97 (52.4)	1.83 ± 0.57 (40)	1.58 ± 0.56 (31.8)
<i>Amblyramphus holosericeus</i> ^a	17	5	0	0	0.18 ± 0.18 (4.6)
Fringillidae					
<i>Spinus magellanicus</i>	6	3	0.76 ± 0.45 (14.3)	0.05 ± 0.05 (5)	0.10 ± 0.10 (4.6)

^a Consumo artrópodos habitualmente o durante la época reproductiva (Orians 1980, Cabot 1992, Matheu y del Hoyo 1992, White et al. 1994, Burger y Gochfeld 1996, Pierce 1996, Piersma y Wiersma 1996, Payne 1997, Remsen 2003, Fitzpatrick et al. 2004, Turner 2004, Cody 2005, Collar 2005, Kroodsma y Brewer 2005, Fraga 2011, Rising et al. 2011).

el tiempo durante el cual las trampas estaban activas debido a fuertes lluvias. En consecuencia, el tiempo de exposición de las trampas varió entre 4–10 días. Para todos los análisis, en cada borde se sumaron los contenidos de ambas trampas. Los artrópodos capturados fueron clasificados en tres categorías de tamaño

(<5 mm, 5–15 mm y >15 mm; Zahn et al. 2010) y se estimó su biomasa relativa multiplicando el número de individuos por el tamaño promedio de su categoría y dividiendo por la cantidad de días de actividad de la trampa. Además, se calculó la diversidad con el índice de Shannon (Krebs 1989).

Tabla 2. Características estructurales de los bordes de caminos rurales, de caminos pavimentados de un carril por mano y de caminos pavimentados de dos carriles por mano estudiados en General Madariaga, provincia de Buenos Aires. Para cada variable se muestra el valor promedio (\pm EE), con el rango entre paréntesis.

	Rural	Un carril	Dos carriles
Ancho (m)	20.84 \pm 1.66 (11.4–36.6)	36.13 \pm 2.98 (22.4–46.0)	28.40 \pm 1.82 (19.3–44.6)
Suelo desnudo (%)	12.12 \pm 3.36 (0–42.80)	0.25 \pm 0.18 (0–2.22)	1.90 \pm 1.05 (0–16.42)
Pastizal bajo (%)	27.43 \pm 5.77 (0–86.90)	49.24 \pm 10.01 (2.50–100)	29.04 \pm 4.42 (10.00–100)
Pastizal con dicotiledóneas (%)	4.76 \pm 2.29 (0–34.01)	0.79 \pm 0.79 (0–11.11)	3.24 \pm 1.63 (0–22.86)
Pastizal alto (%)	19.46 \pm 5.56 (0–70.75)	14.90 \pm 4.49 (0–43.02)	7.55 \pm 2.50 (0–45.71)
Pastizal húmedo (%)	10.39 \pm 4.00 (0–64.40)	11.95 \pm 3.72 (0–39.13)	6.79 \pm 3.72 (0–67.27)
Laguna (%)	14.41 \pm 5.91 (0–81.07)	8.29 \pm 2.65 (0–27.40)	10.57 \pm 4.23 (0–54.50)
Talar (%)	1.56 \pm 0.91 (0–16.60)	0.29 \pm 0.29 (0–4.00)	0.54 \pm 0.38 (0–5.98)
Tala (nro. de individuos)	4.47 \pm 1.68 (0–24)	1.57 \pm 0.81 (0–9)	4.00 \pm 1.41 (0–20)
Juncal-totoral (%)	7.37 \pm 4.84 (0–92.80)	10.64 \pm 3.92 (0–42.73)	30.28 \pm 5.57 (0–77.92)
Cortaderal (%)	2.48 \pm 1.40 (0–25.80)	2.23 \pm 1.54 (0–18.53)	10.09 \pm 2.45 (0–33.15)
Cortadera (nro. de individuos)	11.95 \pm 6.16 (0–85)	10.79 \pm 5.43 (0–75)	46.00 \pm 8.20 (0–116)

En 52 bordes ($n = 19$, $n = 14$ y $n = 19$ para caminos rurales, de un carril y de dos carriles, respectivamente) se estimó la cobertura de distintos tipos estructurales de vegetación en transectas perpendiculares al sentido del camino. Se dispusieron cinco transectas a 50 m de distancia entre sí, ubicando la transecta central a la mitad de los 200 m lineales de cada borde. Sobre cada transecta se midió la longitud interceptada por cada tipo estructural de vegetación (Matteucci y Colma 1982). Los tipos estructurales de vegetación considerados (Tabla 2) fueron suelo desnudo, pastizal bajo (pastizal dominado por gramíneas de hasta 50 cm de alto), pastizal con dicotiledóneas (pastizal de gramíneas de hasta 150 cm con importante presencia de dicotiledóneas), pastizal alto (pastizal dominado por gramíneas de 50–150 cm de alto), pastizal húmedo (pastizal húmedo-inundado), laguna (agua sin vegetación flotante), talar de tala (*Celtis ehrenbergiana*) y coronillo (*Scutia buxifolia*), juncal-totoral de junco (*Scirpus californicus*) o totora (*Thypha* sp.) y cortaderal de cortadera (*Cortaderia selloana*). También se registró el número de individuos de tala y cortadera. El promedio de la longitud de las cinco transectas fue usado para estimar el ancho del borde y calcular su área, ya que la distancia del camino al alambrado que delimita los campos puede variar en los 200 m.

Análisis estadísticos

Se compararon las abundancias, los valores de conservación total y de diversidad de aves, y los valores de biomasa relativa y de diversidad de artrópodos entre los bordes de los tres tipos de caminos con ANOVA de un factor, usando el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo et al. 2012). En los casos en los que no se cumplían los supuestos del análisis, se efectuaron las transformaciones pertinentes de los datos y para los contrastes *a posteriori* se utilizó la prueba de Tukey. Los datos de riqueza estimada no cumplieron los supuestos a pesar de las transformaciones; por lo tanto, se utilizó el análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis y comparaciones *a posteriori* de a pares. Las curvas de rarefacción y el cálculo de la riqueza estimada se realizaron con el paquete *vegan* en el programa estadístico R (R Core Team 2015).

La composición de las comunidades de aves y las variables de vegetación fueron comparadas entre los tipos de caminos con PERMANOVA (Anderson 2001) usando distancia euclíadiana y 999 permutaciones con el paquete *vegan*. La composición de las comunidades de aves fue también analizada gráficamente a través de un Escalamiento No-métrico Multidimensional en base a medidas de distancia euclíadiana, utilizando el mismo paquete.

Tabla 3. Resultados del Análisis de Componentes Principales realizado para resumir las variables de vegetación de los bordes de caminos rurales, de caminos pavimentados de un carril por mano y de caminos pavimentados de dos carriles por mano estudiados en General Madariaga, provincia de Buenos Aires. Las variables de mayor peso para cada componente se muestran en negrita.

	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4
Variable				
Suelo desnudo	-0.32	-0.47	-0.36	0.01
Pastizal bajo	-0.49	-0.06	0.57	0.11
Pastizal con dicotiledóneas	-0.33	-0.28	-0.55	-0.03
Pastizal alto	0.55	-0.33	-0.13	0.05
Pastizal húmedo	0.30	-0.09	0.08	0.65
Laguna	0.22	0.02	0.11	-0.61
Talar	0.29	-0.30	0.11	-0.28
Juncal-totoral	-0.05	0.58	-0.30	-0.17
Cortaderal	0.12	0.39	-0.31	0.28
Autovalores				
Valor	1.92	1.66	1.32	1.29
Proporción	0.21	0.18	0.15	0.14
Proporción acumulada	0.21	0.40	0.55	0.69

Para evaluar si la abundancia de aves de las cinco categorías de conservación difería entre los tipos de caminos se usó una Regresión Logística Multinomial (Hosmer y Lemeshow 1989), que predice la pertenencia categórica de una variable respuesta sobre la base de múltiples variables independientes. A diferencia de la Regresión Logística Binaria, la variable respuesta puede pertenecer a más de dos categorías (en este caso, los tres tipos de caminos). El análisis fue realizado con el paquete *nnet* en R.

La asociación de las distintas categorías de conservación de aves con la biomasa relativa de artrópodos fue evaluada mediante cinco modelos lineales generalizados (Crawley 2007) con el paquete *lme4* en R. La biomasa relativa de artrópodos fue incorporada como variable predictor y la abundancia de aves que consumen artrópodos (Tabla 1) de cada categoría de conservación como variable respuesta.

Las variables de vegetación se resumieron con un Análisis de Componentes Principales usando una matriz de correlación y una rotación ortogonal de los ejes para aumentar su correlación con las variables (Tabachnick y Fidel 2007). Se realizaron cinco modelos lineales generalizados en los cuales se incorporaron los primeros componentes del análisis

como variables predictoras y la abundancia de aves dentro de cada categoría de conservación como variable respuesta. Los modelos requieren que el tamaño de muestra sea 10 veces mayor que el número de variables predictoras más la constante (Crawley 2007). Como se muestreó la vegetación en 52 bordes, en las categorías de conservación 1–4 se pudieron incorporar los primeros 4 componentes, que explicaron el 69% de la variabilidad (Tabla 3). En cambio, como el tipo de camino tuvo un efecto significativo sobre la abundancia de aves de la categoría 5 (véase *Resultados*), tuvo que ser incluida como otra variable predictor. Por lo tanto, en el análisis de esta categoría solo se incorporaron los tres primeros componentes (55% de la variabilidad; Tabla 3). Para obtener el modelo mínimo se hizo una selección de modelos por eliminación de variables sobre la base del criterio de menor valor de Akaike, usando el paquete *stats* del R.

En los modelos lineales generalizados que evaluaron la asociación de las abundancias de las categorías de conservación de aves con la biomasa relativa de artrópodos y las variables de vegetación (excepto para la categoría 5) se utilizó una distribución binomial negativa, ya que los datos mostraron sobredispersión para una distribución Poisson. En todos los casos

se utilizó la función de enlace logaritmo y el área del borde se incorporó como "offset".

RESULTADOS

Fueron registrados 593 individuos de 56 especies usando los bordes (46 especies en caminos rurales, 30 en caminos pavimentados

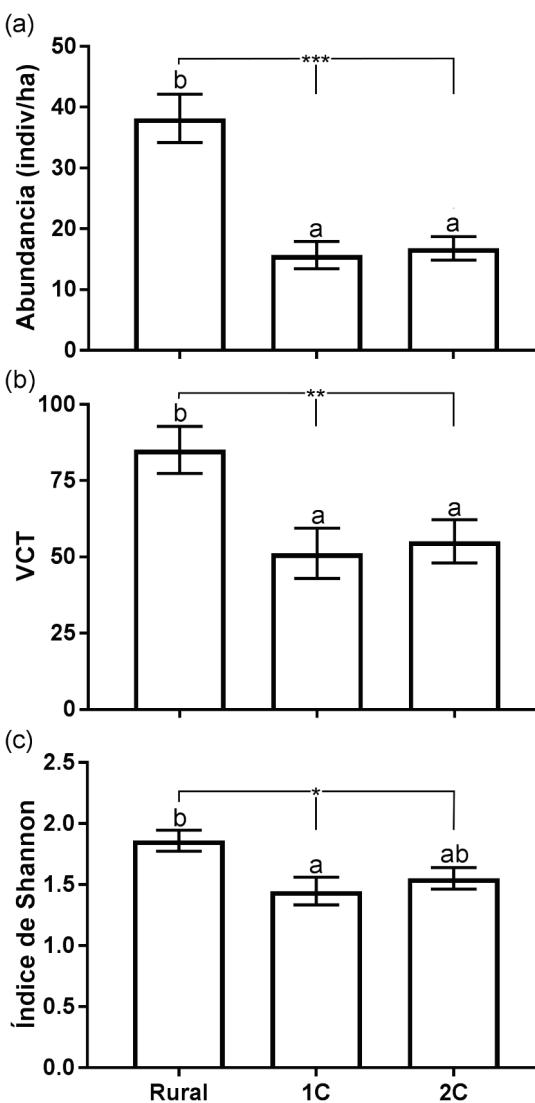


Figura 1. Abundancia (a), valor de conservación total (b) y diversidad (c) de aves en bordes de caminos rurales, de caminos pavimentados de un carril por mano (1C) y de caminos pavimentados de dos carriles por mano (2C) en General Madariaga, provincia de Buenos Aires. Los valores se expresan como promedio ± EE. Letras diferentes sobre las columnas indican diferencias significativas entre los tipos de caminos ($P < 0.05$, prueba de Tukey). *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$.

de un carril por mano y 33 en caminos pavimentados de dos carriles por mano). Si se consideran las aves que volaron por encima de los bordes durante los conteos, se registraron 1260 individuos de 61 especies (Tabla 1). Los caminos rurales presentaron mayor abundancia ($F_{2,60} = 17.82$, $P < 0.001$, ANOVA; Fig. 1a), mayor valor de conservación total ($F_{2,60} = 6.36$, $P = 0.003$, ANOVA; Fig. 1b) y mayor riqueza de especies de aves que los otros dos tipos de caminos ($P = 0.003$, Kruskal-Wallis; caminos de un carril por mano vs. dos carriles: $P > 0.05$, un carril vs. rurales: $P < 0.05$, dos carriles vs. rurales: $P < 0.05$, comparaciones pareadas *a posteriori*; Fig. 2). Los caminos rurales también tuvieron una mayor diversidad de aves que los pavimentados de un carril ($F_{2,60} = 4.90$, $P = 0.011$, ANOVA; Fig. 1c).

La composición de especies de aves presentó diferencias entre los tres tipos de caminos ($Pseudo-F_{2,60} = 1.57$, $P = 0.007$, PERMANOVA). Las comunidades de los caminos pavimentados de uno y dos carriles resultaron diferentes entre sí pero no mostraron diferencias con la de los caminos rurales (un carril vs. dos carriles: $Pseudo-F_{1,40} = 1.8$, $P = 0.014$; un carril vs. rurales: $Pseudo-F_{1,39} = 1.46$, $P = 0.066$; dos carriles vs. rurales: $Pseudo-F_{1,41} = 1.46$, $P = 0.052$; comparaciones pareadas *a posteriori*). Además, el resultado del Escalamiento No-métrico Multidimensional mostró que los bordes de los caminos de uno y dos carriles no se super-

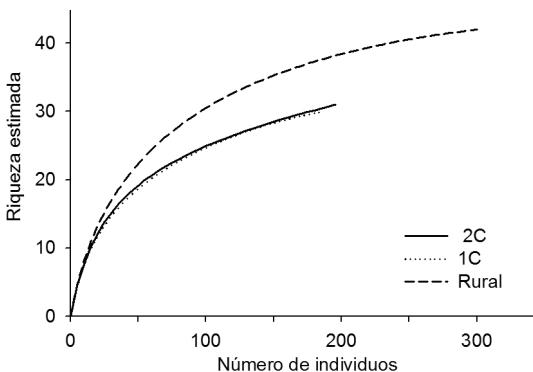


Figura 2. Curvas de rarefacción de riqueza de especies en función del número de individuos de aves en bordes de caminos rurales, de caminos pavimentados de un carril por mano (1C) y de caminos pavimentados de dos carriles por mano (2C) en General Madariaga, provincia de Buenos Aires.

Tabla 4. Coeficientes de regresión (β) y valores de P de las regresiones logísticas multinomiales de la abundancia de aves de las cinco categorías de conservación entre los bordes de caminos rurales, de caminos pavimentados de un carril por mano y de caminos pavimentados de dos carriles por mano estudiados en General Madariaga, provincia de Buenos Aires. En las comparaciones Rural-Un carril y Rural-Dos carriles el tipo de camino de referencia fueron los rurales, mientras que en la comparación Un carril-Dos carriles el tipo de camino de referencia fue el de un carril.

	Categoría 1		Categoría 2		Categoría 3		Categoría 4		Categoría 5	
	β	P								
Rural-Un carril	-0.133	0.162	-0.177	0.136	-0.096	0.173	-0.078	0.244	-0.923	0.020
Rural-Dos carriles	-0.155	0.071	-0.261	0.059	-0.141	0.065	-0.154	0.072	0.102	0.647
Un carril-Dos carriles	-0.021	0.818	-0.083	0.499	-0.044	0.593	-0.075	0.414	1.026	0.009

ponen completamente entre sí, pero sí con los bordes de los caminos rurales (Fig. 3). Solo la abundancia de aves de la categoría 5 de conservación difirió entre los tipos de caminos, siendo mayor en los rurales y en los de dos carriles que en los de un carril (Tabla 4).

Durante los muestreos de artrópodos, en los bordes se colectaron un promedio de 11.11 individuos/día. La biomasa relativa promedio por borde fue de 51.10 individuos ponderados por tamaño/día y no difirió entre los tipos de caminos ($F_{2,48} = 0.37$, $P = 0.694$, ANOVA). La diversidad tampoco difirió entre tipos de caminos ($F_{2,48} = 2.70$, $P = 0.077$, ANOVA). Considerando los tres tipos de caminos en conjunto, los órdenes taxonómicos de mayor abundancia relativa registrados fueron Hymenoptera, Diptera y Araneae (Tabla 5).

Las variables estructurales de vegetación mostraron diferencias entre los tipos de caminos ($Pseudo-F_{2,49} = 3.03$, $P = 0.005$, PERMANOVA). La vegetación de los caminos pavimentados de dos carriles por mano resultó diferente a la de los otros dos tipos de caminos (rurales vs. un carril: $Pseudo-F_{1,31} = 2.12$, $P = 0.096$; rurales vs. dos carriles: $Pseudo-F_{1,36} = 3.36$, $P = 0.006$; un carril vs. dos carriles: $Pseudo-F_{1,31} = 3.78$, $P = 0.015$; comparaciones pareadas *a posteriori*). El Análisis de Componentes Principales mostró una asociación de los caminos de dos carriles con la cobertura de juncal-totoral (Fig. 4).

La oferta de artrópodos medida como biomasa relativa no afectó la abundancia de aves insectívoras de ninguna de las categorías de conservación (categoría de conserva-

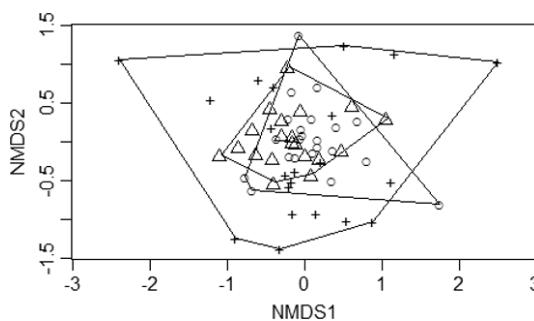


Figura 3. Representación gráfica de los dos ejes del Escalamiento No-métrico Multidimensional (NMDS) de los muestreos de aves de los bordes de caminos rurales (cruces), de caminos pavimentados de un carril por mano (triángulos) y de caminos pavimentados de dos carriles por mano (círculos) estudiados en General Madariaga, provincia de Buenos Aires.

Tabla 5. Abundancia relativa de los distintos órdenes taxonómicos de artrópodos capturados en trampas de caída en los bordes de caminos estudiados en General Madariaga, provincia de Buenos Aires.

	%
Hymenoptera	26.04
Diptera	26.02
Araneae	18.35
Coleoptera	8.77
Isopoda	7.38
Acari	5.82
Homoptera	3.85
Orthoptera	1.34
Opilionida	1.33
Otros ^a	1.04

^a Incluye Lepidoptera, Blattodea, Diplopoda e Isoptera.

Tabla 6. Coeficientes de regresión (β) y valores de P de los modelos lineales generalizados realizados para evaluar el efecto de los componentes (CP) del Análisis de Componentes Principales de las variables de vegetación sobre la abundancia de aves de las categorías 1, 2 y 5 de conservación en bordes de caminos rurales, de caminos pavimentados de un carril por mano y de caminos pavimentados de dos carriles por mano en General Madariaga, provincia de Buenos Aires. Solo se muestran los análisis en los que algún componente tuvo efecto significativo ($P < 0.05$). Para el análisis se usó como tipo de camino de referencia al de un carril.

	Categoría 1				Categoría 2				Categoría 5			
	Global		Mínimo		Global		Mínimo		Global		Mínimo	
	β	P	β	P	β	P	β	P	β	P	β	P
CP 1	-0.004	0.950			0.003	0.969			-0.189	0.221		
CP 2	-0.274	0.001	-0.290	0.001	-0.327	0.004	-0.324	0.004	0.354	0.032	0.366	0.035
CP 3	-0.154	0.079			-0.034	0.769			0.294	0.092	0.437	0.071
CP 4	0.012	0.896			0.068	0.583					2.231	0.004
Dos carriles									2.178	0.005		
Rural									2.947	0.001	2.812	0.001

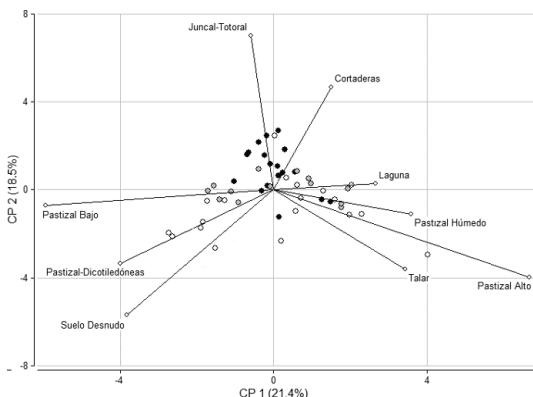
ción 1: $\beta = -0.966$, $P = 0.334$, categoría 2: $\beta = 0.979$, $P = 0.327$, categoría 3: $\beta = 0.057$, $P = 0.569$, categoría 4: $\beta = 0.381$, $P = 0.876$, categoría 5: $\beta = 0.578$, $P = 0.563$; modelos lineales generalizados). En cuanto a la vegetación, al analizar el efecto que los primeros componentes del Análisis de Componentes Principales tenían sobre la abundancia de las

aves, se encontró que el componente 2 (asociado positivamente a la cobertura de juncal-totoral y negativamente a suelo desnudo; Tabla 3) tuvo un efecto negativo sobre la abundancia de aves de las categorías de conservación 1 y 2, y un efecto positivo sobre la abundancia de las de la categoría 5 (Tabla 6). Las abundancias de aves de las categoría 3 y 4 no mostraron ninguna relación significativa con las variables de vegetación (componente 1: $\beta = 0.213$, $P = 0.831$, componente 2: $\beta = -0.394$, $P = 0.694$, componente 3: $\beta = -1.233$, $P = 0.218$, componente 4: $\beta = -0.571$, $P = 0.568$, categoría 3; componente 1: $\beta = 0.011$, $P = 0.905$, componente 2: $\beta = -0.116$, $P = 0.265$, componente 3: $\beta = -0.225$, $P = 0.051$, componente 4: $\beta = -0.043$, $P = 0.719$; categoría 4; modelos lineales generalizados).

DISCUSIÓN

Este trabajo constituye una primera aproximación para el establecimiento del valor de conservación de bordes de caminos rurales y pavimentados en la Pampa Deprimida. En ese marco, se caracterizó la vegetación y la oferta de artrópodos como recursos para las aves presentes en los bordes. De las 56 especies de aves registradas usando los bordes, 6 poseen un índice de estado de conservación mayor a 10, es decir que poseen un considerable valor de conservación (López-Lanús et al. 2008). Incluso una de estas especies, *Amblyramphus holosericeus*, se encuentra actualmente en dis-

Figura 4. Representación gráfica de los primeros dos componentes del Análisis de Componentes Principales realizado para resumir las variables de vegetación de los bordes de caminos rurales (círculos blancos), de caminos pavimentados de un carril por mano (círculos grises) y de caminos pavimentados de dos carriles por mano (círculos negros) estudiados en General Madariaga, provincia de Buenos Aires. El porcentaje de la variabilidad total explicado por cada componente se muestra entre paréntesis.



minución y está clasificada como amenazada por la IUCN (López-Lanús et al. 2008). Los resultados de este estudio apoyan lo observado por otros autores que destacan la importancia de los bordes de hábitat de la Región Pampeana para la conservación de la avifauna nativa (Goizman y Zaccagnini 2008, Di Giacomo y Lopez de Casenave 2010, Leveau y Leveau 2011).

En términos de abundancia por unidad de área, valor de conservación total y riqueza, los caminos rurales mostraron mayores valores, lo que sugiere que serían más favorables para las aves que los pavimentados. Además, la composición de especies de aves de los caminos rurales no difirió de la de los pavimentados, mientras que hubo diferencias en la composición entre ambos tipos de camino pavimentado. Sin embargo, no se detectaron diferencias en la cobertura de los distintos tipos estructurales de vegetación ni en la oferta de artrópodos entre caminos rurales y pavimentados. Más aún, la oferta de artrópodos en términos de biomasa relativa y diversidad resultó similar en los tres tipos de caminos estudiados. Los grupos de artrópodos más abundantes detectados (Hymenoptera, Diptera y Araneae) han sido señalados como componentes frecuentes de la dieta de aves (Wilson et al. 1999), lo cual indicaría que esos recursos alimenticios están disponibles para ellas. La diversidad estructural de la vegetación y la probable ausencia de aplicación de insecticidas en estos bordes podrían estar determinando la abundancia de artrópodos (Wilson et al. 1999, Vickery et al. 2009).

Es probable que variables que no han sido medidas en este estudio favorezcan el uso de los bordes por parte de las diferentes especies de aves en los caminos rurales. No se puede descartar que el menor tránsito de los caminos rurales haya favorecido la presencia de las especies más sensibles en esos bordes (Reijnen et al. 1995). Sin embargo, el efecto negativo del tránsito no explicaría por qué los caminos pavimentados de dos carriles por mano, que son más transitados, presentaron igual abundancia, igual riqueza y mayor número de especies que los de un carril por mano.

Al analizar las especies de aves de las distintas categorías de conservación por separado, se observó que solamente la abundancia de aves de la categoría más alta difirió entre los

tipos de caminos, siendo mayor en los rurales y pavimentados de dos carriles que en los pavimentados de un carril. La diferencia entre ambos caminos pavimentados podría deberse a que el 54% de los bordes de los caminos pavimentados de dos carriles se encontraban adyacentes a humedales y ninguno a cultivos de soja, mientras que solo el 5% de los bordes de los de un carril estaban ubicados adyacentes a humedales y el 35% a cultivos de soja. Además, los bordes de los de dos carriles están más asociados a la cobertura de juncal-totoral y presentan menor cantidad de suelo desnudo. Esto favoreció a las especies de la categoría más alta de conservación, ya que los modelos lineales generalizados mostraron que su abundancia se asocia positivamente con el componente 2 del Análisis de Componentes Principales (asociado positivamente con la cobertura de juncal-totoral y negativamente con el suelo desnudo). Este hallazgo puede ser entendido teniendo en cuenta que las especies más abundantes que integran esta categoría, (*Cranioleuca sulphurifera*, *Amblyramphus holosericeus*, *Anas platalea*, *Circus buffoni* y *Anas versicolor*) son aves asociadas a humedales (Orians 1980, de la Peña 2015). Además, si bien la especie restante perteneciente a esta categoría (*Rhynchotus rufescens*) no se asocia específicamente a este tipo de ambientes, habita y nidifica en sitios con vegetación densa (de la Peña 2015). Por lo tanto, esta especie podría utilizar el juncal-totoral como cobertura de escape. La importancia de la vegetación de humedal para la riqueza de aves, además de otras coberturas como árboles y cuerpos de agua, ya ha sido reportada para esta región (Weyland et al. 2014).

A diferencia de las especies de la categoría de conservación más alta, las de las categorías más bajas (categorías 1 y 2, siendo las especies de mayor abundancia *Zonotrichia capensis*, *Sicalis luteola*, *Molothrus bonariensis*, *Pitangus sulphuratus* y *Zenaida auriculata*) se veían favorecidas por la presencia de suelo desnudo, ya que su abundancia se asoció negativamente con el componente 2. Esto puede deberse a que en términos generales estas aves suelen alimentarse de insectos y semillas en el suelo (Murton et al. 1974, Fitzpatrick et al. 2004, Fraga 2011, Hilty 2011, Rising et al. 2011, de la Peña 2015). Sin embargo, dicho hábito no las vincularía únicamente al suelo desnudo, sino a la cobertura poco densa en general. Particu-

larmente, en pastizales de paja colorada (*Paspalum quadrifarium*) *Zonotrichia capensis* y *Sicalis luteola* se asocian a la cobertura de pasto alto con espacios libres entre las matas (Isacch y Martínez 2001). Otra posible explicación para este resultado es que las especies que integran las categorías 1 y 2 están asociadas a una gran diversidad de ambientes (Narosky e Yzurieta 2010, de la Peña 2015), a diferencia de las especies de las categorías restantes. Por lo tanto, podrían encontrar en los ambientes con mayor suelo desnudo un sitio aprovechable que presenta menor competencia interespecífica frente a especies menos tolerantes al disturbio.

La ausencia de tendencias claras de las abundancias de las categorías de conservación intermedias (categorías 3 y 4) con respecto a los tipos de vegetación puede entenderse teniendo en cuenta que éstas son las categorías más numerosas y las especies que incluyen están asociadas a diferentes ambientes. Entre las más abundantes de la categoría 3, *Agelasticus thilius* y *Plegadis chihi* nidifican en juncales, mientras que *Embernagra platensis* lo hace en arbustos o paja brava (*Stipa* spp.) (de la Peña 2015). Entre las más abundantes de la categoría 4, *Pseudoleistes virescens* construye sus nidos en cortaderas, juncales, totorales o cardos (*Cynara cardunculus*, *Carduus* spp.) (Orians 1980, Mermoz y Reboreda 1998); *Hymenops perspicillatus* nidifica principalmente en cortaderas y matas de gramíneas, mientras que *Poospiza nigrorufa* lo hace en arbustos (Pretelli e Isacch 2013, de la Peña 2015). Todas estas especies pertenecientes a la categoría 4 se alimentan preferentemente en el suelo (Orians 1980, Fitzpatrick et al. 2004, Fraga 2011, Hilty 2011, de la Peña 2015). Otras especies integrantes de estas dos categorías, de menor abundancia relativa, nidifican en el suelo (*Geositta cunicularia* y *Nothura maculosa*), mientras que otras construyen sus nidos en árboles (*Guira guira*, *Sicalis flaveola*, *Progne tapera* y *Phacellodomus striaticollis*), aunque excepto *Progne tapera* todas se alimentan en el suelo en mayor o menor medida (de la Peña 2015). Al ser sus sitios de nidificación y alimentación tan diferentes, las especies de estas categorías se asocian a una gran variedad de ambientes.

Aunque los datos reportados en este trabajo corresponden a una sola temporada y el tamaño muestral es limitado, permiten sacar

algunas conclusiones preliminares. El elevado número de especies de aves registrado en estos caminos y las asociaciones encontradas entre la abundancia de aves y las distintas coberturas de la vegetación resaltan la importancia de concebir planes para la conservación y el manejo adecuado de estos bordes. Dicha planificación deberá incluir a las medidas que se tomen en los campos adyacentes, que pueden influir en las comunidades estudiadas a una escala mayor (Cueto 2006, Batáry et al. 2010). Dada la asociación de las especies de la categoría de conservación más alta con la cobertura de juncales y totorales, el mantenimiento de este tipo de vegetación debería considerarse al implementar cualquier plan.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos los comentarios de dos revisores anónimos que mejoraron notablemente una versión previa de este trabajo. Este estudio fue financiado con subsidios de la Neotropical Grassland Conservancy-Ritt Kellogg y del CONICET (PIP 1140100100016).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ANDERSON MJ (2001) A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26:32–46
- AZPIROZ AB, ISACCH JP, DIAS RA, DI GIACOMO AS, FONTANA CS Y PALAREA CM (2012) Ecology and conservation of grassland birds in southeastern South America: a review. *Journal of Field Ornithology* 83:217–246
- BATÁRY P, MATTHIESSEN T Y TSCHARNTKE T (2010) Landscape-moderated importance of hedges in conserving farmland bird diversity of organic vs. conventional croplands and grasslands. *Biological Conservation* 143: 2020–2027
- BENTLEY JM Y CATTERALL CP (1997) The use of bushland, corridors, and linear remnants by birds in Southeastern Queensland, Australia. *Conservation Biology* 11:1173–1189
- BEST B (2000) The value of buffer habitats for birds in agricultural landscapes. Pp. 75–94 en: HOHMAN WL Y HALLOUM DJ (eds) *A comprehensive review of Farm Bill contributions to wildlife conservation. 1985–2000*. USDA/NRCS/WHNI Technical Report, Washington DC
- BIBBY CJ, BURGESS ND, HILL DA Y MUSTOE SH (2000) *Bird census techniques*. Academic Press, San Diego
- BURGER J Y GOCHFELD M (1996) Family Laridae (gulls). Pp. 572–623 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y SARGATAL J (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 3. Hoatzin to auks*. Lynx Edicions, Barcelona

- CABOT J (1992) Family Tinamidae (tinamous). Pp. 112–138 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y SARGATAL J (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 1. Ostrich to ducks*. Lynx Edicions, Barcelona
- CODESIDO M, GONZÁLEZ-FISCHER C Y BILENCA D (2011) Distributional changes of landbird species in agro-ecosystems of central Argentina. *Condor* 113:266–273
- CODY M (2005) Family Mimidae (mockingbirds and thrashers). Pp. 448–495 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y CHRISTIE DA (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 10. Cuckoo-shrikes to thrushes*. Lynxs Edicions, Barcelona
- COLLAR NJ (2005) Family Turdidae (thrushes). Pp. 514–807 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y CHRISTIE DA (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 10. Cuckoo-shrikes to thrushes*. Lynxs Edicions, Barcelona
- CONOVER RR, BURGER LW Y LINDER ET (2007) Winter avian community and sparrow response to field border width. *Journal of Wildlife Management* 71:1917–1923
- CRAWLEY MJ (2007) *The R book*. John Wiley & Sons, Chichester
- CUETO VR (2006) Escalas en ecología: su importancia para el estudio de la selección de hábitat en aves. *Hornero* 21:1–13
- DI GIACOMO AS Y DI GIACOMO AG (2004) Extinción, historia natural y conservación de las poblaciones del Yetapá de Collar (*Alectrurus risora*) en la Argentina. *Ornitología Neotropical* 15:145–157
- DI GIACOMO AS Y LOPEZ DE CASENAVE J (2010) Use and importance of crop and field-margin habitats for birds in a Neotropical agricultural ecosystem. *Condor* 112:283–293
- DI RIENZO JA, CASANOVES F, BALZARINI MG, GONZÁLEZ L, TABLADA M Y ROBLEDO CW (2012) *InfoStat. Software estadístico*. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba (URL: <http://www.infostat.com.ar/>)
- FILLOY J Y BELLOCQ MI (2007) Patterns of bird abundance along the agricultural gradient of the Pampean Region. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120:291–298
- FITZPATRICK JW, BATES JM, BOSTWICK KS, CABALLERO IC, CLOCK BM, FARNSWORTH A, HOSNER P, JOSEPH L, LANGHAM G, LEBBIN D, MOBLEY J, ROBBINS M, SCHOLES E, TELLO J, WALTHER B Y ZIMME K (2004) Family Tyrannidae (tyrant-flycatchers). Pp. 170–462 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y CHRISTIE DA (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 9. Cotingas to pipits and wagtails*. Lynxs Edicions, Barcelona
- FRAGA RM (2011) Family Icteridae (New World blackbirds). Pp. 684–807 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y CHRISTIE DA (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 16. Tanagers to New World blackbirds*. Lynxs Edicions, Barcelona
- GOIJMAN AP Y ZACCAGNINI ME (2008) The effects of habitat heterogeneity on avian density and richness in soybean fields in Entre Ríos, Argentina. *Hornero* 23:67–76
- HENWOOD WD (1998) An overview of protected areas in the temperate grasslands biome. *Parks* 8:3–8
- HILTY SL (2011) Family Thraupidae (tanagers). Pp. 46–329 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y CHRISTIE DA (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 16. Tanagers to New World blackbirds*. Lynxs Edicions, Barcelona
- HINSLEY SA Y BELLAMY PE (2000) The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to birds: a review. *Journal of Environmental Management* 60:33–49
- HOSMER DW Y LEMESHOW S (1989) *Applied logistic regression*. Wiley Interscience, Nueva York
- ISACCH JP Y MARTÍNEZ MM (2001) Estacionalidad y relaciones con la estructura del hábitat de la comunidad de aves de pastizales de paja colorada (*Paspalum quadrifarium*) manejados con fuego en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Ornitología Neotropical* 12:345–354
- KLEIJN D Y SNOEIJING GJ (1997) Field boundary vegetation and the effects of agrochemical drift: botanical change caused by low levels of herbicide and fertilizer. *Journal of Applied Ecology* 34:1413–1425
- KRAPOVICKAS S Y DI GIACOMO AS (1998) Conservation of Pampas and Campos grasslands in Argentina. *Parks* 8:47–53
- KREBS CJ (1989) *Ecological methodology*. Harper Collins, Nueva York
- KROODSMA D Y BREWER D (2005) Family Troglodytidae (wrens). Pp. 356–447 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y CHRISTIE DA (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 10. Cuckoo-shrikes to thrushes*. Lynxs Edicions, Barcelona
- LEVEAU LM Y LEVEAU CM (2004) Riqueza y abundancia de aves en agroecosistemas pampeanos durante el período post-reproductivo. *Ornitología Neotropical* 15:371–380
- LEVEAU LM Y LEVEAU CM (2011) Uso de bordes de cultivo por aves durante invierno y primavera en la Pampa Austral. *Hornero* 26:159–161
- LÓPEZ-LANÚS B, GRILLI P, DI GIACOMO AS, COCONIER EE Y BANCHS R (2008) *Categorización de las aves de la Argentina según su estado de conservación*. Aves Argentinas/AOP y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires
- MARSHALL EJ Y MOONEN AC (2002) Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 89:5–21
- MATHEU E Y DEL HOYO J (1992) Family Threskiornithidae (ibises and spoonbills). Pp. 472–506 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y SARGATAL J (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 1. Ostrich to ducks*. Lynx Edicions, Barcelona
- MATTEUCCI SD Y COLMA A (1982) *Metodología para el estudio de la vegetación*. OEA, Washington DC
- MERMOZ ME Y REBOREDA JC (1998) Nesting success in brown-and-yellow mashbirds: effects of timing, nest site, and brood parasitism. *Auk* 115:871–878

- MILLER JR Y CALE P (2000) Behavioral mechanisms and habitat use by birds in a fragmented agricultural landscape. *Ecological Applications* 10:1732–1748
- MURTON RK, BUCHER EH, NORES M Y REARTES J (1974) The ecology of the Eared Dove (*Zenaida auriculata*) in Argentina. *Condor* 76:80–88
- NAROSKY T E YZURIETA D (2010) *Aves de Argentina y Uruguay. Guía de identificación*. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires
- ORIANS GH (1980) *Some adaptations of marsh-nesting blackbirds*. Princeton University Press, Princeton
- PAYNE RB (1997) Family Cuculidae (cuckoos). Pp. 507–679 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y SARGATAL J (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 4. Sandgrouse to cuckoos*. Lynx Edicions, Barcelona
- DE LA PEÑA MR (2015) *Aves argentinas. Incluye nidos y huevos*. Eudeba y Ediciones Universidad Nacional del Litoral, Buenos Aires y Santa Fe
- PIERCE RJ (1996) Family Recurvirostridae (stilts and avocets). Pp. 332–347 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y SARGATAL J (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 3. Hoatzin to auks*. Lynx Edicions, Barcelona
- PIERSMA T Y WIERSMA P (1996) Family Charadriidae (plovers). Pp. 384–442 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y SARGATAL J (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 3. Hoatzin to auks*. Lynx Edicions, Barcelona
- PRETELLI MG E ISACCH JP (2013) Breeding biology of Spectacled Tyrant (*Hymenops perspicillatus*) in the southeastern Pampas region, Argentina. *Wilson Journal of Ornithology* 125:275–279
- R CORE TEAM (2015) *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Viena (URL: <http://www.R-project.org/>)
- REIJNEN R Y FOPPEN R (1994) The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. I. Evidence of reduced habitat quality for willow warblers (*Phylloscopus trochilus*) breeding close to a highway. *Journal of Applied Ecology* 31:85–94
- REIJNEN R, FOPPEN R, TER BRAAK C Y THISSEN J (1995) The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. III. Reduction of density in relation to the proximity of main roads. *Journal of Applied Ecology* 32:187–202
- REMSEN JV (2003) Family Furnariidae (ovenbirds). Pp. 162–357 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y CHRISTIE DA (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 8. Broadbills to tapaculos*. Lynxs Edicions, Barcelona
- RISING JD, JARAMILLO A, COPETE JL, RYAN PG Y MADGE SC (2011) Family Emberizidae (buntings and New World sparrows). Pp. 428–683 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y CHRISTIE DA (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 16. Tanagers to New World blackbirds*. Lynxs Edicions, Barcelona
- SIIA (2013) *Sistema Integrado de Información Agropecuaria*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Buenos Aires (URL: <http://www.siiagov.ar/>)
- SMITH MD, BARBOUR PJ, BURGER LW Y DINSMORE SJ (2005) Density and diversity of overwintering birds in managed field borders in Mississippi. *Wilson Bulletin* 117:258–269
- SORIANO A, LEÓN RJC, SALA OE, LAVADO RS, DEREGBUS VA, CAUHÉPÉ MA, SCAGLIA OA, VELÁZQUEZ CA Y LEMCOFF JH (1991) Río de la Plata grasslands. Pp. 367–407 en: COUPLAND RT (ed) *Ecosystems of the world. Volume 8A. Natural grasslands: introduction and Western Hemisphere*. Elsevier, Amsterdam
- TABACHNICK BG Y FIDEL LS (2007) *Using multivariate statistics*. Pearson, Boston
- TURNER A (2004) Family Hirundinidae (swallows and martins). Pp. 602–685 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y CHRISTIE DA (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 9. Cotingas to pipits and wagtails*. Lynxs Edicions, Barcelona
- VICKERY JA, FEBER RE Y FULLER RJ (2009) Arable field margins managed for biodiversity conservation: a review of food resource provision for farmland birds. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133:1–13
- VIGLIZZO EF, LERTORA FA, PORDOMINGO AJ, BERNARDOS JN, ROBERTO ZE Y DEL VALLE H (2001) Ecological lessons and applications from one century of low external-input farming in the Pampas of Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 83:65–81
- WEYLAND F, BAUDRY J Y GHERSA CM (2014) Rolling Pampas agroecosystem: which landscape attributes are relevant for determining bird distributions? *Revista Chilena de Historia Natural* 87:1
- WHITE CM, OLSEN PD Y KIFF IF (1994) Family Falconidae (falcons and caracaras). Pp. 216–275 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
- WIENS JA (1995) Habitat fragmentation: island vs. landscape perspectives on bird conservation. *Ibis* 137 (Suppl.):97–104
- WILSON JD, MORRIS AJ, ARROYO BE, CLARK SC Y BRADBURY RB (1999) A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 75:13–30
- ZAHN A, ENGLMAIER I Y DROBNY M (2010) Food availability for insectivores in grasslands-arthropod abundance in pastures, meadows and follow land. *Applied Ecology and Environmental Research* 8:87–100

NEGATIVE TRENDS IN BIRD ABUNDANCE ARE STRONGLY CORRELATED TO RAINFALL DECLINE IN A CENTRAL AMERICAN TROPICAL FOREST

ALEXIS CEREZO BLANDÓN^{1,3}, CHANDLER S. ROBBINS², BARBARA DOWELL², MIGUEL
RAMÍREZ³, ANTONIO LÓPEZ³ AND OBDULIO JAVIER³

¹*Fundación para la Conservación y el Ecodesarrollo (FUNDAECO). 25 calle 2-39, Zona 1,
0101 Ciudad de Guatemala, Guatemala. a.cerezo@fundaeco.org.gt*

²*Patuxent Wildlife Research Center, Biological Resources Division, United States Geological Survey.
11410 American Holly Drive, 20708-4015 Laurel, Maryland, USA.*

³*Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata. Matheu 1246, Buenos Aires, Argentina.*

ABSTRACT.— Climate change is considered one of the main factors threatening biodiversity. Weather is of major importance for bird population dynamics, but the implications of climate change have only recently begun to be addressed, especially for tropical birds. For Northern Central America, climate change scenarios for 2050 predict a reduction in precipitation across the region, with decreases ranging from 4–19% of current rainfall. In this work, we addressed the relationship between temporal changes in precipitation amount and bird community dynamics in eastern tropical Guatemala, for a time period of 18 years (1993–2010). Data consisted of yearly captures and recaptures in four sites, located at elevations between 100–750 masl, and analyses were carried out for total captures and for six foraging guilds. Statistical analyses consisted of Poisson regressions, where estimated abundance (taking into account recapture probability) was modelled as a function of wet-season, dry-season, and annual rainfall, and temporal trend. We detected strong declines in total abundance and in the abundance of nectarivores, omnivores, frugivores, and, to a lesser degree, foliage insectivores. These declines were strongly associated with declines in rainfall amount, generally during the rainy season. A more comprehensive understanding of the effects of climate change on animal abundance in tropical ecosystems is strongly needed to propose conservation and management actions in these biodiverse ecosystems.

KEY WORDS: *capture probability, climate change, community dynamics, feeding guilds, Guatemala, Poisson regression, tropical birds.*

RESUMEN. LAS TENDENCIAS NEGATIVAS EN LA ABUNDANCIA DE AVES ESTÁN FUERTEMENTE CORRELACIONADAS CON LA DISMINUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES EN UN BOSQUE TROPICAL CENTROAMERICANO.— El cambio climático es considerado uno de los principales factores que amenazan a la biodiversidad. El clima es de gran importancia para la dinámica poblacional de las aves, pero las consecuencias del cambio climático no han sido abordadas sino hasta recientemente, especialmente en aves tropicales. Para el norte de América Central, los escenarios de cambio climático para 2050 predicen una reducción en las precipitaciones, con disminuciones de 4–19% de las precipitaciones actuales. En este trabajo se evalúa la relación entre los cambios temporales en la cantidad de precipitaciones y la dinámica de la comunidad de aves en el este tropical de Guatemala para un período de 18 años (1993–2010). Los datos consistieron en capturas y recapturas anuales en cuatro sitios ubicados a altitudes entre 100–750 msnm, con análisis para las capturas totales y para seis gremios de alimentación. Los análisis estadísticos consistieron en regresiones de Poisson en las cuales la abundancia estimada (tomando en cuenta la probabilidad de recaptura) fue modelada en función de las precipitaciones (de la época lluviosa, de la época seca y la anual) y la tendencia temporal. Se detectaron fuertes declinaciones en la abundancia total y en la abundancia de las aves nectarívoras, omnívoras, frugívoras y, en menor grado, insectívoras de follaje. Estas declinaciones estuvieron fuertemente asociadas a la disminución en la cantidad de precipitaciones, principalmente de la época lluviosa. Se necesita un conocimiento más profundo de los efectos del cambio climático sobre la abundancia de animales en los ecosistemas tropicales, con el fin de proponer acciones de conservación y manejo en estos sistemas altamente diversos.

PALABRAS CLAVE: *aves tropicales, cambio climático, dinámica de comunidades, gremios de alimentación, Guatemala, probabilidad de captura, regresión de Poisson.*

Climate change is considered one of the main factors threatening biodiversity (Root and Schneider 2002, Walther et al. 2002, Chen et al. 2004, Thomas et al. 2004) because species strongly depend on interannual fluctuations in precipitation, temperature, and extreme climatic events over ecological and evolutionary time scales (Chen et al. 2004, Parmesan 2006, Beever et al. 2011). Weather is of major importance for the population dynamics of bird populations, and there has thus been a recent, rising need to address the implications of climate change on these populations (Crick 2004, Wolfe and Ralph 2009, Sekercioglu et al. 2012, Faaborg et al. 2013, Foden et al. 2013, Blake and Loiselle 2015). Under the Millennium Ecosystem Assessment scenarios, Jetz et al. (2007) predicted that even under environmentally benign scenarios, at least 400 bird species are projected to suffer >50% range reductions by the year 2050. Also, multiple models based on the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) A2 Emissions Scenario predict tropical drying trends, particularly in the Caribbean and Central America region and equatorial South America (Neelin et al. 2006).

Climate-driven changes in abundance, phenology and changes in species range, among others, have been shown by recent studies, mainly for northern temperate latitudes, in general associated with rising temperatures (Root and Schneider 2002, Walther et al. 2002, Gordo and Sanz 2006, Parmesan 2006). However, due to the scarcity of long-term data sets in the tropics, biotic changes are relatively undocumented in the region (Harris et al. 2011), with some notable exceptions: in particular, a long-term study involving captures and observations in undisturbed lowland tropical forest, found that overall captures and observations declined by approximately 40 and 50%, respectively, from 2008 to 2014 (Blake and Loiselle 2015). Others have studied the effects of climate, mainly El Niño–Southern Oscillation (ENSO) effects, on tropical bird communities (Wolfe and Ralph 2009, Styrsky and Brawn 2011, Wolfe et al. 2015), but these studies have focused on one or a few bird species. Consequently, it is crucial to increase our basic knowledge in order to evaluate to what extent climate-driven changes have also occurred in the tropics, because: (1) climatic effects between biomes may be extremely dif-

ferent, and (2) we need to understand and eventually predict the impact of future climatic changes on all biotic communities and ecosystems, and particularly on the diverse tropical ecosystems.

Studies in northern latitudes have shown that insectivorous bird abundance and reproductive success are affected by insect food abundance, and both temperature and precipitation indirectly affect insect abundance and plant growth rates via leaf quality or budding (Sillett et al. 2000, Nott et al. 2002, Jones et al. 2003, Visser et al. 2004), suggesting that bird population dynamics are in turn indirectly driven by regional climate patterns, through their effects on plant and insect biomass. In the tropics, rainfall is the key factor determining the overall primary productivity and its temporal variability (Schloss et al. 1999), and it is positively associated with increases in plant and insect biomass (Schuur 2003, Cao et al. 2004, Cleland et al. 2007, Saatchi et al. 2007, for plants; Denlinger 1980, Lowman 1982, Frith and Frith 1985, Bonebrake et al. 2010, for insects). Likewise, the availability of food resources in Neotropical forests has been positively correlated with bird abundance for several feeding guilds, such as insectivores, frugivores, and nectarivores (Karr and Brawn 1990, Loiselle and Blake 1991, Poulin et al. 1992). Also, plant phenological cycles, in particular leaf flushing, fruiting and flowering periods, are associated (to different degrees) to the onset or end of the rainy season in the tropics (Frankie et al. 1974, Wolda 1978, van Schaik et al. 1993, Cattanio et al. 2004), and other studies from tropical sites have found that insect abundance was positively related to the peak of plant phenological activities (Wolda 1978, Lowman 1982). Because of these relationships between rainfall and plant and insect productivity, a positive association between the amount of rainfall during the rainy season and bird abundance could be expected (Powell et al. 2015). Alternatively, dry seasons are potential periods of scarce resources, resulting in “ecological bottlenecks” that limit species abundances and biotic interactions and processes, and may be important in structuring bird communities in variable ecosystems (Williams and Middleton 2008). Finally, rainfall in both seasons might have independent effects on tropical bird populations, because different demographic

components that determine abundance might depend on either dry-season or wet-season rainfall. Thus, abundance might also be associated with total annual rainfall.

In this work, we addressed the relationship between temporal changes in precipitation and bird community dynamics in eastern tropical Guatemala, using mist-net data from the Bird Monitoring Program of the Caribbean Region of Guatemala, established in 1992 (Cerezo et al. 2012). We evaluated changes in total bird abundance and in the abundance of six foraging guilds, in relation to rainfall amount in the 1993–2010 period (18 years). Specific objectives were: (1) to evaluate if abundance was associated (positively or negatively) to the amount of rainfall in the previous year, either to wet-season rainfall, dry-season rainfall, a combination of these two, or to annual rainfall, and (2) to evaluate the existence of an increasing or decreasing trend in total abundance and of each feeding guild, that was independent of any potential relationship to the amount of rainfall.

METHODS

Study site, bird sampling, and rainfall data

The study was carried out in Cerro San Gil Watershed Protection Reserve, located in eastern tropical Guatemala (Fig. 1). The reserve is divided into three zones: a nuclear zone (full preservation zone, where only biological research and low-impact tourism activities are allowed), a buffer zone (its main objective is to mitigate possible impacts of surrounding

human populations to the nuclear zone; only environmentally sustainable activities are allowed, e.g., reforestation, small-scale farming in established communities), and a multiple-use zone (extant economic activities are allowed, e.g., farming, cattle ranching, commercial plantations, as well as subsistence hunting and selective wood extraction). Large-scale deforestation is not allowed in either the multiple-use or buffer zones. The dominant vegetation type is tropical wet forest, with mean (\pm SD) annual temperature and precipitation of 26.6 ± 0.4 °C and 3284.9 ± 596.5 mm, respectively, for the study period (INSIVUMEH 2012).

Bird sampling was carried out in four sites, located approximately at 100, 200, 250 and 750 masl. All sites were located within the nuclear zone, in relatively undisturbed forest (i.e., with minimum human disturbance), and there have thus been no major habitat changes either in the immediate area or in the broader landscape. The 100 masl site was approximately 1 km away from sites at 200 and 250 masl, these two were very close together, approximately 200 m from each other, and the 750 masl site was approximately 3 km away from the 200 and 250 masl sites. Sampling consists of yearly constant-effort mist netting in each site throughout the duration of the study, between early February and mid-March. In each site, 16 mist nets (36 mm mesh size) were placed at the same net location every year, at an average distance of approximately 50 m from each other. Mist nets were only occasionally shifted a few meters as a result of tree falls. The understory bird community was sampled during three consecutive days, usually between 06:00–16:00 h, for an average (\pm SD) of 430.0 ± 60.6 net hours per site each year. During sampling periods, nets were occasionally closed because of heavy rain or human disturbances.

All captured birds were identified to the species level, and were banded with a serially-numbered aluminium ring, or note was taken of the ring number if it was a recaptured individual (i.e., a bird banded in a previous year to the current sampling period). For all individuals, we determined sex and age (if possible) with criteria described in Wolfe et al. (2009), measured wing length and weight, and took notes on moult and plumage condition. The Bander's Code of Ethics (North Ameri-

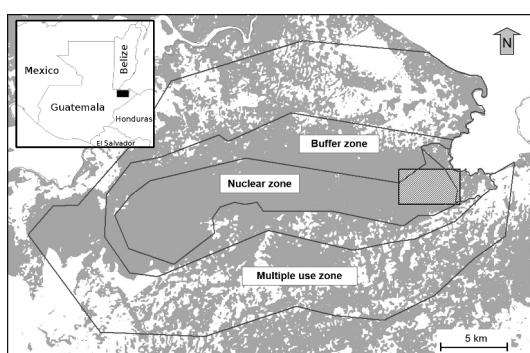


Figure 1. Study site (barred rectangle) located within Cerro San Gil Watershed Protection Reserve, eastern Guatemala. Grey shaded area is tropical wet forest.

can Bird Banding Council 2001) was strictly followed during sampling. For the present analysis, we used data derived from the number of captured individuals per species. Taxonomy of birds is according to the North American Classification Committee checklist (American Ornithological Society 2016).

Precipitation data was taken from the nearest meteorological station of the Guatemalan Institute of Seismology, Vulcanology, Meteorology and Hydrology (INSIVUMEH 2012), located in the city of Puerto Barrios, approximately 3 km from the nearest of the four study sites. Other studies have evaluated the ENSO effects on different parameters of tropical bird communities and populations (Wolfe and Ralph 2009, Blake and Loiselle 2015, Wolfe et al. 2015). In the tropics, ENSO typically alters precipitation patterns (Holmgren et al. 2001, Mahli and Wright 2004), so we expected that our rainfall data would reflect abnormal rainfall conditions caused by ENSO, as well as the effects of such unusual conditions on bird abundance.

Statistical analysis

For statistical analyses, we only included species that had more than five captured individuals in at least three years. We considered that there would be a potential for bias in the results if these individuals were included in the analysis. We also excluded Nearctic migrants, because their population dynamics can be altered by other factors outside the wintering grounds. For species with captures in at least 9 of 18 years and more than 30 captures, we calculated a Pearson correlation coefficient as a descriptive measure of association between "year" and observed abundance (following Blake and Loiselle 2015), a negative association indicating a temporal decline in captures.

Because observed captures (i.e., captures that do not take into account capture or recapture probability) may provide biased counts of bird abundance (Pollock et al. 2002, Williams et al. 2002), we estimated yearly bird abundance using the estimator developed by Pollock and Otto (1983), using each one of the three sampling days per site as repeated sampling periods, which are necessary for the estimation process. Pollock and Otto's (1983) abundance estimator assumes heterogeneity among individuals in capture probability, and

different capture probabilities for first and subsequent captures during the multiple sampling periods. Figure 2 provides graphs of capture and recapture rates, showing that the observed pattern of captures and recaptures conform to the assumptions of this model for estimating abundance (i.e., different capture and recapture probabilities). Estimated yearly abundance data were then expressed as capture rates per 100 net hours (net hours were transformed to vary between 0 and 1).

To analyse the relationship between bird abundance, rainfall variables and temporal trends in populations, we used Poisson regression, a special type of generalized linear model appropriate for the discrete, highly-skewed distribution of dependent variables that are counts (Vincent and Haworth 1983). Abundance was modelled as a function of: (1) total rainfall for the seven-month period prior to captures (July–January) comprising the rainy season and accounting on average for approximately 66% of total yearly rainfall, (2) total rainfall for the five-month period prior to cap-

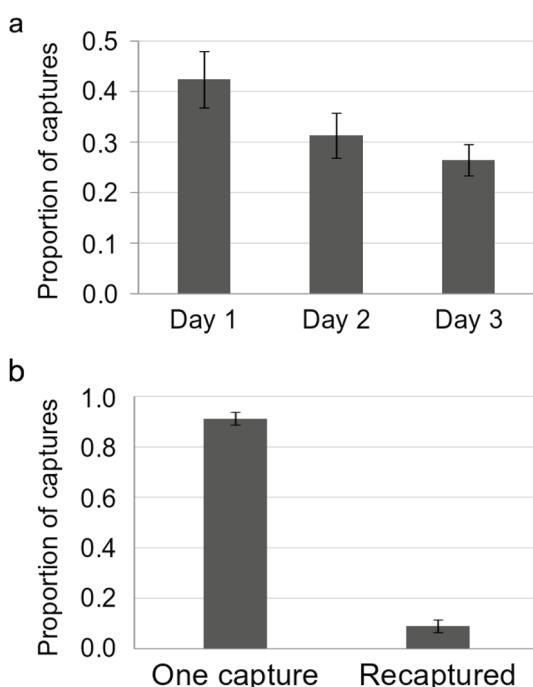


Figure 2. Decreasing proportion of captures with sampling day (a), and proportion of birds captured in only one day during each sample period ("One capture"), or recaptured in the second or third sampling day ("Recaptured") (b) in Cerro San Gil Watershed Protection Reserve, eastern Guatemala.

Table 1. Description of predictive variables in fitted models of bird abundance in Cerro San Gil Watershed Protection Reserve, eastern Guatemala.

Model	Predictive variables
Wet + Dry + Trend	Wet- and dry-season rainfall, and temporal trend
Wet + Trend	Wet-season rainfall and temporal trend
Dry + Trend	Dry-season rainfall and temporal trend
Annual + Trend	Annual rainfall and temporal trend
Trend	Temporal trend

tures (February–June) comprising the dry season and accounting on average for approximately 31% of total annual rainfall, (3) annual rainfall (the sum of wet- and dry-season rainfall), and (4) year or temporal trend. Poisson regression analyses were carried out for total abundance and for the abundance of six foraging guilds: frugivores, nectarivores, sallying insectivores, bark insectivores, foliage (gleaning/leaf-tossing) insectivores, and omnivores. Foraging guild classification was made according to Stiles and Skutch (1989) and Terborgh et al. (1990).

Models were compared using an information-theoretic framework. For total abundance and abundance of each foraging guild, we fitted five different models, with different

combinations of wet-season, dry-season and annual rainfall, and temporal trend (Table 1). The second-order Akaike Information Criterion (AIC_c , recommended when $n/K < 40$, where n is sample size and K is the number of estimated parameters) and Akaike weights (w_i) were then used to choose the best-fitting models from the set of candidate models (Burnham and Anderson, 1998, 2001, Anderson et al. 2000). When differences between AIC values are small (< 2 AIC units), Akaike weights can be used as indicators of the strength of evidence for each model. The w_i is interpreted as the approximate probability that model i is the best model in the set of models being considered (Anderson et al. 2000). To compare the relative effects of the

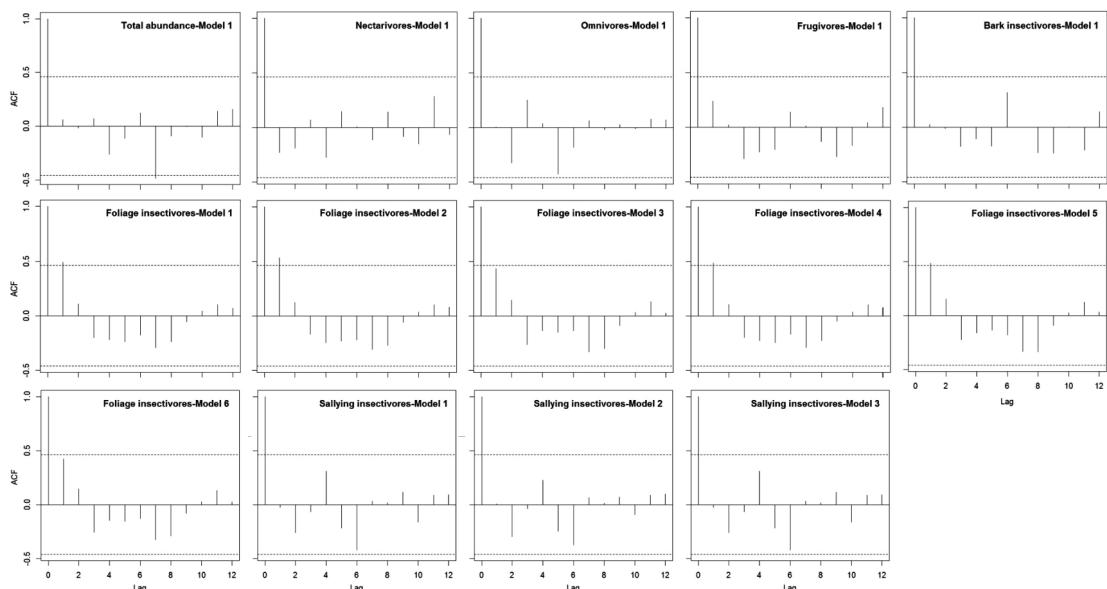


Figure 3. Plots of temporal autocorrelation function for residuals corresponding to fitted models of bird abundance in Cerro San Gil Watershed Protection Reserve, eastern Guatemala. Plots were produced for models in confidence sets, according to the Akaike weight.

three rainfall variables and linear trend, we used multi-model inference, or model averaging (Burnham and Anderson 1998). For each species group we obtained mean model coefficients for each effect, weighted by w_i .

Because rainfall variables were positively correlated, and rainfall variables and temporal trend were negatively correlated (to differing degrees; see *Results*), we used sequential regression (Graham 2003, Dormann et al. 2013) to avoid problems associated with multicollinearity in the estimation of regression parameters. Sequential regression consists in linearly regressing pairs of explanatory variables against each other, and then extracting the residuals for the regressed variable, thus producing a new explanatory variable that expresses variation that is completely independent of the other predictors (Dormann et al. 2013). In our study, we regressed "year" against "rainfall amount" to produce measures of temporal trend that were independent of rainfall amount. All variables were transformed to vary between 0 and 1, so that estimated model coefficients could be compared directly.

Finally, because we modelled a time series, we were possibly violating the statistical assumption of independence between model residuals, which can inflate type-I error rates (Zuur et al. 2009). For each model, we produced a plot of the temporal autocorrelation function for residuals, using the autocorrelation function ("acf") in R software (R Core Team 2014). The plot consists of a graph of the autocorrelation function of residuals for different time lags (in this case, of one year), and the horizontal dashed lines in graphs are lower and upper 95% confidence limits

(Fig. 3). Values that fall within these limits correspond to the statistical hypothesis of no temporal autocorrelation in residuals (Zuur et al. 2009). Models did not show or showed very little autocorrelation (Fig. 3), and we proceeded with model formulations without autocorrelation structures.

RESULTS

In our study site, rainfall significantly decreased during the study period (Fig. 4). Estimated declines in rainfall were of -38.8 mm/year (-0.11 mm/day per year) for wet-season rainfall, -21.1 mm/year (-0.06 mm/day per year) for dry-season rainfall, and -59.9 mm/year (-0.16 mm/day per year) for annual rainfall. The declines were more evident for wet-season rainfall ($r = 0.55$; Fig. 2). The declines are much higher than those reported in other studies for tropical regions. Malhi and Wright (2004) reported declines in the tropics worldwide during the 1960–1998 period, with an estimated mean decrease of 22 mm/year (0.06 mm/day per year). Declines in rainfall have also been reported for more recent periods for Central America (-0.02 mm/day per year; IPCC 2014). In particular, Neelin et al. (2006) and Rauscher et al. (2008) have reported a significant drying trend in the Central America-Caribbean region. Neelin et al. (2006) report a 5–30% decline in rainfall from the mean values in 1979, and also report expected declines derived from climate models for the region of -0.005 to -0.01 mm/day per year in the next 100 years.

In total, 53 species were included in analyses (Table 2). Six species were classified as frugivores, 9 as nectarivores, 12 as sallying

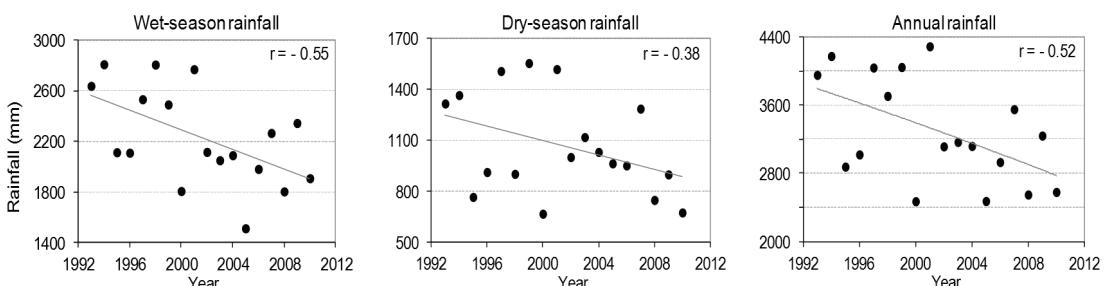


Figure 4. Temporal trends in wet-season, dry-season, and annual rainfall during the study period in Cerro San Gil Watershed Protection Reserve, eastern Guatemala. Pearson correlation coefficients between year and rainfall are shown.

Table 2. Bird species recorded in Cerro San Gil Watershed Protection Reserve (eastern Guatemala) included in the analysis. Foraging guild, total captures per year, Pearson correlation coefficient (r) as a descriptive measure of temporal change in captures, and number of individuals captured (with percentage between brackets) in each of the four sites (100, 200, 250 and 750 masl) are shown.

Guild ^a	Year (1993–2010)										masl													
	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	r	100	200	250	750	
<i>Leptotila cassinii</i>	F	5	3	4	2	4	3	4	3	1	4	2	4	5	7	3	3	2	0.16	16 (27)	22 (37)	13 (22)	8 (14)	
<i>Geothlypis montana</i>	F	9	2	9	5	5	12	4	16	2	5	13	9	10	12	6	3	10	2	0.00	40 (30)	18 (13)	69 (51)	7 (5)
<i>Florisuga mellivora</i>	N	3	2		1	1	6			1	1		1	1	1	1	1	1	-	8 (44)	6 (33)	2 (11)	2 (11)	
<i>Threnetes leucurus</i>	N	6	5	5	3	1	1	1	10	6	4	1	3	2	1	1	2	1	-0.54	3 (6)	19 (39)	25 (51)	2 (4)	
<i>Phaethornis longirostris</i>	N	86	55	59	94	31	49	56	66	84	54	41	40	47	62	41	14	22	25	-0.66	312 (34)	199 (21)	293 (32)	122 (13)
<i>Phaethornis strigularis</i>	N	4	2	1	3	0	1	1	2	2	4	0	1	1	2	1	1	1	-	5 (17)	9 (31)	12 (41)	3 (10)	
<i>Camptorhynchus hemileucus</i>	N	104	39	9	76	10	57	30	17	45	14	11	6	9	14	13	1	11	-0.67	134 (29)	166 (36)	44 (9)	122 (26)	
<i>Euphura eximia</i>	N	2	3	2	2	6	1	3	4	4	2	1	2	1	2	3	1	2	1	-0.34	-	1 (2)	1 (2)	41 (95)
<i>Thalurania colombica</i>	N	26	20	17	24	17	16	31	12	29	4	14	15	7	13	3	1	11	4	-0.71	69 (26)	61 (23)	45 (17)	89 (34)
<i>Amazilia canifrons</i>	N	8	10	9	11	2	9	11	3	7	3	6	3	3	1	2	1	1	-0.77	25 (27)	36 (39)	24 (26)	7 (8)	
<i>Amazilia tzacatl</i>	N	1	1	1	2	4	3	2	2	2	2	1	3	5	1	1	1	1	-	16 (57)	9 (32)	3 (11)	-	
<i>Hylomanes momotula</i>	SI	3						1	1			2	1	1	1	1	1	1	-	2 (20)	-	-	8 (80)	
<i>Momotus momota</i>	SI	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	-	8 (33)	5 (21)	8 (33)	3 (13)	
<i>Malacoptila panamensis</i>	SI	3	2	2	3			7	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	-	14 (52)	7 (26)	6 (22)	-	
<i>Picoides fumigatus</i>	BI			2			5				1								-	2 (25)	4 (50)	2 (25)	-	
<i>Dysithamnus mentalis</i>	FI	3	1	5	3	4	4	1	3	3	5	4	5	2	2	2	3	3	0.08	1 (2)	-	-	57 (98)	
<i>Myrmotherula schisticolor</i>	FI	11	7	11	4	7	3	4	5	4	6	5	8	3	4	4	8	4	-0.49	1 (1)	4 (4)	10 (10)	86 (85)	
<i>Grallaria guatimalensis</i>	FI		1	2		2	1		1										-	1 (14)	5 (71)	-	1 (14)	
<i>Formicarius analis</i>	FI	4	4	6	6	7	6	2	5	3	7	2	4	4	4	2	1	2	-0.65	16 (23)	12 (17)	14 (20)	27 (39)	
<i>Sclerurus guatemalensis</i>	FI	11	7	13	5	3	7	10	7	9	13	12	9	11	14	8	11	11	0.26	18 (11)	17 (10)	28 (17)	105 (63)	
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	BI							1	1	2		2	1	1	1	1	2	-	3 (30)	4 (40)	3 (30)	-		
<i>Dendrocincla anabatina</i>	BI	30	23	13	11	32	23	21	14	28	20	12	38	16	18	12	11	14	8	-0.41	113 (33)	73 (21)	97 (28)	61 (18)
<i>Dendrocincla homochroa</i>	SI	12	11	3	1	8	1	2	11	1	5	2	2	1	5	3	6	7	-0.23	10 (12)	16 (20)	29 (36)	26 (32)	
<i>Glyptohynchus spirurus</i>	BI	43	32	34	19	27	47	31	35	22	22	34	28	20	21	27	18	18	19	-0.63	134 (27)	67 (14)	234 (47)	61 (12)
<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	BI	2	5	1	1	2		2	4	2	3	3	2	2	2	1	1	1	-0.05	11 (33)	7 (21)	15 (45)	-	
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	BI	1	3	5	4	9	6	9	8	3	6	1	2	6	2	5	2	4	-0.04	29 (38)	18 (24)	29 (38)	-	
<i>Xiphorhynchus erythropygius</i>	BI	2						1			1		1	2	1				-	-	-	-	7 (100)	

^a F: frugivore, N: nectarivore, SI: sallying insectivore, BI: bark insectivore, O: omnivore.

Guild ^a	Year (1992-2010)												nest											
	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	r	100	200	250	750	
<i>Xenops minutus</i>	FI	4	2	7	7	2	2	4	6	4	4	2	2	1	3	2	2	2	-0.52	7(12)	17(29)	9(16)	25(43)	
<i>Automolus ochrolaemus</i>	FI	10	2	4	5	1	6	3	10	4	6	4	6	4	8	4	6	2	5	-0.05	-	5(6)	2(2)	8(92)
<i>Mionectes oleagineus</i>	O	100	101	128	104	50	115	63	70	40	41	48	66	37	31	46	64	23	36	-0.78	416(36)	397(34)	222(19)	128(11)
<i>Leptopogon annaurocephalus</i>	SI	8	6	2	6	8	2	8	8	7	1	4	4	8	1	6	7	7	0.08	28(30)	38(41)	24(26)	3(3)	
<i>Oncostoma cinereigulare</i>	SI	9	5	8	2	8	9	8	4	5	3	5	3	3	3	1	3	1	-0.49	9(11)	52(62)	13(15)	10(12)	
<i>Platyrinchus cancrominus</i>	SI	13	10	17	14	14	13	14	11	10	7	11	11	5	9	13	10	-0.56	44(22)	47(23)	46(23)	66(33)		
<i>Onychorhynchus coronatus</i>	SI	3	5	3	3	4	2	1	2	1	4	1	1	2	2	1	1	-0.49	20(57)	9(26)	4(11)	2(6)		
<i>Terenotriccus erythrurus</i>	SI	9	6	5	6	7	3	4	5	6	7	3	8	4	8	5	6	5	2	-0.29	47(47)	22(22)	17(17)	13(13)
<i>Miyobius sulphureipygius</i>	SI	9	5	9	8	9	16	17	5	18	8	9	10	4	7	4	5	4	3	-0.42	44(29)	14(9)	35(23)	57(38)
<i>Attila spadiceus</i>	SI	5	3	3	7	13	7	7	7	10	14	4	5	8	3	2	5	5	2	-0.24	26(24)	25(23)	39(35)	20(18)
<i>Ceratopipra mentalis</i>	F	100	73	81	49	57	106	60	70	51	35	38	49	12	28	23	14	21	-0.85	258(29)	335(38)	203(23)	94(11)	
<i>Manacus candei</i>	F	1	2	4	6	7	5	10	5	3	2	2	2	2	3	1	1	-0.31	5(9)	34(62)	14(25)	2(4)		
<i>Tunchiornis ochraceiceps</i>	FI	29	16	17	24	18	35	27	21	23	15	11	18	10	11	14	13	4	16	-0.64	85(26)	61(19)	95(30)	81(25)
<i>Microcerulus philomela</i>	FI	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	-	-	2(12)	1(6)	14(82)	
<i>Phaegopodus maculipectus</i>	FI	2	1	2	4	3	4	5	2	1	4	4	4	2	2	1	1	1	-	-	11(42)	11(42)	4(15)	
<i>Henicorhina leucosticta</i>	FI	27	34	28	26	23	19	29	31	28	29	28	23	20	21	16	7	20	12	-0.71	93(22)	64(15)	92(22)	172(41)
<i>Ramphocelus melanurus</i>	FI	2	2	5	2	4	1	4	4	2	1	1	2	2	1	1	1	1	-0.41	5(15)	14(41)	5(15)	10(29)	
<i>Myadestes unicolor</i>	F	1	2	1	11	1	7	4	5	1	7	2	1	11	3	9	1	1	1	-0.33	12(33)	7(19)	6(17)	11(31)
<i>Turdus assimilis</i>	O	6	1	3	18	4	5	1	7	2	1	11	3	9	1	1	7	-0.07	16(20)	8(10)	25(31)	31(39)		
<i>Batisleuterus culicitorus</i>	FI	1	3	3	2	1	2	2	6	2	3	1	1	4	2	6	0.20	-	-	-	-	-	39(100)	
<i>Lanius aurantius</i>	SI	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	-	2(13)	3(20)	4(27)	6(40)		
<i>Arremon aurantiirostris</i>	O	4	6	1	1	1	2	1	2	3	8	3	1	2	1	2	-0.03	12(36)	10(30)	11(33)	-			
<i>Habia rubica</i>	FI	4	4	5	5	9	12	2	7	2	6	9	6	4	2	4	3	6	-0.20	6(6)	6(6)	25(27)	57(61)	
<i>Habia fuscicauda</i>	FI	4	5	6	3	1	2	8	11	13	8	9	10	7	2	8	1	4	1	-0.05	28(27)	26(25)	48(47)	1(1)
<i>Cyanoloxia cyanoides</i>	O	4	6	3	4	7	3	8	1	1	3	4	2	1	4	2	2	-0.50	20(36)	26(47)	9(16)	-		
<i>Euphonia gouldii</i>	F	60	18	26	49	31	50	27	40	34	19	16	17	24	27	14	6	25	19	-0.62	137(27)	84(17)	180(36)	101(20)

^a F: frugivore, N: nectarivore, SI: sallying insectivore, BI: bark insectivore, FI: foliage insectivore, O: omnivore.

insectivores, 7 as bark insectivores, 15 as foliage insectivores, and 4 as omnivores. We captured a total of 8435 individuals for these 53 species. The foraging guild with the higher number of captures was the nectarivore guild (1915), followed by frugivores (1676), foliage insectivores (1607), omnivores (1331), bark insectivores (975), and sallying insectivores (931). Several guilds were dominated by one or a few species, omnivores being the most extreme case: 87% of captures were for a single species, the Ochre-bellied Flycatcher (*Mionectes oleagineus*). Frugivores were dominated by the Red-capped Manakin (*Ceratopipra mentalis*), with 53% of captures, and nectarivores were dominated by the Long-billed Hermit (*Phaethornis longirostris*), with

49% of captures. Bark insectivores were mostly represented by two species: Tawny-winged Woodcreeper (*Dendrocincla anabatina*) with 35% of captures, and the Wedge-billed Woodcreeper (*Glyphonyynchus spirurus*), with

Table 3. Statistics for fitted models of bird abundance in Cerro San Gil Watershed Protection Reserve, eastern Guatemala. Predictive variables included in models are described in table 1.

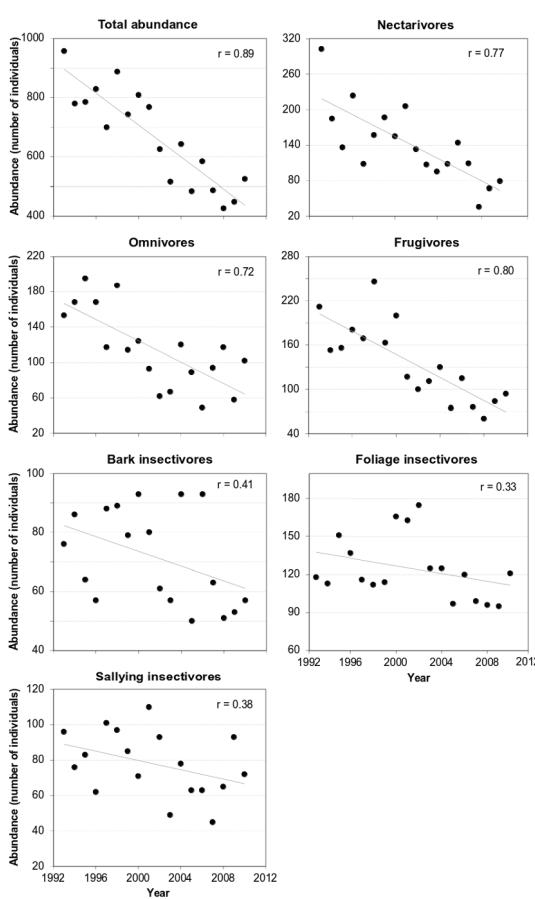


Figure 5. Temporal trends in total bird abundance and abundances for each foraging guild during the study period in Cerro San Gil Watershed Protection Reserve, eastern Guatemala. Pearson correlation coefficients between year and abundance are shown.

	AICc	w _i
Total abundance		
Wet + Trend	215.3	0.60
Wet + Dry + Trend	216.1	0.40
Annual + Trend	295.9	0.00
Dry + Trend	379.7	0.00
Trend	379.8	0.00
Nectarivores		
Wet + Dry + Trend	236.4	0.99
Dry + Trend	246.4	0.01
Annual + Trend	277.7	0.00
Wet + Trend	336.3	0.00
Trend	346.2	0.00
Omnivores		
Wet + Dry + Trend	101.8	1.00
Wet + Trend	116.4	0.00
Dry + Trend	121.9	0.00
Trend	138.6	0.00
Annual + Trend	140.2	0.00
Frugivores		
Wet + Dry + Trend	141.4	0.99
Wet + Trend	150.3	0.01
Annual + Trend	180.1	0.00
Dry + Trend	215.3	0.00
Trend	226.3	0.00
Bark insectivores		
Wet + Trend	51.2	0.72
Wet + Dry + Trend	53.4	0.25
Annual + Trend	57.7	0.03
Trend	65.9	0.00
Dry + Trend	68.0	0.00
Foliage insectivores		
Annual + Trend	70.9	0.53
Trend	72.6	0.23
Dry + Trend	73.9	0.12
Wet + Trend	74.6	0.08
Wet + Dry + Trend	76.0	0.04
Sallying insectivores		
Wet + Trend	58.9	0.75
Wet + Dry + Trend	61.0	0.25
Trend	77.7	0.00
Annual + Trend	78.6	0.00
Dry + Trend	79.8	0.00

51% of captures. The other two guilds were more even in their distribution of individuals per species, although two or three species were significantly more abundant than other members of the guild.

When only considering the relationship between abundance and year (without considering rainfall effects), total abundance and the abundance of nectarivores, frugivores and omnivores showed significant, strong declines (Fig. 5). Fitted models of bird abundance with the highest support were those with wet-season rainfall, dry-season rainfall and temporal trend (average $w_i = 0.56$; Table 3), followed by the model containing wet-season rainfall and temporal trend (average $w_i = 0.31$). All other model types had average weights < 0.1 (Table 3). Upon consideration of weighted model averages, wet-season rainfall had the greatest positive effect on abundance, especially for total abundance and abundance of frugivores, followed by bark insectivores

and sallying insectivores (Fig. 6). In other words, total abundance and abundance for these guilds increased with increasing wet-season rainfall in the previous year. Foliage insectivore abundance was positively related to annual rainfall, but this effect was weak (the 95% confidence interval includes 0; Fig. 6). Nectarivore abundance was mainly affected by dry-season rainfall. Also, dry-season effects were negatively related to omnivore and frugivore abundance (greater abundance when the previous dry season had less rain), but these effects were weak. Finally, once rainfall effects had been taken into account, total abundance and the abundance of several guilds still showed decreases in abundance that were independent of rainfall. This was the case for total abundance, nectarivores, omnivores, frugivores, and to a lesser degree, foliage insectivores (Fig. 6).

DISCUSSION

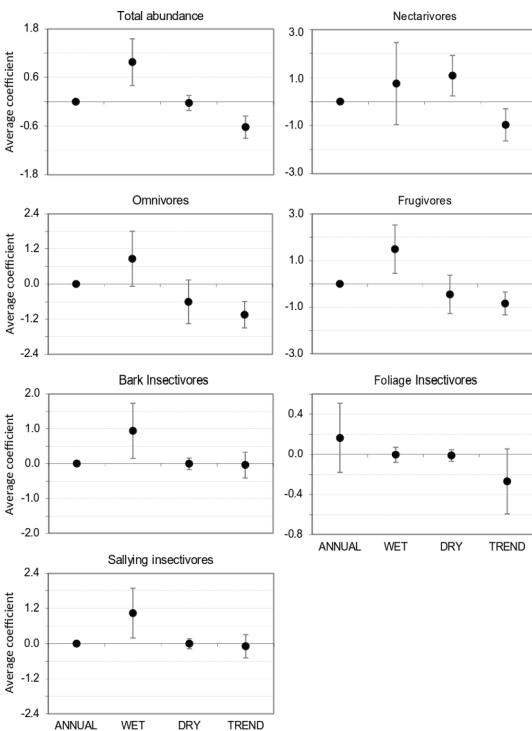


Figure 6. Average coefficients (weighted by Akaike weights) of fitted models of bird abundance in Cerro San Gil Watershed Protection Reserve, eastern Guatemala. Predictive variables included in models are described in table 1. Error bars show 95% confidence intervals.

In general, our results provide strong evidence of large, community-wide declines in bird abundance. More importantly, these declines were strongly associated with declines in rainfall amount. We hypothesized that precipitation has a direct effect on vegetation and insect productivity, and thus bird abundance is indirectly affected by rainfall amount, through its direct effects on bird resources (mainly food) (Powell et al. 2015). This hypothesis is consistent with the fact that most bird foraging guilds were strongly and negatively affected by decreases in rainfall amount, and thus the temporal decrease in rainfall is having an overall, community-wide effect. This result is also consistent with several, more species-focused studies in north temperate latitudes, which found direct evidence of a positive effect of rainfall amount on bird resources, and consequently on bird population dynamics (Sillett et al. 2000, Nott et al. 2002, Jones et al. 2003, Both and Visser 2005, Anders and Post 2006). In addition, in a Jamaican tropical dry forest, Brown and Sherry (2006) found that decreased precipitation associated with the dry season resulted in reduced arthropod activity at a time when migrants needed to accumulate fat in preparation for migration, causing a decrease in body condition of birds immediately prior to migration, which can in turn have demographic consequences on the breeding grounds

(Morrisette et al. 2010, Norris 2005, Norris and Taylor 2006).

In our study site in eastern tropical Guatemala, total abundance of birds and the abundance of most foraging guilds (except for nectarivores and foliage insectivores) were mainly affected by wet-season precipitation. Because fruiting periods and insect biomass both peak during the rainy season, it is consistent that frugivore abundance, and bark and sallying insectivore abundance were related to wet-season rainfall. Omnivore abundance, which mainly consisted of one species that feeds on fruits and insects, the Ochre-bellied Flycatcher, was also strongly and positively associated to wet-season rainfall. Note that the fact that the omnivore guild was mainly represented by one species is clearly a caveat of the guild approach, if a guild is excessively dominated by a single species. It would probably not be an exaggeration to say that results related to this guild in fact reflect what is happening to this particular species. Species-specific analyses for this flycatcher are then called for.

Of the insectivores, only the foliage insectivores did not follow the pattern of association to wet-season rainfall, being only weakly associated to annual rainfall. Although using the guild approach might provide hypotheses on the observed declines (because of the logical causal chains between rainfall, plant and insect biomass and bird abundance), it might also clearly mask species-specific patterns. Several species for this guild had strong negative associations with "year" (a negative Pearson correlation coefficient; Table 2), indicating a negative population trend. It is thus a possibility that the grouping of species under the "foliage insectivore" denomination might be masking important species-specific patterns. A revision of the grouping strategy may be called for, and for those species which in principle indicate strong declines, specific analyses are necessary for a clearer picture regarding their population status.

The nectarivores were the only guild to be associated with dry-season precipitation. In a study carried out in Costa Rica, Stiles (1992) found severe negative effects on the local population of the Long-billed Hermit due to an unusual drought that caused a severe flower shortage during the peak of the breeding season, which occurs during the drier

months of the year. In our study site, this species is the most abundant understory hummingbird. It is thus plausible that the same mechanism that affected the Costa Rican population affected our local hummingbird population, given our result, thus providing some evidence for the bottle-neck hypothesis (Williams and Middleton 2008); i.e., that the amount of rainfall during the dry season, when flowering and hummingbird reproductive activity peaks, is a key driver of hummingbird populations.

Additional temporal decreases in abundance independent of rainfall amount in the previous year were detected for frugivores, nectarivores and omnivores. Evidently, the effects of the amount of rainfall may not only be limited to the rainy season immediately prior to captures, but to the amount of rainfall received in previous years. Time-lagged or carry-over effects are those effects of events that occur in one season but influence individual or population success in the following seasons, and recent empirical evidence suggests they may play an important role in bird population dynamics (Metcalfe and Monaghan 2001, Norris 2005, Brown and Sherry 2006, Norris and Marra 2007, Morrisette et al. 2010). For example, the reproductive success of long-distance migratory birds is influenced by the quality of habitat in their wintering grounds in the season prior to breeding (Norris et al. 2004, Norris and Taylor 2006). Additionally, because of delayed parental care and reproduction in tropical birds (Stutchbury and Morton 2001, 2008, Russell et al. 2004), these effects may be evidenced much later during the life cycles of birds. Consequently, the total decline may be associated with different environmental effects (such as a reduction in rainfall) affecting different components (i.e., age classes) in bird populations, at different points in time.

Beyond those effects of precipitation amount which directly impact bird resources, other indirect pathways may exist of the effects of changes in climatic regimes. For example, Chase et al. (2005) found that for Song Sparrows (*Melospiza melodia*), nest predation rates were lower in wetter years, and Martin (2001) describes similar indirect effects of weather on reproductive success: changes in weather caused four bird species to shift to microhabitats that yielded decreased nesting

success. Biotic changes due to increasing temperature might also be expected: as climate warms, many types of vegetation and dependent organisms (including fruit trees and insects that many birds depend on) are expected to shift their distributions to track their preferred microclimates, possibly causing dispersal to higher altitudes (Sekercioglu et al. 2012). Thus, tropical lowland communities may experience net biotic attrition, as a result of the species moving to higher elevations not being replaced by other ones (Colwell et al. 2008, Harris et al. 2011, Sekercioglu et al. 2012). Lastly, synergies of climate change with other threats, such as habitat loss, emerging diseases, invasive species, and hunting may exacerbate the effects of climate change on tropical birds (Sekercioglu et al. 2012).

In conclusion, we detected strong, community-wide declines in species abundance, and these declines were strongly associated with declines in rainfall amount. Most importantly, the magnitude of the association between rainfall and bird abundance is large and not limited to a particular foraging guild, and we thus advocate a much greater effort to investigate current associations of animal abundance with weather, especially rainfall decline (and increase), in tropical regions. A more comprehensive understanding of the effects of climate change on the biotic abundance in tropical ecosystems is strongly needed to propose conservation actions for these diverse ecosystems.

ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank the Foundation of Ecodevelopment and Conservation (FUNDAECO) of Guatemala, Neotropical Bird Conservation Act-USFWS, The Nature Conservancy-Tennessee Chapter, and the French Global Environmental Facility (Fond Français pour l'Environnement Mondial, FFEM), for financial support to carry out this research.

LITERATURE CITED

- AMERICAN ORNITHOLOGICAL SOCIETY (2016) *Checklist of North and Middle American birds*. American Ornithological Society, Chicago (URL: <http://checklist.aou.org/>)
- ANDERS AD AND POST E (2006) Distribution-wide effects of climate on population densities of a declining migratory bird. *Journal of Animal Ecology* 75:221–227
- ANDERSON DR, BURNHAM KP AND THOMPSON WL (2000) Null hypothesis testing: problems, prevalence and an alternative. *Journal of Wildlife Management* 64:912–923
- BEEVER EA, RAY C, WILKENING JL, BRUSSARD PF AND MOTE PW (2011) Contemporary climate change alters the pace and drivers of extinction. *Global Change Biology* 17:2054–2070
- BLAKE JG AND LOISELLE BA (2015) Enigmatic declines in bird numbers in lowland forest of eastern Ecuador may be a consequence of climate change. *PeerJ* 3:e1177
- BONEBRAKE TC, PONISIO LC, BOGGS CL AND EHRLICH PR (2010) More than just indicators: a review of tropical butterfly ecology and conservation. *Biological Conservation* 143:1831–1841
- BOTH C AND VISSER ME (2005) The effect of climate change on the correlation between avian life-history traits. *Global Change Biology* 11:1606–1613
- BROWN DR AND SHERRY TW (2006) Food supply controls the body condition of a migrant bird wintering in the tropics. *Oecologia* 149:22–32
- BURNHAM KP AND ANDERSON DR (1998) *Model selection and inference. A practical information-theoretic approach*. Springer-Verlag, New York
- BURNHAM KP AND ANDERSON DR (2001) Kullback-Leibler information as a basis for strong inference in ecological studies. *Wildlife Research* 28:111–119
- CAO M, PRINCE SD, SMALL J AND GOETZ SJ (2004) Remotely sensed interannual variations and trends in terrestrial net primary productivity 1981–2000. *Ecosystems* 7:233–242
- CATTANIO JH, ANDERSON AB, ROMBOLD JS AND NEPSTAD DC (2004) Phenology, litterfall, growth, and root biomass in a tidal floodplain forest in the Amazon estuary. *Brazilian Journal of Botany* 27:703–712
- CEREZO A, RAMÍREZ M, LÓPEZ A AND JAVIER O (2012) *The resident and migratory bird monitoring program of the Caribbean region of Guatemala: description and recent results*. Foundation for Ecodevelopment and Conservation, Guatemala
- CHASE MK, NUR N AND GEUPEL GR (2005) Effects of weather and population density on reproductive success and population dynamics in a Song Sparrow (*Melospiza melodia*) population: a long-term study. *Auk* 122:571–592
- CHEN I, SHIU H, BENEDICK S, HOLLOWAY JD, CHEY VK, BARLOW HS, HILL JK AND THOMAS CD (2004) Elevation increases in moth assemblages over 42 years on a tropical mountain. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101:1479–1483
- CLELAND EE, CHUINE I, MENZEL A, MOONEY HA AND SCHWARTZ MD (2007) Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecology and Evolution* 22:357–365
- COLWELL RK, BREHM G, CARDELÚS CL, GILMAN AC AND LONGINO JT (2008) Global warming, elevational range shifts, and lowland biotic attrition in the wet tropics. *Science* 322:258–261

- CRICK HQP (2004) The impact of climate change on birds. *Ibis* 146 (Suppl.):48–56
- DENLINGER DL (1980) Seasonal and annual variation of insect abundance in the Nairobi National Park, Kenya. *Biotropica* 12:100–106
- DORMANN CF, ELITH J, BACHER S, BUCHMANN C, CARL G, CARRÉ G, GARCÍA MARQUÉZ JR, GRUBER B, LAFOURCADE B, LEITAO PJ, MÜNKEMÜLLER T, McCLEAN C, OSBORNE PE, REINEKING B, SCHRÖDER B, SKIDMORE AK, ZURELL D AND LAUTENBACH S (2013) Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography* 36:27–46
- FAABORG JW, ARENDT J, TOMS JD, DUGGER KM, COX WA AND MORA MC (2013) Long-term decline of a winter-resident bird community in Puerto Rico. *Biodiversity and Conservation* 22:63–75
- FODEN WB, BUTCHART SHM, STUART SN, VIÉ JC, AKCAKAYA HR, ANGULO A, DEVANTIER LM, GUTSCHE A, TURAK E, CAO L, DONNER SD, KATARIYA V, BERNARD R, HOLLAND RA, HUGHES AF, O'HANLON SE, GARNETT ST, SEKERCIOGLU CH AND MACE GM (2013) Identifying the world's most climate change vulnerable species: a systematic trait-based assessment of all birds, amphibians and corals. *PLoS One* 8:e65427
- FRANKIE GW, BAKER HG AND OPLER PA (1974) Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62:881–919
- FRITH CB AND FRITH DW (1985) Seasonality of insect abundance in an Australian upland tropical rainforest. *Australian Journal of Ecology* 10:237–248
- GORDO O AND SANZ JJ (2006) Climate change and bird phenology: a long-term study in the Iberian Peninsula. *Global Change Biology* 12:1993–2004
- GRAHAM MH (2003) Confronting multicollinearity in ecological multiple regression. *Ecology* 84:2809–2815
- HARRIS JB, SEKERCIOGLU CH, SODHI NS, FORDHAM DA, PATON DC AND BROOK BW (2011) The tropical frontier in avian climate impact research. *Ibis* 153:877–882
- HOLMGREN M, SCHEFFER M, EZCURRA E, GUTIÉRREZ JR AND MOHREN GM (2001) El Niño effects on the dynamics of terrestrial ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution* 16:89–94
- INSIVUMEH (2012) *Climatic data for the 1993–2010 period*. Instituto Guatemalteco de Vulcanología, Metereología e Hidrología, Guatemala
- IPCC (2014) *Climate change 2014. Impacts, adaptation and vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change, New York
- JETZ W, WILCOVE DS AND DOBSON AP (2007) Projected impacts of climate and land-use change on the global diversity of birds. *PLoS Biology* 5:1211–1219
- JONES J, DORAN PJ AND HOLMES RT (2003) Climate and food synchronize regional forest bird abundances. *Ecology* 84:3024–3032
- KARR JR AND BRAWN JD (1990) Food resources of understorey birds in Central Panama: quantification and effects on avian populations. *Studies in Avian Biology* 13:58–64
- LOISELLE BA AND BLAKE JG (1991) Variation in resource abundance affects capture rates of birds in three lowland habitats in Costa Rica. *Auk* 108:114–130
- LOWMAN MD (1982) Seasonal variation in insect abundance among three Australian rain forests, with particular reference to phytophagous types. *Australian Journal of Ecology* 7:353–361
- MAHLI Y AND WRIGHT J (2004) Spatial patterns and recent trends in the climate of tropical rainforest regions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B* 359:311–329
- MARTIN TE (2001) Abiotic vs. biotic influences on habitat selection of coexisting species: climate change impacts? *Ecology* 82:175–188
- METCALFE NB AND MONAGHAN P (2001) Compensation for a bad start: grow now, pay later? *Trends in Ecology and Evolution* 16:254–260
- MORRISSETTE M, BÉTY J, GAUTHIER G, REED A AND LEFEBVRE J (2010) Climate, trophic interactions, density dependence and carry-over effects on the population productivity of a migratory Arctic herbivorous bird. *Oikos* 119:1181–1191
- NEELIN JD, MÜNNICH M, SU H, MEYERSON JE AND HOLLOWAY CE (2006) Tropical drying trends in global warming models and observations. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103:6110–6115
- NORRIS DR (2005) Carry-over effects and habitat quality in migratory populations. *Oikos* 109:178–186
- NORRIS DR AND MARRA PP (2007) Seasonal interactions, habitat quality, and population dynamics in migratory birds. *Condor* 109:535–547
- NORRIS DR, MARRA PP, KYSER TK, SHERRY TW AND RATCLIFFE LM (2004) Tropical winter habitat limits reproductive success on the temperate breeding grounds in a migratory bird. *Philosophical Transactions of the Royal Society, B* 271:59–64
- NORRIS DR AND TAYLOR CM (2006) Predicting the consequences of carry-over effects for migratory populations. *Biological Letters* 2:148–151
- NORTH AMERICAN BIRD BANDING COUNCIL (2001) *The North American Bird Banding Council's study guide*. North American Bird Banding Council, Point Reyes
- NOTT MP, DESANTE DF, SIEGEL RB AND PYLE P (2002) Influences of the El Niño/Southern Oscillation and the North Atlantic Oscillation on avian productivity in forests of the Pacific Northwest of North America. *Global Ecology and Biogeography* 11:333–342
- PARMESAN C (2006) Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 37:637–669
- POLLOCK KH, NICHOLS JD, SIMONS TR, FARNSWORTH GL, BAILEY LL AND SAUER JR (2002) Large scale wildlife monitoring studies: statistical methods for design and analysis. *Environmetrics* 13:105–119
- POLLOCK KH AND OTTO MC (1983) Robust estimation of population size in closed animal populations from capture-recapture experiments. *Biometrics* 39:1035–1049

- POULIN B, LEFEBVRE G AND MCNEIL R (1992) Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. *Ecology* 73:2295–2309
- POWELL LL, CORDEIRO NJ AND STRATFORD JA (2015) Ecology and conservation of avian insectivores of the rainforest understory: a pantropical perspective. *Biological Conservation* 188:1–10
- R CORE TEAM (2014) *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna (URL: <http://www.R-project.org/>)
- RAUSCHER SA, GIORGI F, DIFFENBAUGH NS AND SETH A (2008) Extension and intensification of the Meso-American mid-summer drought in the twenty-first century. *Climate Dynamics* 31:551–571
- ROOT TL AND SCHNEIDER SH (2002) Climate change: overview and implications for wildlife. Pp. 1–56 in: SCHNEIDER SH AND ROOT TL (eds) *Wildlife responses to climate change: North American case studies*. Island Press, Washington DC
- RUSSELL EM, YOM-TOV Y AND GEFFEN E (2004) Extended parental care and delayed dispersal: northern, tropical, and southern passerines compared. *Behavioral Ecology* 15:831–838
- SAATCHI SS, HOUGHTON RA, DOS SANTOS ALVALÁ RC, SOARES JV AND YU Y (2007) Distribution of above-ground live biomass in the Amazon basin. *Global Change Biology* 13:816–837
- VAN SCHAIK CP, TERBORGH JW AND WRIGHT SJ (1993) The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24:353–377
- SCHLOSS AL, KICKLIGHTER DW, KADUK J AND WITTENBERG U (1999) Comparing global models of terrestrial net primary productivity (NPP): comparison of NPP to climate and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). *Global Change Biology* 5:25–34
- SCHUUR EA (2003) Productivity and global climate revisited: the sensitivity of tropical forest growth to precipitation. *Ecology* 84:1165–1170
- SEKERCIOGLU CH, PRIMACK RB AND WORMWORTH J (2012) The effects of climate change on tropical birds. *Biological Conservation* 148:1–18
- SILLETT TS, HOLMES RT AND SHERRY TW (2000) Impacts of a global climate cycle on population dynamics of a migratory songbird. *Science* 288:2040–2042
- STILES FG (1992) Effects of a severe drought on the population biology of a tropical hummingbird. *Ecology* 73:1375–1390
- STILES FG AND SKUTCH AF (1989) *A guide to the birds of Costa Rica*. Cornell University, Ithaca
- STUTCHBURY BJM AND MORTON ES (2001) *Behavioral ecology of tropical birds*. Academic Press, London
- STUTCHBURY BJM AND MORTON ES (2008) Recent advances in the behavioral ecology of tropical birds. *Wilson Journal of Ornithology* 120:26–37
- STYRSKY JN AND BRAWN JD (2011) Annual fecundity of a Neotropical bird during years of high and low rainfall. *Condor* 113:194–199
- TERBORGH J, ROBINSON SK, PARKER TA III, MUNN CA AND PIERPONT N (1990) Structure and organization of an Amazonian forest bird community. *Ecological Monographs* 60:213–238
- THOMAS CD, CAMERON A, GREEN RE, BAKKENES M, BEAUMONT LJ, COLLINGHAM YC, ERASMUS BFN, FERREIRA DE SIQUEIRA M, GRAINGER A, HANNAH L, HUGHES L, HUNTLEY B, VAN JAARSVELD AS, MIDGLEY GF, MILES L, ORTEGA-HUERTA MA, PETERSON AT, PHILLIPS OL AND WILLIAMS SE (2004) Extinction risk from climate change. *Nature* 427:145–148
- VINCENT PJ AND HAWORTH JM (1983) Poisson regression models of species abundance. *Journal of Biogeography* 10:153–160
- VISSEER ME, BOTH C AND LAMBERTHETS MM (2004) Global climate change leads to mistimed avian reproduction. *Advances in Ecological Research* 35:89–110
- WALTHER G, POST E, CONVEY P, MENZEL A, PARMESAN C, BEEBEE TJC, FROMENTIN J, HOEGH-GULDBERG O AND BAIRLEIN F (2002) Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416:389–395
- WILLIAMS BK, NICHOLS JD AND CONROY MJ (2002) *Analysis and management of animal populations*. Academic Press, New York
- WILLIAMS SE AND MIDDLETON J (2008) Climatic seasonality, resource bottlenecks, and abundance of rainforest birds: implications for global climate change. *Diversity and Distributions* 14:69–77
- WOLDA H (1978) Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. *Journal of Animal Ecology* 47:369–381
- WOLFE JD, PYLE P AND RALPH CJ (2009) Breeding seasons, molt patterns, and gender and age criteria for selected northeastern Costa Rican resident landbirds. *Wilson Journal of Ornithology* 121:556–567
- WOLFE JD AND RALPH CJ (2009) Correlations between El Niño-Southern Oscillation and changes in Nearctic–Neotropic migrant condition in Central America. *Auk* 126:809–814
- WOLFE JD, RALPH CJ AND ELIZONDO P (2015) Changes in the apparent survival of a tropical bird in response to the El Niño Southern Oscillation in mature and young forest in Costa Rica. *Oecologia* 178:715–721
- ZUUR AF, IENO EN, WALKER NJ, SAVELIEV AA AND SMITH GM (2009) *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer, New York

USO DIFERENCIAL DE LOTES AGRÍCOLAS Y GANADEROS POR AVES TERRESTRES EN LA REGIÓN PAMPEANA, ARGENTINA

EMMANUEL ZUFIAURRE^{1,3}, MARIANO CODESIDO¹, AGUSTÍN M. ABBA² Y DAVID BILENCA¹

¹ Grupo de Estudios sobre Biodiversidad en Agroecosistemas (GEBA), Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires e IEGEBA (UBA-CONICET). Piso 4, Pab. 2, Ciudad Universitaria, C1428EHA Buenos Aires, Argentina.

² Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE), CCT-CONICET-La Plata-UNLP.

Calle 120 entre 61 y 62 s/n, B1902CHX La Plata, Buenos Aires, Argentina.

³ ezufiaurre@ege.fcen.uba.ar

RESUMEN.— En las últimas décadas, los agroecosistemas de la Región Pampeana en Argentina han sido objeto de cambios en los patrones de uso de la tierra caracterizados por la expansión de la agricultura en detrimento de pastizales y pasturas. Como resultado de la amplia adopción de la práctica de siembra directa, luego de la cosecha se registran en algunas zonas extensas áreas cubiertas con rastrojos. El objetivo de este trabajo es describir el ensamblaje de aves terrestres y comparar la riqueza específica y la abundancia a nivel comunitario y gremial de lotes agrícolas y ganaderos durante dos períodos contrastantes del año en los cuales los lotes agrícolas se encuentran en rastrojo. Se seleccionaron 25 sitios que fueron visitados en cuatro oportunidades: dos veces en primavera-verano y dos veces en otoño. En cada sitio y muestreo se eligieron dos lotes agrícolas y dos ganaderos independientes (392 lotes en total). En cada lote se registraron las aves en una transecta lineal de 700 m de largo y 100 m de ancho. Se registró un total de 75 especies. Los lotes ganaderos tuvieron una riqueza específica mayor que los agrícolas a lo largo de todo el estudio, aportada por una mayor riqueza de aves insectívoras. En primavera-verano hubo una mayor abundancia de aves en lotes ganaderos, particularmente de aves insectívoras. No hubo diferencias en la riqueza y la abundancia de aves granívoras entre lotes, aunque en el otoño se registró un marcado uso diferencial de los lotes agrícolas por parte de la especie granívora *Zenaida auriculata*, que acumuló el 36% de la abundancia en esos lotes agrícolas durante ese período. Los resultados muestran un empobrecimiento del ensamblaje de aves en lotes agrícolas con respecto a los ganaderos; es de esperar que estas tendencias se acentúen en la medida que se profundice la sustitución entre estos usos de la tierra.

PALABRAS CLAVE: *abundancia, agroecosistemas, escala local, gremio trófico, rastrojo, riqueza específica, uso de la tierra, Zenaida auriculata.*

ABSTRACT. DIFFERENTIAL USE OF CROP AND LIVESTOCK FIELDS BY LAND BIRDS IN THE PAMPAS REGION, ARGENTINA.— During the last decades, the Pampas Region of Argentina has witnessed an expansion of the croplands at the expense of grasslands and pastures. As a result of no-till system, after harvesting the region shows large areas with stubbles. The aim of this study is to describe the assemblage of land birds and compare species richness and abundance at the community guild levels in crop and livestock fields during two contrasting periods of the year, when croplands remains at stubbles stage. Twenty-five sites were selected and in each one four samplings were conducted: two in spring-summer and two in autumn. In each site and each sampling, two crop and two livestock fields were chosen, totalling 392 fields. Birds were recorded in each field using a linear transect of 700 m by 100 m. Seventy-five species were recorded. Livestock fields supported greater species richness than crop fields throughout the study, provided by highest insectivore species richness. In spring-summer, there was a higher abundance in livestock fields, mainly of insectivore birds. There were not significant differences in species richness and abundance of granivorous birds between land uses, even though in autumn there was a sharp differential use of crop fields by the granivorous species *Zenaida auriculata*, which accounted for 36% of total abundance in crop fields during that period. The results show that there is an impoverishment of the bird assemblage in crop fields with regard to livestock fields and it can be expected that these trends will be accentuated as long as the substitution between these different land uses deepens.

KEY WORDS: *abundance, agroecosystems, land use, local scale, species richness, stubbles, trophic guild, Zenaida auriculata.*

En los agroecosistemas, las prácticas agropecuarias generan cambios en los patrones de uso de la tierra con consecuencias sobre la biodiversidad, que afectan la estructura de las comunidades así como la dinámica de las poblaciones (Benton et al. 2003, Foley et al. 2005). Los ensambles de aves son sensibles a tales cambios, pudiendo responder tanto a escala regional como de paisaje o local (Benton et al. 2003, Robinson et al. 2004). No obstante, las respuestas ante estas modificaciones no son uniformes para todas las especies, sino más bien diferenciales, de modo tal que cada especie o conjunto de especies puede responder de manera particular (Robinson et al. 2001, Moorcroft et al. 2002). Así, ciertas especies son afectadas negativamente, lo que lleva a una disminución de su distribución o abundancia, mientras que otras pueden verse beneficiadas por las actividades agropecuarias (Wilson et al. 1996, Donald et al. 2006, Codesido et al. 2013), pudiendo incrementar sus números poblacionales hasta volverse, en algunos casos, perjudiciales para la agricultura (Bruggers et al. 1998, Bucher y Ranvaud 2006). Como los recursos alimenticios son un factor clave en la dinámica de las poblaciones de aves (Newton 1980, Martin 1987) y los cambios en los patrones de uso de la tierra en los agroecosistemas afectan la disponibilidad de los recursos tróficos (Benton et al. 2003, Wilson et al. 1999), las respuestas del ensamble de aves pueden, en principio, agruparse según los gremios tróficos a los que pertenecen las distintas especies (Atkinson et al. 2002, Apellaniz et al. 2012). Por otra parte, los efectos de la estacionalidad sobre la estructura de los ensambles en los agroecosistemas templados pueden exacerbarse por el acoplamiento de la variación estacional natural con la derivada de ciertas prácticas agropecuarias (Benton et al. 2003). A lo largo del año, los diversos elementos que configuran el paisaje rural sufren cambios en su estructura, fenología y régimen de disturbios, afectando la distribución y abundancia de la avifauna entre los distintos tipos de hábitats (Law y Dickman 1998, Atkinson et al. 2002, Leveau y Leveau 2011).

En las últimas décadas, los agroecosistemas de la Región Pampeana en Argentina han sido objeto de fuertes cambios en los patrones de uso de la tierra caracterizados por la expansión de la agricultura en detrimento de rotaciones agroganaderas, en donde los pastizales y pas-

turas han sido reemplazados por cultivos (Baldi y Paruelo 2008, Aizen et al. 2009). Este proceso se incrementó con la amplia adopción de la práctica de siembra directa conjuntamente con la aparición en el mercado de variedades de soja transgénica resistentes al herbicida glifosato (Trigo y Cap 2003, Aizen et al. 2009) y a variedades de cultivos de ciclo corto, lo que derivó en prácticas como el doble cultivo (trigo-soja) con una marcada expansión agrícola, particularmente en la provincia de Buenos Aires, donde la superficie cultivada pasó de 20–25% a fines de la década de 1980 hasta 30–35% hacia fines de la década de 2000 (INDEC 2004, 2009). De esta manera, al cabo de la cosecha fina en primavera-verano y de la cosecha gruesa en otoño, con la práctica sin labranza de la siembra directa es posible detectar extensas áreas con rastrojos de cultivos en los agroecosistemas pampeanos.

Hasta el presente son escasos los estudios en el Neotrópico en los que se analizaron los ensambles de aves durante el período en que los lotes agrícolas se encuentran en rastrojo, si bien en regiones agroganaderas templadas del Hemisferio Norte ha sido ampliamente documentada la importancia que tienen estos ambientes para algunas especies de aves (Buckingham et al. 1999, Robinson y Sutherland 1999, Moorcroft et al. 2002, Robinson et al. 2004). En particular, en Argentina buena parte de los estudios sobre ensambles de aves de agroecosistemas de la Región Pampeana se han llevado a cabo a escala de paisaje (Filloy y Bellocq 2007, Codesido et al. 2008, 2011, 2013, Apellaniz et al. 2012, Weyland et al. 2014), mientras que son más escasos y puntuales los estudios sobre las aves y el uso de los lotes a escala local o bien los que consideran, además, diferentes períodos del año (Leveau y Leveau 2004, 2011). En función de estos antecedentes, en este trabajo se plantean como hipótesis (1) que los lotes bajo uso ganadero retienen una mayor fracción de la riqueza del ensamble de aves en relación a los lotes agrícolas (Codesido et al. 2008), y (2) que existe un uso diferencial de los lotes por parte de los gremios tróficos, con una mayor riqueza y abundancia de aves insectívoras en los lotes ganaderos y de aves granívoras en los lotes agrícolas (Wilson et al. 1996, Atkinson et al. 2002). El objetivo del trabajo es describir el ensamble de aves terrestres y poner a prueba estas hipótesis en agroecosistemas de la Región Pampeana de la provin-

cia de Buenos Aires durante dos períodos contrastantes del año en que los lotes agrícolas se encuentran en la etapa de rastrojo, coincidentemente con el período reproductivo y no reproductivo de las aves.

MÉTODOS

El área de estudio abarca aproximadamente 225 000 km² (500 km de norte a sur, 450 km de este a oeste) en la Región Pampeana, Argentina (Fig. 1). El clima es templado, con temperaturas promedio que varían entre 15–18 °C, con precipitaciones promedio anuales que decrecen de 1100 mm en el NE a 600 mm en el SO (Soriano et al. 1991). Originalmente, la vegetación nativa era una estepa graminosa dominada por pastos de los géneros *Nasella*, *Piptochaetium*, *Aristida*, *Bromus* y *Poa* (Cabrera 1976); en la actualidad los pastizales naturales han sido reemplazados por agroecosistemas con producción intensiva de cultivos y pastoreo vacuno (Volante et al. 2015). Los ambientes bajo uso ganadero están compuestos por pasturas perennes o anuales o por pastizales seminaturales, mientras que en los lotes bajo uso agrícola predominan los cultivos de soja, maíz y girasol en verano, y de trigo y cebada en invierno (Bolsa de Cereales 2015). Las prácticas agrícolas en la región son predominantemente bajo siembra directa (80–90%; Bolsa de Cereales 2015).

Se seleccionaron 25 sitios en el área de estudio (Fig. 1) y se realizaron cuatro muestreos en cada uno de ellos: dos en primavera-verano (diciembre-enero de 2011-2012 y 2012-2013) y dos en otoño (abril-junio de 2012 y 2013). En cada sitio y muestreo se eligieron cuatro lotes independientes entre sí, dos bajo uso agrícola y dos bajo uso ganadero, separados al menos por 1500 m entre sí. Los lotes agrícolas (de unas 43 ha de promedio; rango: 15–180 ha) estaban en estado de rastrojo (en primavera-verano con rastrojo de trigo, cebada y centeno; en otoño con rastrojo de soja, maíz, girasol y sorgo) y en todos los casos fueron muestreados a los pocos días de ser cosechados. Los lotes ganaderos (unas 47 ha de promedio; rango: 15–316 ha) incluyeron pasturas de alfalfa, trébol y ryegrass, mientras que los pastizales seminaturales estaban dominados por *Paspalum* sp., *Nasella* sp. y *Festuca* sp. Para asegurar la independencia temporal entre datos, a lo largo de todos los muestreos

se eligieron siempre lotes diferentes, totalizando 392 lotes (en diciembre de 2011 no se pudo muestrear dos sitios por problemas logísticos).

Los muestreos de aves fueron realizados durante las cuatro horas posteriores al amanecer por un mismo observador. Dentro de cada lote y evitando los bordes (50 m) se estableció una transecta lineal de ancho fijo de 700 m de largo y 100 m de ancho (Bibby et al. 2000). Se recorrió cada transecta a paso constante (aproximadamente 15 min) registrando todas las aves vistas u oídas dentro de la transecta, incluyendo las aves posadas o en vuelo debajo de los 15 m (Azpiroz y Blake 2009), con un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 5880 min (98 h). Se clasificaron las especies según su estatus de residencia y el gremio trófico al que pertenecen (Codesido 2010).

Se realizaron análisis estadísticos separados para cada período (primavera-verano y



Figura 1. Ubicación de los 25 sitios de muestreo (puntos negros) en agroecosistemas de la Región Pampeana (área gris) de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Tabla 1. Riqueza específica y abundancia de aves terrestres registradas en lotes agrícolas y ganaderos en primavera-verano y en otoño en agroecosistemas de la Región Pampeana de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

	Primavera-verano		Otoño	
	Agrícola	Ganadero	Agrícola	Ganadero
Riqueza específica				
Total	64	66	44	52
Especies residentes	51	53	37	44
Especies migrantes	13	13	7	8
Abundancia				
Total	4820	6651	8282	6057
Especies residentes	4288	6045	7768	5818
Especies migrantes	532	606	514	239

otoño). En cada caso, se estimó para cada transecta la riqueza específica (número de especies por transecta) y la abundancia (número de individuos por transecta). Luego, se comparó la riqueza y la abundancia promedio, tanto a nivel del ensamble como gremial, entre lotes bajo uso agrícola y ganadero con pruebas de ANOVA de una vía (Zar 1996), transformando los datos cuando no se cumplieron los supuestos o, en su defecto, con pruebas no paramétricas de Mann-Whitney (Balzarini et al. 2008). Para estas comparaciones se consideraron solo las especies con una ocupación mayor al 1% del total de las 392 transectas analizadas, de modo tal de excluir a las especies raras del análisis (Codesido et al. 2012). Además, se compararon las abundancias promedio entre usos para cada especie dominante (que sumadas comprendieron el 80% de la abundancia total del ensamble en cada período) con pruebas de Mann-Whitney (Balzarini et al. 2008). Finalmente, se compararon los porcentajes de ocupación de las transectas entre los distintos usos con pruebas de diferencias de proporciones (Zar 1996), las cuales fueron aplicadas a las especies que estuvieron presentes en más del 10% de las transectas en cada período (Codesido et al. 2012). En estas dos últimas comparaciones se controló el alfa global del análisis al considerar que las diferencias fueran significativas con un valor de $P < 0.01$. Sin embargo, para el resto de las comparaciones se utilizó un valor de $P < 0.05$. Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el programa Infostat (Di Rienzo et al. 2012).

RESULTADOS

Se registró un total de 25810 individuos pertenecientes a 75 especies de aves, de los cuales 11471 (44%), pertenecientes a 69 especies, correspondieron a los muestreos de primavera-verano, mientras que 14339 individuos (56%), pertenecientes a 57 especies, fueron registrados en otoño (Tabla 1). Del total de especies, 56 (75%) fueron residentes, 10 (13%) migrantes estivales neotropicales, 2 (3%) migrantes estivales neárticas y 7 (9%) migrantes invernales (Tabla 2). En primavera-verano, las especies migrantes estivales representaron menos del 10% de la abundancia del ensamble (10% en lotes agrícolas y 8% en ganaderos), mientras que en otoño las migrantes invernales representaron menos del 5% de la abundancia del ensamble (6% en lotes agrícolas y 2% en ganaderos).

La riqueza específica del ensamble en primavera-verano fue mayor en los lotes ganaderos que en los agrícolas ($F_{1,190} = 10.9$, $P = 0.001$), particularmente para las especies insectívoras ($F_{1,190} = 12.1$, $P = 0.0006$), quienes fueron a su vez las especies más numerosas del ensamble (Fig. 2a). El mismo patrón se observó en la abundancia, ya que los lotes ganaderos mostraron una abundancia mayor que los agrícolas ($F_{1,190} = 7.9$, $P = 0.005$), siendo esta diferencia aportada también por las aves insectívoras ($F_{1,190} = 6.9$, $P = 0.009$). No se registraron diferencias en la riqueza ni en la abundancia de las especies granívoras entre lotes (Fig. 2a).

En primavera-verano, 14 de las 69 especies registradas durante el período concentraron

Tabla 2. Abundancia acumulada de individuos de las especies de aves terrestres registradas en primavera-verano y en otoño en agroecosistemas de la Región Pampeana de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Para cada especie se indica el gremio trófico y su estatus de residencia. Las especies están ordenadas en función de su abundancia acumulada sobre el total de las 392 transectas.

	Gremio ^a	Estatus ^b	Primavera-verano	Otoño
<i>Zenaida auriculata</i>	G	R	1433	3834
<i>Vanellus chilensis</i>	I	R	1415	2123
<i>Plegadis chihi</i>	I	R	1177	1465
<i>Myiopsitta monachus</i>	G	R	746	1511
<i>Sicalis luteola</i>	G	R	978	1200
<i>Milvago chimango</i>	C	R	590	505
<i>Anthus spp.^c</i>	I	R	-	998
<i>Patagioenas picazuro</i>	G	R	281	382
<i>Sturnella superciliaris</i>	I	R	555	78
<i>Bubulcus ibis</i>	I	R	608	15
<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	C	R	171	403
<i>Anthus furcatus</i>	I	R	566	-
<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	I	Neo	323	84
<i>Thinocorus rumicivorus</i>	G	MI	30	281
<i>Anthus chacoensis</i>	I	Neo	261	-
<i>Zonotrichia capensis</i>	G	R	248	7
<i>Anthus correndera</i>	I	R	227	-
<i>Nothura maculosa</i>	O	R	136	68
<i>Tyrannus savana</i>	I	Neo	193	-
<i>Pseudoleistes virescens</i>	I	R	119	69
<i>Patagioenas maculosa</i>	G	R	30	155
<i>Lessonia rufa</i>	I	MI	46	104
<i>Caracara plancus</i>	GP	R	65	83
<i>Ammodramus humeralis</i>	G	R	141	1
<i>Columba livia</i>	G	R	29	105
<i>Theristicus melanopis</i>	I	MI	-	128
<i>Colaptes campestris</i>	I	R	65	59
<i>Rhea americana</i>	O	R	37	81
<i>Athene cunicularia</i>	I	R	45	59
<i>Molothrus rufoaxillaris</i>	I	R	76	4
<i>Molothrus bonariensis</i>	I	R	45	33
<i>Embernagra platensis</i>	G	R	44	26
<i>Oreopholus ruficollis</i>	I	MI	-	69
<i>Chauna torquata</i>	I	R	28	39
<i>Sturnus vulgaris</i>	O	R	45	19
<i>Hirundo rustica</i>	I	Neo	63	-
<i>Bartramia longicauda</i>	I	Nea	61	-
<i>Guira guira</i>	I	R	32	28
<i>Xolmis rubetra</i>	I	MI	-	59
<i>Thectocercus acuticaudatus</i>	G	R	4	54
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	I	Nea	55	-
<i>Pitangus sulphuratus</i>	IF	R	24	30
<i>Anthus lutescens</i>	I	R	52	-
<i>Rhynchotus rufescens</i>	O	R	50	2
<i>Furnarius rufus</i>	I	R	34	13

^a G: granívora, I: insectívora, C: carroñera, O: omnívora, GP: consumidora de grandes presas, IF: insectívora-frugívora.

^b R: residente, Neo: migrante estival neotropical, MI: migrante invernal, Nea: migrante estival neártica.

^c En otoño *Anthus spp.* incluye a *Anthus correndera* y *Anthus furcatus*.

Tabla 2. Continuación.

	Gremio ^a	Estatus ^b	Primavera-verano	Otoño
<i>Falco sparverius</i>	GP	R	25	19
<i>Syrigma sibilatrix</i>	I	R	22	20
<i>Asthenes hudsoni</i>	I	R	30	11
<i>Cistothorus platensis</i>	I	R	16	20
<i>Anumbius annumbi</i>	I	R	17	13
<i>Progne tapera</i>	I	Neo	28	-
<i>Sporophila caerulescens</i>	G	Neo	28	-
<i>Tachycineta leucopyga</i>	I	MI	-	21
<i>Ciconia maguari</i>	GP	R	10	10
<i>Tyrannus melancholicus</i>	I	Neo	19	1
<i>Sicalis flaveola</i>	G	R	17	1
<i>Spartonoica maluroides</i>	I	R	18	-
<i>Mimus saturninus</i>	IF	R	9	7
<i>Progne modesta</i>	I	Neo	16	-
<i>Agelaioides badius</i>	I	R	14	-
<i>Passer domesticus</i>	IF	R	11	3
<i>Progne chalybea</i>	I	Neo	13	-
<i>Elanus leucurus</i>	GP	R	5	6
<i>Machetornis rixosa</i>	I	R	8	3
<i>Colaptes melanochloros</i>	I	R	3	6
<i>Columbina picui</i>	G	R	5	4
<i>Troglodytes aedon</i>	I	R	8	-
<i>Rupornis magnirostris</i>	GP	R	1	6
<i>Cinclodes fuscus</i>	I	MI	-	6
<i>Circus buffoni</i>	GP	R	3	3
<i>Falco femoralis</i>	GP	R	4	2
<i>Hymenops perspicillatus</i>	I	R	5	-
<i>Spinus magellanicus</i>	G	R	4	-
<i>Sturnella loyca</i>	I	R	-	3
<i>Circus cinereus</i>	GP	R	2	-
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	I	Neo	2	-

^a G: granívora, I: insectívora, C: carroñera, O: omnívora, GP: consumidora de grandes presas, IF: insectívora-frugívora.

^b R: residente, Neo: migrante estival neotropical, MI: migrante invernal, Nea: migrante estival neártica.

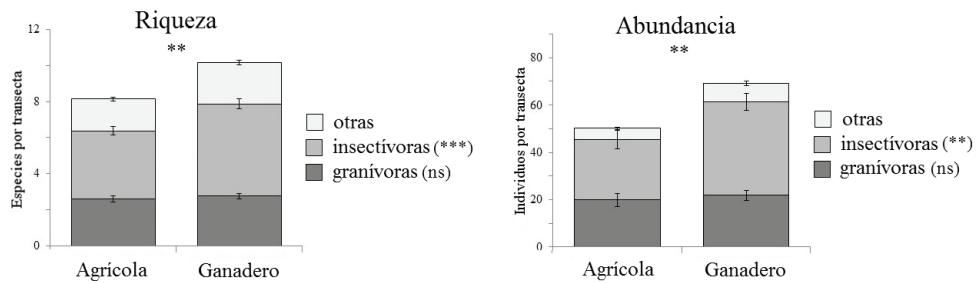
^c En otoño *Anthus* spp. incluye a *Anthus correndera* y *Anthus furcatus*.

el 80% de la abundancia total del ensamble, siendo *Zenaida auriculata* la más abundante, seguida por *Vanellus chilensis*, *Plegadis chihi*, *Sicalis luteola* y *Myiopsitta monachus* (Fig. 3a). De estas 14 especies, *Vanellus chilensis* y *Sturnella superciliaris*, ambas insectívoras, mostraron un mayor uso de los lotes ganaderos ($U = 7905$ y $U = 7520$, respectivamente; $P < 0.001$). Veintitrés especies presentaron un porcentaje de ocupación de las transectas mayor al 10%, incluyendo a las 14 especies anteriores (Tabla 3). Cinco de estas especies (tres de las cuales son insectívoras) evidenciaron una mayor ocupación de los lotes gana-

deros: *Vanellus chilensis*, *Sturnella superciliaris*, *Nothura maculosa*, *Colaptes campestris* y *Rhynchosciurus rufescens*.

La riqueza de especies en otoño mostró un patrón similar al de primavera-verano, con mayores valores en los lotes ganaderos que en los agrícolas ($U = 9231.5$, $P = 0.04$) y una mayor riqueza de especies insectívoras en los lotes ganaderos ($F_{1,198} = 7.1$, $P = 0.008$) (Fig. 2b). Aunque se registraron más individuos en los lotes agrícolas que en los ganaderos, la diferencia no fue estadísticamente significativa, tanto para el total del ensamble como para los dos gremios tróficos (Fig. 2b).

a) Primavera-verano



b) Otoño

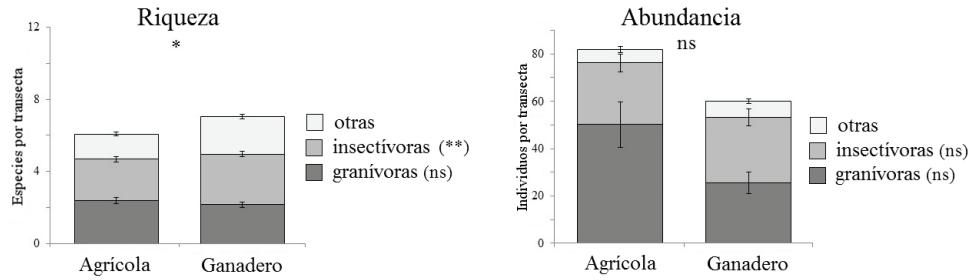
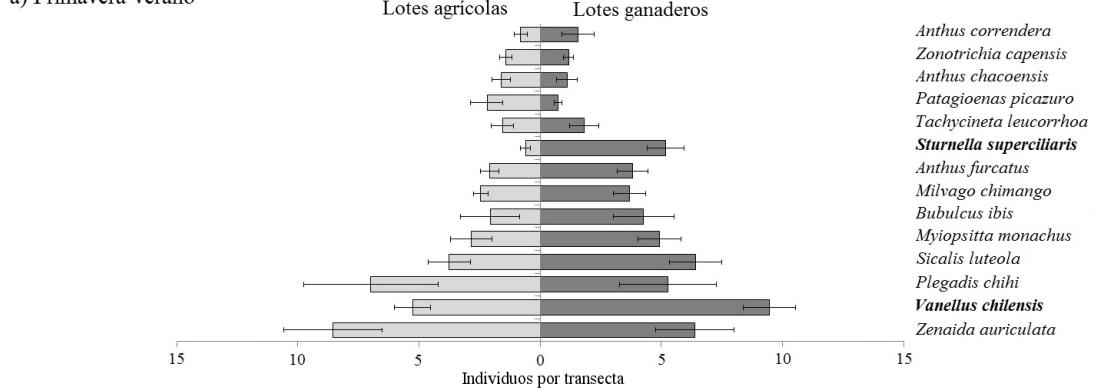


Figura 2. Riqueza específica y abundancia (promedio \pm EE) de aves terrestres registradas en lotes agrícolas y ganaderos en primavera-verano (a) y en otoño (b) en agroecosistemas de la Región Pampeana de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Se muestran los valores para las especies insectívoras, granívoras y de otros gremios tróficos. *: $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, ns: no significativo.

a) Primavera-verano



b) Otoño

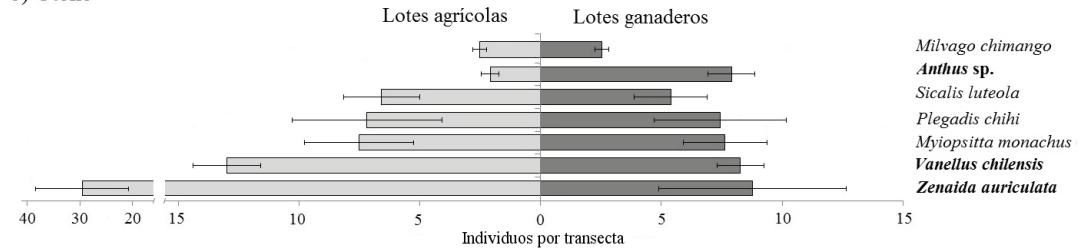


Figura 3. Abundancia (promedio \pm EE) de las especies de aves terrestres más abundantes registradas en lotes agrícolas y ganaderos en primavera-verano (a) y en otoño (b) en agroecosistemas de la Región Pampeana de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Las especies indicadas en negrita mostraron diferencias estadísticamente significativas entre lotes ($P < 0.01$).

Tabla 3. Porcentaje de ocupación de las transectas por parte de las especies de aves terrestres registradas en lotes agrícolas y ganaderos en primavera-verano y en otoño en agroecosistemas de la Región Pampeana de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Se muestran los resultados de la prueba de diferencias de proporciones. Las especies están ordenadas en función de su abundancia acumulada sobre el total de las 392 transectas.

	Primavera-verano			Otoño		
	Agrícola	Ganadero	P ^a	Agrícola	Ganadero	P ^a
<i>Zenaida auriculata</i>	58	53	ns	44	29	ns
<i>Vanellus chilensis</i>	70	85	**	88	82	ns
<i>Plegadis chihi</i>	26	30	ns	17	27	ns
<i>Myiopsitta monachus</i>	30	40	ns	40	47	ns
<i>Sicalis luteola</i>	44	53	ns	44	42	ns
<i>Milvago chimango</i>	78	74	ns	80	85	ns
<i>Anthus</i> spp. ^b				44	85	***
<i>Patagioenas picazuro</i>	35	29	ns	50	45	ns
<i>Sturnella superciliaris</i>	11	47	***			
<i>Bubulcus ibis</i>	12	23	ns			
<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	16	11	ns			
<i>Anthus furcatus</i>	34	44	ns			
<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	20	19	ns			
<i>Anthus chacoensis</i>	26	16	ns			
<i>Zonotrichia capensis</i>	38	40	ns			
<i>Anthus correndera</i>	12	11	ns			
<i>Nothura maculosa</i>	30	62	***	9	40	***
<i>Tyrannus savana</i>	40	41	ns			
<i>Patagioenas maculosa</i>				34	29	ns
<i>Caracara plancus</i>	7	16	ns	18	29	ns
<i>Ammodramus humeralis</i>	29	32	ns			
<i>Colaptes campestris</i>	9	25	**	15	11	ns
<i>Athene cunicularia</i>	12	16	ns	20	12	ns
<i>Molothrus rufoaxillaris</i>	11	11	ns			
<i>Rhynchotus rufescens</i>	8	25	**			

^a **. P < 0.01, *** P < 0.001, ns: no significativo.

^b En otoño *Anthus* spp. incluye a *Anthus correndera* y *Anthus furcatus*.

Durante el otoño, solo 7 de las 57 especies registradas concentraron el 80% de la abundancia total del ensamble, incluyendo nuevamente a *Zenaida auriculata*, *Vanellus chilensis*, *Myiopsitta monachus*, *Plegadis chihi* y *Sicalis luteola* entre las más numerosas, como había sido registrado en primavera-verano (Fig. 3b).

En particular, *Zenaida auriculata* (granívora) y *Vanellus chilensis* (insectívora) mostraron un mayor uso de los lotes agrícolas ($U = 10921$ y $U = 11239$, respectivamente; $P < 0.01$), mientras que *Anthus* spp. (que incluye a *Anthus furcatus* y *Anthus correndera*), pertenecientes al gremio de las insectívoras, presentaron una mayor abundancia en los lotes ganaderos ($U = 7419$, $P < 0.01$). Trece especies presenta-

ron un porcentaje de ocupación de las transectas mayor al 10%, incluyendo a las siete especies más abundantes (Tabla 3). De estas especies, dos mostraron una mayor ocupación de los lotes ganaderos: *Nothura maculosa* (omnívora) y *Anthus* spp. (insectívoras).

En resumen, en primavera-verano hubo mayor riqueza específica y abundancia en lotes ganaderos, diferencias principalmente aportadas por el gremio de aves insectívoras, varias de cuyas especies presentaron además una ocupación diferencial de dichos lotes. En otoño también hubo una mayor riqueza en lotes ganaderos, aportada particularmente por las insectívoras. Aunque no se registraron diferencias en la abundancia total del ensamble

ni en las granívoras, se observó un marcado uso diferencial de los lotes agrícolas por la granícola *Zenaida auriculata*, que aportó el 36% de la abundancia en esos lotes.

DISCUSIÓN

Hasta donde se conoce, este estudio es el primero en describir el uso diferencial que hacen los principales gremios de aves entre lotes bajo uso agrícola y ganadero en los agroecosistemas pampeanos a escala espacial de lote y evaluado durante dos períodos contrastantes del año en los cuales los lotes agrícolas se encuentran en etapa de rastrojo. Los resultados apoyan la hipótesis de que los lotes ganaderos retienen una mayor fracción de la riqueza del ensamble de aves en relación a los agrícolas. Esto concuerda con estudios previos llevados a cabo tanto en el área de estudio (Filloy y Bellocq 2007, Codesido et al. 2008, 2011) como en otros agroecosistemas templados (da Silva et al. 2015) que indicaron que la presencia de ganado, a través del pastoreo y pisoteo, genera variabilidad estructural de la vegetación, lo que incrementa la diversidad de recursos para las aves (Wilson et al. 1999, Perkins et al. 2000, Buckingham et al. 2006). La mayor homogeneidad estructural de los lotes agrícolas respecto de los ganaderos (Perkins et al. 2000, Atkinson et al. 2002, Buckingham et al. 2006), particularmente en los rastrojos, provoca una simplificación del hábitat, con la consecuente reducción de los nichos disponibles para las aves (Codesido et al. 2008).

En lo que respecta al uso diferencial de los lotes por parte de los diferentes gremios tróficos, los resultados apoyan parcialmente la hipótesis propuesta, ya que se corroboró efectivamente una mayor riqueza y abundancia de aves insectívoras en los lotes ganaderos, pero no que hubiera una mayor riqueza y abundancia de granívoras en los agrícolas. En cuanto a las insectívoras, esto podría explicarse por la composición de las comunidades herbáceas presentes en ambientes ganaderos, que ofrecen una mayor oferta de insectos (Wilson et al. 1996, 1999, Atkinson et al. 2002), así como por la mayor aplicación de insecticidas en lotes agrícolas, que reduce la oferta de insectos en los rastrojos. Resultados similares fueron encontrados tanto en otros agroecosistemas templados (Wilson et al. 1996,

Atkinson et al. 2002) como en el área de estudio (Codesido et al. 2008). La ausencia de una respuesta gremial de las aves granívoras en los lotes agrícolas contrasta con los resultados de estudios llevados a cabo en otros agroecosistemas templados, en los cuales se detectó que los ambientes agrícolas, y en particular los rastrojos, son más usados por las aves granívoras al presentar una mayor oferta de semillas que los ganaderos (Wilson et al. 1996, Robinson et al. 2004). El resultado de este estudio podría deberse a que si bien los ambientes agrícolas pueden ser un hábitat importante para las aves granívoras, su uso varía considerablemente dependiendo de la identidad del cultivo (Robinson y Sutherland 1999, Moorcroft et al. 2002). En efecto, los distintos tipos de rastrojo pueden variar entre sí tanto en sus características estructurales (altura, cobertura, porcentaje de suelo desnudo) como en la calidad nutricional, la palatabilidad y la biomasa de las semillas caídas (Díaz y Tellería 1994, Moorcroft et al. 2002, Butler et al. 2005). De esta manera, en el área de estudio podría ocurrir que la identidad del rastrojo, más que el uso de la tierra propiamente dicho, ejerza una influencia en la utilización del lote por parte de la mayor parte de las aves granívoras. En ese sentido, es posible proponer como hipótesis alternativa que el tamaño de los granos caídos en los rastrojos conduce a que dicha oferta pueda ser aprovechada por algunas especies granívoras más que por el gremio trófico en su totalidad (Willson 1971, Bucher y Nores 1976). *Zenaida auriculata* fue la especie granícola más abundante y la única que usó en mayor medida los lotes agrícolas durante el otoño, lo cual sugiere que, en este caso, la respuesta esperada de acuerdo a la hipótesis originalmente propuesta sería del tipo especie-específica, en lugar de gremial. Durante el otoño, esta especie se caracteriza por formar bandadas numerosas concentradas en zonas particulares de la región (Codesido et al. 2008), posiblemente asociadas a la disponibilidad de recursos alimenticios (Hudson 1920, Murton et al. 1974). *Zenaida auriculata* incluye en su dieta semillas de girasol y de maíz (Murton et al. 1974, Bucher y Nores 1976), que están disponibles en este período. La especie ha sido considerada plaga agrícola (Bruggers et al. 1998, Bucher y Ranvaud 2006), por lo cual resulta oportuno destacar que, mientras la mayoría de los estu-

dios previos consistieron en una evaluación de su impacto sobre cultivos maduros (Bruggers et al. 1998, Bucher y Ranvaud 2006), en este trabajo se observó además que los rastrojos contribuyen a sostener elevados números poblacionales en períodos en los cuales los cultivos no son susceptibles al daño, lo que luego puede terminar contribuyendo al daño cuando se hallan nuevamente en etapa de emergencia o madurez (Bucher y Ranvaud 2006).

En este trabajo se han detectado, a su vez, otras respuestas diferentes a las esperadas. Así, en primavera-verano *Vanellus chilensis*, una especie insectívora, efectivamente mostró mayor ocupación y abundancia en los lotes ganaderos, pero en otoño las mayores abundancias fueron registradas en los agrícolas, contrariamente a lo que se esperaba. Esto podría deberse a que durante el período reproductivo los lotes ganaderos, al no recibir una perturbación sistemática como la generada por las labores agrícolas, ofrecerían mejores condiciones para la nidificación de esta especie, tal como fue observado para su congénere *Vanellus vanellus* en Europa (Galbraith 1988). Sin embargo, en el período no reproductivo *Vanellus chilensis* forma pequeñas bandadas en lugar de parejas territoriales y utiliza diferencialmente microhabitats con menor cobertura y altura de la vegetación, como los que aparecen en rastrojos de soja (su abundancia promedio en rastrojos de soja fue de 14.7 individuos por transecta, mientras que en otros rastrojos fue de 10.9; $U = 1918$, $P < 0.01$, prueba de Mann-Whitney). *Vanellus chilensis* se alimenta recogiendo pequeños invertebrados de la superficie o escarbando el suelo en hábitats con escasa cobertura vegetal (Wiersma 1996).

Muchos estudios de ensambles de aves en agroecosistemas realizados a escala de paisaje reportaron una pérdida en la riqueza de especies por el efecto de la agriculturización y la consecuente homogeneización del paisaje (Benton et al. 2003, Codesido et al. 2008, 2013). Los resultados obtenidos a escala local en este trabajo, que cubren una extensión regional considerable, demuestran que ese patrón se expresa en un empobrecimiento del ensamble en los lotes agrícolas con respecto a los ganaderos y, en particular, en un uso diferencial de dichos lotes por parte de varias especies de aves insectívoras, mientras que una única especie granívora abundante prevalece en los

lotes agrícolas en rastrojo. Es de esperar entonces que estas tendencias se acentúen en la medida que se profundice la sustitución entre estos diferentes usos de la tierra (Baldi y Paruelo 2008, Vega et al. 2009).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente a todos los trabajadores y propietarios de los establecimientos rurales que nos permitieron realizar este trabajo, particularmente a Alan Goodall, INTA Pergamino, Centro Educativo para la Producción Total (CEPT) N° 5, al pueblo de Miranda, bomberos de Udaquio, establecimiento El Tatay, El Haras, Hinojales, Pelerí, La Torcacita, Don Remigio, Santa Elena de Inchauspe, Monte Unión, La Providencia, Manantiales y familia Laplace. Agradecemos a tres revisores anónimos que con sus sugerencias contribuyeron a mejorar el trabajo. El apoyo financiero fue proporcionado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET PIP 2010-2012 GI 11220090100231), la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (BID PICT 2010-1412), la Universidad Nacional de La Plata (PPID/N004) y la Universidad de Buenos Aires (UBACyT GC 20020090100070, GC 20020120100018).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AIZEN MA, GARIBALDI LA Y DONDO M (2009) Expansión de la soja y diversidad de la agricultura argentina. *Ecología Austral* 19:45-54
- APELLANIZ M, BELLOCQ MI Y FILLOY J (2012) Bird diversity patterns in Neotropical temperate farmlands: the role of environmental factors and trophic groups in the spring and autumn. *Austral Ecology* 37:547-555
- ATKINSON PW, FULLER RJ Y VICKERY JA (2002) Large-scale patterns of summer and winter bird distribution in relation to farmland type in England and Wales. *Ecography* 25:466-480
- AZPIROZ AB Y BLAKE JG (2009) Avian assemblages in altered and natural grasslands in the northern campos of Uruguay. *Condor* 111:21-35
- BALDI G Y PARUELO JM (2008) Land-use and land cover dynamics in South American temperate grasslands. *Ecology and Society* 13:6
- BALZARINI MG, GONZÁLEZ L, TABLADA M, CASANOVES E, DI RIENZO JA Y ROBLEDO CW (2008) *Infostat. Manual del Usuario*. Editorial Brujas, Córdoba
- BENTON TG, VICKERY JA Y WILSON JD (2003) Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology and Evolution* 18:182-188
- BIBBY CJ, BURGESS ND, HILL DA Y MUSTOE SH (2000) *Bird census techniques*. Academic Press, San Diego
- BOLSA DE CEREALES (2015) *Relevamiento de tecnología agrícola aplicada de la Bolsa de Cereales*. Bolsa de Cereales, Buenos Aires (URL: <http://www.bolsadecereales.com/retaa>)

- BRUGGERS RL, RODRÍGUEZ E Y ZACCAGNINI ME (1998) Planning for bird pest problem resolution: a case study. *International Biodeterioration and Biodegradation* 42:173–184
- BUCHER EH Y NORES M (1976) Ecología de la alimentación de la paloma *Zenaida auriculata*. *Physis*, C 35:17–32
- BUCHER EH Y RANVAUD RD (2006) Eared Dove outbreaks in South America: patterns and characteristics. *Acta Zoologica Sinica* 52:564–567
- BUCKINGHAM DL, EVANS AD, MORRIS AJ, ORSMAN CJ Y YAXLEY R (1999) Use of set-aside land in winter by declining farmland bird species in the UK. *Bird Study* 46:157–169
- BUCKINGHAM DL, PEACH WJ Y FOX DS (2006) Effects of agricultural management on the use of lowland grassland by foraging birds. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112:21–40
- BUTLER SJ, BRADBURY RB Y WHITTINGHAM MJ (2005) Stubble height affects the use of stubble fields by farmland birds. *Journal of Applied Ecology* 42:469–476
- CABRERA AL (1976) Regiones fitogeográficas argentinas. Pp. 1–85 en: *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo 2. Fascículo 1*. ACME, Buenos Aires
- CODESIDO M (2010) *Ensamblés de aves en agroecosistemas de la provincia de Buenos Aires: su relación con los patrones de uso de la tierra y las características del paisaje*. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires
- CODESIDO M, GONZÁLEZ FISCHER C Y BILENCA D (2008) Asociaciones entre diferentes patrones de uso de la tierra y ensambles de aves en agroecosistemas de la región pampeana, Argentina. *Ornitología Neotropical* 19:575–585
- CODESIDO M, GONZÁLEZ-FISCHER C Y BILENCA D (2011) Distributional changes of landbird species in agroecosystems of central Argentina. *Condor* 113:266–273
- CODESIDO M, GONZÁLEZ-FISCHER C Y BILENCA D (2012) Agricultural land-use, avian nesting and rarity in the Pampas of central Argentina. *Emu* 112:46–54
- CODESIDO M, GONZÁLEZ-FISCHER CM Y BILENCA DN (2013) Landbird assemblages in different agricultural landscapes: a case study in the Pampas of central Argentina. *Condor* 115:8–16
- DÍAZ M Y TELLERÍA JL (1994) Predicting the effects of agricultural changes in central Spanish croplands on seed-eating overwintering birds. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 49:289–298
- DI RIENZO JA, CASANOVA F, BALZARINI MG, GONZÁLEZ L, TABLADA M Y ROBLEDO CW (2012) *InfoStat. Software estadístico*. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba (URL: <http://www.infostat.com.ar/>)
- DONALD PF, SANDERSON FJ, BURFIELD IJ Y VAN BOMMEL FPJ (2006) Further evidence of continent-wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1990–2000. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 116:189–196
- FILLOY J Y BELLOCQ MI (2007) Patterns of bird abundance along the agricultural gradient of the Pampean Region. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 120:291–298
- FOLEY JA, DEFRIES R, ASNER GP, BARFORD C, BONAN G, CARPENTER SR, CHAPIN FS, COE MT, DAILY GC, GIBBS HK, HELKOWSKI JH, HOLLOWAY T, HOWARD EA, KUCHARIK CJ, MONFREDA C, PATZ JA, PRENTICE IC, RAMANKUTTY N Y SNYDER PK (2005) Global consequences of land use. *Science* 309:570–574
- GALBRAITH H (1988) Effects of agriculture on the breeding ecology of lapwings *Vanellus vanellus*. *Journal of Applied Ecology* 25:487–503
- HUDSON WH (1920) *Birds of La Plata. Volume 2*. Dent and Sons, Londres
- INDEC (2004) *Censo nacional agropecuario 2002*. Instituto Nacional de Estadística y Censos, Buenos Aires
- INDEC (2009) *Censo nacional agropecuario 2008*. Instituto Nacional de Estadística y Censos, Buenos Aires
- LAW BS Y DICKMAN CR (1998) The use of habitat mosaics by terrestrial vertebrate fauna: implications for conservation and management. *Biodiversity and Conservation* 7:323–333
- LEVEAU LM Y LEVEAU CM (2004) Riqueza y abundancia de aves en agroecosistemas pampeanos durante el período post-reproductivo. *Ornitología Neotropical* 15:371–380
- LEVEAU LM Y LEVEAU CM (2011) Uso de bordes de cultivo por aves durante invierno y primavera en la pampa austral. *Hornero* 26:149–157
- MARTIN TE (1987) Food as a limit on breeding birds: a life-history perspective. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18:453–487
- MOORCROFT D, WHITTINGHAM MJ, BRADBURY RB Y WILSON JD (2002) The selection of stubble fields by wintering granivorous birds reflects vegetation cover and food abundance. *Journal of Applied Ecology* 39:535–547
- MURTON RK, BUCHER EH, NORES M, GÓMEZ E Y REARTES J (1974) The ecology of the Eared Dove (*Zenaida auriculata*) in Argentina. *Condor* 76:80–88
- NEWTON I (1980) The role of food in limiting bird numbers. *Ardea* 68:11–30
- PERKINS AJ, WHITTINGHAM MJ, BRADBURY RB, WILSON JD, MORRIS AJ Y BARNETT PR (2000) Habitat characteristics affecting use of lowland agricultural grassland by birds in winter. *Biological Conservation* 95:279–294
- ROBINSON RA, HART JD, HOLLAND JM Y PARROTT D (2004) Habitat use by seed-eating birds: a scale-dependent approach. *Ibis* 146:87–98
- ROBINSON RA Y SUTHERLAND WJ (1999) The winter distribution of seed-eating birds: habitat structure, seed density and seasonal depletion. *Ecography* 22:447–454
- ROBINSON RA, WILSON JD Y CRICK HQP (2001) The importance of arable habitat for farmland birds in grassland landscapes. *Journal of Applied Ecology* 38:1059–1069

- DA SILVA TW, DOTTA G Y FONTANA CS (2015) Structure of avian assemblages in grasslands associated with cattle ranching and soybean agriculture in the Uruguayan savanna ecoregion of Brazil and Uruguay. *Condor* 117:53–63
- SORIANO A, LEÓN RJC, SALA OE, LAVADO RS, DEREGIBUS VA, CAUHÉPÉ MA, SCAGLIA OA, VELÁZQUEZ CA Y LEMCOFF JH (1991) Río de la Plata grasslands. Pp. 367–407 en: COUPLAND RT (ed) *Ecosystems of the world. Volume 8A. Natural grasslands: introduction and Western Hemisphere*. Elsevier, Amsterdam
- TRIGO E Y CAP E (2003) The impact of the introduction of transgenic crops in Argentinean agriculture. *AgBioForum* 6:87–94
- VEGA E, BALDI G, JOBBÁGY EG Y PARUELO J (2009) Land use change patterns in the Río de la Plata grasslands: the influence of phytogeographic and political boundaries. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 134:287–292
- VOLANTE J, MOSCIARO J, MORALES POCLAVA M, VALE L, CASTRILLO S, SAWCHIK J, TISCORNIA G, FUENTE M, MALDONADO I, VEGA A, TRUJILLO R, CORTÉZ L Y PARUELO J (2015) Expansión agrícola en Argentina, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Chile entre 2000–2010. Caracterización espacial mediante series temporales de índices de vegetación. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 41:179–191
- WEYLAND F, BAUDRY J Y GHERSA CM (2014) Rolling Pampas agroecosystem: which landscape attributes are relevant for determining bird distributions? *Revista Chilena de Historia Natural* 87:1
- WIERNSMA P (1996) Family Charadriidae (plovers). Pp. 384–443 en: DEL HOYO J, ELLIOTT A Y SARGATAL J (eds) *Handbook of the birds of the world. Volume 3. Hoatzin to auks*. Lynx Edicions, Barcelona
- WILLSON MF (1971) Seed selection in some North American finches. *Condor* 73:415–429
- WILSON JD, MORRIS AJ, ARROYO BE, CLARK SC Y BRADBURY RB (1999) A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 75:13–30
- WILSON JD, TAYLOR R Y MUIRHEAD LB (1996) Field use by farmland birds in winter: an analysis of field type preferences using resampling methods. *Bird Study* 43:320–332
- ZAR JH (1996) *Biostatistical analysis*. Tercera edición. Prentice Hall, Upper Saddle River

UTILIZACIÓN DE INSECTOS HEMATÓFAGOS PARA LA EXTRACCIÓN DE SANGRE EN AVES: EL GAVIOTÍN GOLONDRINA (*STERNA HIRUNDO*) COMO ESTUDIO DE CASO

GERMÁN O. GARCÍA^{1,3}, CARLA A. PATERLINI¹ Y PETER H. BECKER²

¹ Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), CONICET–Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3250, B7602AYJ Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

² Institute of Avian Research Vogelwarte Helgoland. An der Vogelwarte 21, D-26386 Wilhelmshaven, Alemania.

³ gogerman@mdp.edu.ar

RESUMEN.— El objetivo de este trabajo es actualizar la descripción de una técnica de obtención de muestras de sangre en aves y mostrar su eficiencia en una colonia de Gaviotín Golondrina (*Sterna hirundo*) situada en el lago Banter, Alemania. Las técnicas utilizadas actualmente involucran la captura y manejo de las aves y la extracción de sangre con agujas hipodérmicas, lo cual puede causar estrés en el individuo estudiado. En este trabajo se utilizó una técnica mínimamente invasiva usando insectos hematófagos del orden Heteroptera. Se describen las modificaciones del diseño original de la técnica y se muestra que existió una alta eficiencia en el muestreo, en términos de tiempo y número de muestras tomadas.

PALABRAS CLAVE: *Dipetragaster maximus*, *insecto hematófago*, *periodo de incubación*, *Sterna hirundo*.

ABSTRACT. THE USE OF HEMATOPHAGOUS INSECTS FOR BLOOD COLLECTION IN BIRDS: THE COMMON TERN (*STERNA HIRUNDO*) AS A CASE STUDY.— The objective of this study is to update the description of a technique for obtaining blood samples in birds and to show its efficiency in a colony of Common Tern (*Sterna hirundo*) located in Lake Banter, Germany. The techniques currently used involve the capture and handling of birds and the extraction of blood with hypodermic needles, which can cause stress in the individual studied. In this study a minimally invasive technique was used using hematophagous insects of the order Heteroptera. The modifications of the original design of the technique are described and it was shown that there was a high efficiency in the sampling, in terms of time and number of samples taken.

KEY WORDS: *blood-sucking bug*, *Dipetragaster maximus*, *incubation period*, *Sterna hirundo*.

Recibido 6 octubre 2015, aceptado 8 julio 2016

La extracción de muestras de sangre en aves representa un requisito básico para llevar adelante un gran número de investigaciones en el marco de la ornitología moderna. Sin embargo, las técnicas más utilizadas involucran la captura, el manejo de los animales y la extracción de sangre con agujas hipodérmicas, lo cual puede causar estrés en el individuo estudiado (Romero y Romero 2002, Fair et al. 2010). Esto no es deseable en especies amenazadas o durante ciertos períodos del ciclo de vida tales como la reproducción; por ejemplo, la captura de un ave durante el período reproductivo incrementa la probabilidad de abandono del nido (Götmark 1992, Kania 1992, Marvelde et al. 2011). Además, el estrés causado por la manipulación podría influir en los resultados cuando se miden parámetros tales

como el gasto energético (Butler et al. 2004) o cuando se monitorean los niveles basales de hormonas como la corticosterona (Romero y Reed 2005).

A mediados de la década de 1980, von Helversen et al. (1986) describieron una técnica mínimamente invasiva para el muestreo de sangre en animales utilizando insectos hematófagos del orden Heteroptera. Estos insectos son capaces de obtener sangre de vasos pequeños, generalmente de manera inadvertida para el huésped, sin dejar hematomas o heridas (von Helversen et al. 1986). Desde entonces, en varios estudios se ha utilizado esta técnica, ajustándola a diferentes sistemas (ver Becker et al. 2006, Voigt et al. 2006, Bauch et al. 2010, Markvardsen et al. 2012), incluyendo una colonia de Gaviotín

Golondrina (*Sterna hirundo*) situada en el lago Banter, puerto de Wilhelmshaven, norte de Alemania (e.g., Bauch et al. 2012, Riechert et al. 2012a, 2012b, 2014). La aplicación de esta técnica en el lago Banter fue descripta inicialmente por Becker et al. (2006), pero después de una década ha ido modificándose en busca de incrementar su eficiencia en términos de tiempo y número de muestras tomadas. El objetivo de este trabajo es actualizar la descripción de esta técnica de muestreo y mostrar la eficiencia alcanzada en esta colonia de aves marinas.

MÉTODOS

La colonia de Gaviotín Golondrina del lago Banter ($53^{\circ}27'N$, $08^{\circ}07'E$), donde se reproducen aproximadamente 570 parejas (en 2014), está conformada por seis islas rectangulares artificiales (subcolonias) de igual tamaño, dispuestas linealmente a la misma distancia entre sí (Fig. 1; Wendeln y Becker 1996). Las islas tienen bordes de cemento (60 cm) y poseen 44 plataformas de descanso equipadas con balanzas y antenas (lectores electrónicos). Esta colonia es especialmente adecuada para analizar distintos rasgos de historia de vida de individuos conocidos, ya que desde 1992 todos los pichones han sido marcados con transmisores pasivos subcutáneos y anillos metálicos.

La extracción de sangre de las aves de la colonia se realizó durante el periodo de incubación en las temporadas reproductivas 2013 y 2014, entre las 05:00–08:00 h preferentemente (evitando las variaciones diurnas de los parámetros a medir en sangre, como la corticosterona y la prolactina). Se utilizó uno de los estadios larvales del insecto hematófago *Dipetalogaster*

maximus (Heteroptera) (Fig. 2). El insecto era introducido en un huevo artificial ahuecado mientras los nidos eran monitoreados con antenas portátiles. La puesta entera del nido era reemplazada por huevos falsos, uno de ellos conteniendo el insecto hematófago. Los huevos eran mantenidos en una incubadora portátil durante el tiempo requerido para la obtención de sangre. Después de 20–30 min se evaluaba si el insecto había succionado suficiente sangre (unos 250 μ l). Cuando el insecto no succionaba sangre durante los primeros 30 min, era reemplazado por otro y se esperaba otros 30 min. Finalmente, el insecto era retirado del huevo falso y se le extraía una muestra de sangre del abdomen con una jeringa; la muestra se mantenía en frío durante 4–5 h hasta llegar al laboratorio donde era procesada.

RESULTADOS

El diseño inicial del huevo falso descripto por Becker et al. (2006) difiere notoriamente del utilizado en este trabajo. Se modificaron cuatro características del huevo: el dispositivo de sujeción, el peso del huevo, los agujeros de succión y el sistema de apertura. Durante las primeras aplicaciones de esta técnica en la colonia, el huevo falso contaba con un dispositivo de sujeción al sustrato para evitar que se perdiera al volar el ave si quedaba adherido a ella (Becker et al. 2006). Sin embargo, el dispositivo incomodaba al ave durante la toma de sangre porque ésta no podía rotar la nidada. En este trabajo se eliminó el dispositivo de sujeción pero se hizo más pesado al huevo falso, evitando su pérdida. En el diseño original, el insecto era introducido en el huevo falso por un tapón con rosca que era parte del dis-



Figura 1. Colonia de Gaviotín Golondrina (*Sterna hirundo*) situada en el lago Banter, Alemania.

positivo de sujeción (ver Fig. 1 en Becker et al. 2006). Además, el huevo tenía un solo orificio (de aproximadamente 15 mm de diámetro) cubierto con una malla por donde el insecto sacaba parte del aparato de succión para extraer sangre. El huevo falso utilizado en este trabajo cuenta con un tornillo central que permite abrirlo para introducir al insecto de una manera más cómoda y posee una gran cantidad de agujeros por los cuales el insecto saca el aparato de succión sin que pueda escaparse (Fig. 2B). Estas modificaciones permiten que el ave incube normalmente durante la toma de la muestra y que el insecto tenga más posibilidades de acceder a ella en busca de sangre.

Para este estudio se colectaron 440 muestras de sangre. Durante 2013 se colectaron 191 muestras en 22 días de trabajo (9.5 ± 5.1 muestras por día) y durante 2014 se colectaron 249 muestras en 18 días (13.8 ± 6.4 muestras por día). El tiempo promedio para obtener una muestra de sangre satisfactoria fue de 31 ± 15 min ($n = 435$). En el 80% de los intentos se obtuvo más de 200 μ l de sangre; en el 20% restante se obtuvo menos de 50 μ l.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos durante las temporadas reproductivas 2013 y 2014 indican una alta eficiencia en la toma de muestras, alcanzándose una colecta de aproximadamente 5 muestras por hora durante la segunda temporada. La mayor eficiencia durante las primeras horas del día podría estar relacionada con una incubación más constante de las aves durante ese momento, lo que facilitaría la ingesta de sangre por parte del insecto (Becker et al. 2006). La mayor eficiencia observada en 2014 con respecto a 2013 puede deberse a la mayor experiencia de los operarios en el trabajo de campo y en la selección de los insectos a utilizar.

La utilización de esta técnica evita el trampío y la manipulación del ave, lo que la hace especialmente útil para el muestreo repetido de un mismo individuo en períodos cortos de tiempo del ciclo reproductivo (e.g., durante el periodo de incubación). Además, se evitan dificultades frecuentes durante la extracción de sangre tales como la coagulación previa a la extracción del total de la muestra o la apari-

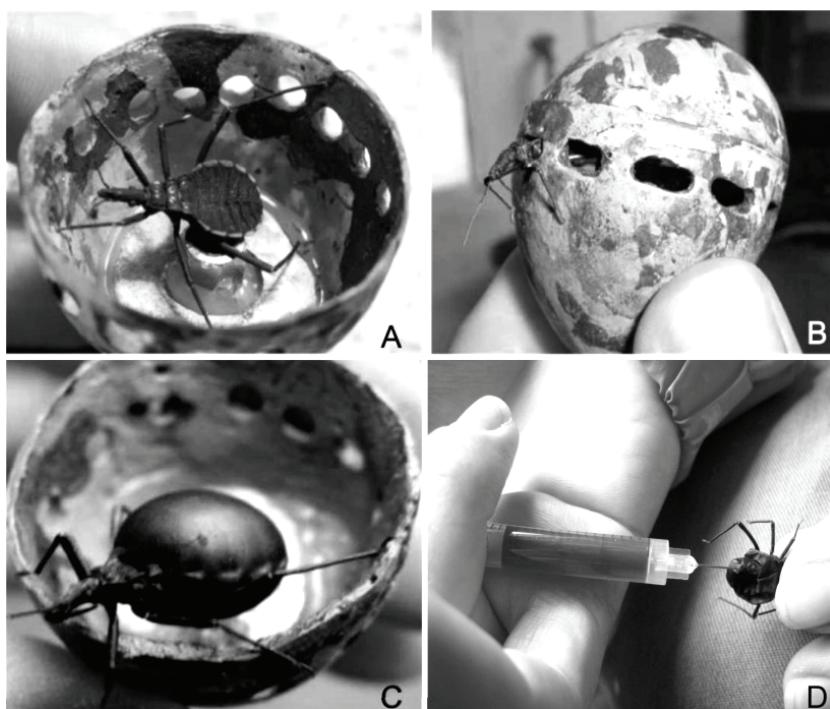


Figura 2. (A) Estadio larval del insecto hematófago *Dipetalogaster maximus* (Heteroptera) usado para extraer sangre de las aves de la colonia de Gaviotín Golondrina (*Sterna hirundo*) del lago Banter, Alemania, dentro del huevo falso. (B) Insecto sacando su cabeza por uno de los orificios del huevo falso. (C) Insecto luego de la toma de la muestra de sangre. (D) Extracción de sangre del insecto usando una jeringa.

ción de hematomas en las venas. La técnica ha sido validada en varias especies para el estudio del acortamiento de telómeros (Bauch et al. 2013) y para el análisis de niveles hormonales (Riechert et al. 2014) y de otros metabolitos como colesterol, triglicéridos y ácido úrico (Bauch et al. 2010).

El insecto utilizado en este trabajo es de fácil mantenimiento durante el trabajo de campo: solo se necesita una incubadora para mantener una temperatura y una humedad óptimas para el estadio larval. El estado del insecto en términos de saciedad es clave para lograr el éxito en la toma de la muestra: el insecto debe tener hambre pero también debe tener síntomas vitales activos. Ha sido utilizado también con éxito en especies de aves de menor tamaño, como por ejemplo el Vencejo Común (*Apus apus*) (Bauch et al. 2013). El investigador debe ajustar el tamaño del huevo falso y el estadio larval del insecto hematófago a cada especie de ave. En Argentina hay varias especies de chinches hematófagas que podrían ser utilizadas para aplicar esta técnica de muestreo (e.g., *Triatoma patagonica*, *Triatoma delpontei* y *Cimex lectularius*; A Cicchino y D Porrini, com. pers.).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la asistencia en el campo de Sandra, Juliane, Oscar, Götz, Sina, Natascha, Sabrina, Suenja y Joka. También agradecemos los comentarios del editor y de los revisores, que enriquecieron el manuscrito, y la revisión del abstract por Jane Ashworth. Este trabajo estuvo financiado por el Deutsche Forschungsgemeinschaft (Be 916/8, "Population ecology of the Common Tern *Sterna hirundo*") y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 0174, "Clepto-parasitismo en aves marinas: relación con la historia de vida y calidad individual de adultos reproductores").

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BAUCH C, BECKER PH Y VERHULST S (2012) Telomere length reflects phenotypic quality and costs of reproduction in a long-lived seabird. *Proceedings of the Royal Society of London B* 280:art20122540
- BAUCH C, KREUTZER S Y BECKER PH (2010) Breeding experience affects condition: blood metabolite levels over the course of incubation in a seabird. *Journal of Comparative Physiology B* 180:835–845
- BAUCH C, WELLBROCK AHJ, NAGEL R, ROZMAN J Y WITTE K (2013) "Bug-eggs" for Common Swifts and other small birds: minimally-invasive and stress-free blood sampling during incubation. *Journal of Ornithology* 154:581–584
- BECKER PH, VOIGT CC, ARNOLD JM Y NAGEL R (2006) A non-invasive technique to bleed incubating birds without trapping: a bloodsucking bug in a hollow egg. *Journal of Ornithology* 147:115–118
- BUTLER PJ, GREEN JA, BOYD IL Y SPEAKMAN JR (2004) Measuring metabolic rate in the field: the pros and cons of the doubly labelled water and heart rate methods. *Functional Ecology* 18:168–183
- FAIR JM, PAUL E Y JONES J (2010) *Guidelines to the use of wild birds in research*. Tercera edición. Ornithological Council, Washington DC
- GÖTMARK F (1992) The effects of investigator disturbance on nesting birds. *Current Ornithology* 9:63–104
- VON HELVERSEN O, VOLLETH M Y NUÑEZ J (1986) A new method for obtaining blood from a small mammal without injuring the animal: use of triatomid bugs. *Experientia* 42:809–810
- KANIA W (1992) Safety of catching adult European birds at the nest. Ringers' opinions. *Ring* 14:5–50
- MARKVARDSEN SN, KJELGAARD-HANSEN M, RITZ C Y SØRENSEN DB (2012) Less invasive blood sampling in the animal laboratory: clinical chemistry and haematology of blood obtained by the Triatominae bug *Dipetalogaster maximus*. *Laboratory Animals* 46:136–141
- MARVELDE LT, WEBBER SL, VAN DEN BURG AB Y VISSER ME (2011) A new method for catching cavity-nesting birds during egg laying and incubation. *Journal of Field Ornithology* 82:320–324
- RIECHERT J, BECKER PH Y CHASTEL O (2014) Predicting reproductive success from hormone concentrations in the common tern (*Sterna hirundo*) while considering food abundance. *Oecologia* 176:715–727
- RIECHERT J, CHASTEL O Y BECKER PH (2012a) Is the additional effort of renesting linked to a hormonal change in the common tern? *Journal of Comparative Physiology B* 183:431–441
- RIECHERT J, CHASTEL O Y BECKER PH (2012b) Why do experienced birds reproduce better? Possible endocrine mechanisms in a long-lived seabird, the common tern. *General and Comparative Endocrinology* 178:391–399
- ROMERO LM Y REED JM (2005) Collecting baseline corticosterone samples in the field: is under 3 min good enough? *Comparative Biochemistry and Physiology A* 140:73–79
- ROMERO LM Y ROMERO RC (2002) Corticosterone responses in wild birds: the importance of rapid sampling. *Condor* 104:129–135
- VOIGT CC, PESCHEL U, WIBBELT G Y FRÖLICH K (2006) An alternative, less invasive blood sample collection technique for serologic studies utilizing Triatomine bugs (Heteroptera; Insecta). *Journal of Wildlife Diseases* 42:466–469
- WENDELN H Y BECKER PH (1996) Body mass change in breeding Common Terns *Sterna hirundo*. *Bird Study* 43:85–95

PRIMERA DESCRIPCIÓN DEL NIDO Y LOS PICHONES DE *DIGLOSSA SITTOIDES* (THRAUPIDAE) EN ARGENTINA

KARINA SORIA^{1,3} Y EXEQUIEL BARBOZA^{1,2}

¹ Centro Nacional de Anillado de Aves (CENAA), Instituto Miguel Lillo.
Miguel Lillo 205, 4000 San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

² Museo de Ciencias Naturales, Fundación Miguel Lillo.
Miguel Lillo 205, 4000 San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

³ soria_karina@yahoo.com.ar

RESUMEN.— El Payador Canela (*Diglossa sittonoides*) se distribuye en Argentina en Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca y La Rioja, donde habita bosques montanos. Su biología reproductiva es prácticamente desconocida. En este trabajo se describe el sitio de nidificación, el nido y los pichones de esta especie. Se encontraron dos nidos con tres pichones cada uno en pastizales de altura en El Infiernillo (2800 msnm), 20 km al norte de Tafí del Valle, Tucumán. Los nidos estaban construidos con material del pastizal y cerdas de caballo, tenían forma de taza y estaban ubicados cerca del suelo. Se registró que ambos padres alimentaban a los pichones.

PALABRAS CLAVE: Argentina, nidificación, Payador Canela, Tucumán.

ABSTRACT. FIRST DESCRIPTION OF THE NEST AND NESTLINGS OF *DIGLOSSA SITTOIDES* (THRAUPIDAE) IN ARGENTINA.— The Rusty Flower-Piercer (*Diglossa sittonoides*) is distributed in Argentina in Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca and La Rioja, where it inhabits montane forests. The reproductive biology of the species is virtually unknown. Nest site, nest and nestlings of this species are described. Two nests with three nestlings each were found in grasslands in El Infiernillo (2800 masl), 20 km north of Tafí del Valle, Tucumán. The cup-shaped nests were constructed with material from the grassland and horse-bristles, and were located near the ground. Both parents were recorded feeding the nestlings.

KEY WORDS: Argentina, breeding, Rusty Flower-Piercer, Tucumán.

Recibido 16 abril 2016, aceptado 30 agosto 2016

El Payador Canela (*Diglossa sittonoides*) es un tráupido que se caracteriza por su pico encorvado hacia arriba y con un pronunciado gancho que utiliza para penetrar el cáliz de las flores de las cuales recoge néctar e insectos (Canevari et al. 1991). Se distribuye en Argentina en Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca y La Rioja, donde habita bosques montanos, principalmente en faldeos, claros y bordes (Ridgely y Tudor 1989, Canevari et al. 1991). En América del Sur habita zonas montañosas andinas desde el oeste de Venezuela y Colombia, Ecuador, Perú y el oeste de Bolivia, principalmente entre 1500–3000 msnm (Ridgely y Tudor 1989). Su biología reproductiva es prácticamente desconocida (Canevari et al. 1991, de la Peña 2005). En general, la biología de las especies del género *Diglossa* es pobremente conocida (del Hoyo et al. 2011) y faltan descripciones de nidos de todas las especies, incluso para

las que se tiene algún tipo de información (Vaicenbacher et al. 2014). Los nidos y huevos parecen ser bastante uniformes. Los nidos son descriptos como tazas voluminosas abiertas de agujas de pino, ramitas y musgos, profundos y tapizados internamente con materiales suaves como líquenes del género *Usnea* (Vaicenbacher et al. 2014), ubicados en arbustos bajos, rocas y musgos (del Hoyo et al. 2011, Vaicenbacher et al. 2014). El tamaño de puesta reportado es de dos huevos (del Hoyo et al. 2011, Vaicenbacher et al. 2014). En del Hoyo et al. (2011) se encuentra una referencia escueta a la nidificación de *Diglossa sittonoides*, mencionando que construye un nido en forma de taza profunda similar al de *Diglossa plumbea*, con una puesta de dos huevos.

Durante 2014 y 2016 se llevaron a cabo observaciones y capturas con redes de niebla en un lugar cercano a El Infiernillo, a 2800 msnm en

el km 78 de la ruta 307 ($26^{\circ}47'S$, $65^{\circ}20'W$), 20 km al norte de la ciudad de Tafí del Valle, Tucumán (Soria 2015). La vegetación del sitio está conformada por un mosaico de pastizales húmedos de altura dominados por *Festuca hieronymeus* y arbustales de campanilla morada (*Iochroma australis*), suncho (*Baccharis* sp.) y muña muña (*Satureja parvifolia*). El 1 de febrero de 2014 se capturó una hembra de *Diglossa sittoides* en un pastizal de *Festuca hieronymeus* (Fig. 1). Se realizaron posteriormente cuatro visitas a este sitio (el 2, 3, 14 y 22 de enero de 2016), localizándose dos nidos (ubicados a 70 m de distancia entre sí), mediante observaciones de los adultos. Durante cuatro horas de la mañana del 2 y del 3 de enero se observaron las actividades de dos parejas de *Diglossa sittoides*. Tanto los machos como las hembras recorrían el sitio e ingresaban al pastizal, sugiriendo que tenían nidos. Efectivamente, se encontraron dos nidos con pichones en una cañada de pronunciada pendiente cubierta por *Festuca hieronymeus*. Los nidos estaban construidos con material del pastizal, tenían forma de taza y estaban unidos a esta planta. Uno de los nidos estaba ubicado entre matas de muña-muña. Los nidos se encontraban ubicados a 16 y 32 cm del suelo, ambos revestidos de finas cerdas de caballo (en el lugar se realiza ganadería de vacunos, equinos y ovinos).

El primer nido, encontrado el 2 de enero, tenía un diámetro de 9 cm, un diámetro interno de 4.9 cm, una profundidad de 5.4 cm



Figura 1. Hembra de Payador Canela (*Diglossa sittoides*) capturada en febrero de 2014 en El Infiernillo, Tafí del Valle, Tucumán. Foto: E Barboza.

y una altura de 5.9 cm. El segundo, encontrado el 14 de enero, tenía un diámetro de 7.1 cm, un diámetro interno de 4.6 cm, una profundidad de 5.6 cm y una altura de 6.8 cm (Fig. 2). En ambos nidos se encontraron tres pichones de aproximadamente una semana de edad, con plumón y áreas de piel desnuda (Fig. 3). Tenían piel rosada clara, pico rosado con la punta amarilla, comisuras blanquecinas, la cavidad bucal y el paladar rojizo, y patas rosadas. Los cañones alares eran grisazulados (dando una impresión metalizada)

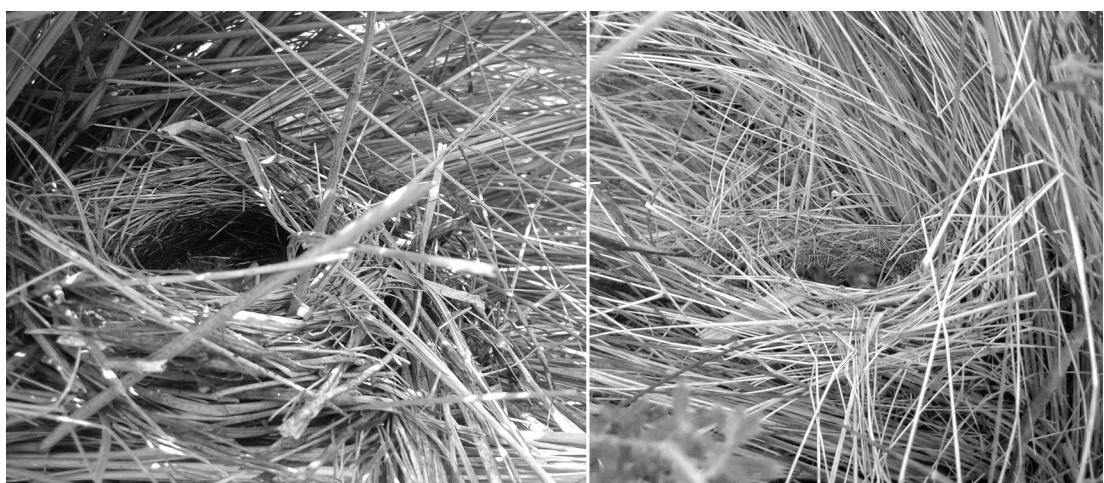


Figura 2. Nidos de Payador Canela (*Diglossa sittoides*) ubicados en un pastizal de *Festuca hieronymeus* en El Infiernillo, Tafí del Valle, Tucumán. Fotos: K Soria.



Figura 3. Pichones de Payador Canela (*Diglossa sittoides*) en sus nidos en El Infiernillo, Tafí del Valle, Tucumán. Fotos: K Soria.

y el cuerpo estaba revestido por un escaso plu-món gris oscuro (Fig. 4). Para verificar que ambos padres alimentaban a los pichones se realizaron observaciones y filmaciones. Se observó que los adultos cazaban pequeños lepidópteros blancos para alimentar a los pichones y se registró que ambos padres los alimentaban. Al regresar al sitio el 14 y el 22 de enero ambos nidos estaban vacíos, sin indicios de predación.

La especie fue registrada en un área de extensos pastizales distante unos 15 km de los bosques montanos del valle de Tafí. Si bien Hilty (2016) menciona que la especie se encuentra en áreas arbustivas, pastizales altos, bordes de bosque y boques abiertos de altura, se desconocía hasta ahora que el sitio elegido por la especie para nidificar fuera la zona de pastizal de altura. Tampoco se conocía que nidificara cerca del suelo (y no en arbustos o árboles), dentro del pastizal, usando finas hierbas y crines de caballo. A diferencia de lo descripto para el género *Diglossa* (del Hoyo et al. 2011, Vaicenbacher et al. 2014), en este trabajo se reporta la presencia de tres pichones en el nido. Esto reafirma la necesidad de estudiar con más profundidad la biología reproductiva de las especies de este género.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Sebastián Aveldaño por acompañarnos al campo. A Patricia Caplonch y a dos revisores anónimos por sus aportes que mejoraron el manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- CANEVARI M, CANEVARO P, CARRIZO GR, HARRIS G, RODRÍGUEZ MATA J Y STRANECK R (1991) *Nueva guía de las aves argentinas. Volumen 1*. Fundación Acindar, Buenos Aires
- HILTY S (2016) Rusty Flowerpiercer (*Diglossa sittoides*). En: DEL HOYO J, ELLIOTT A, SARGATAL J, CHRISTIE DA y DE JUANA E (eds) *Handbook of the birds of the world alive*. Lynx Edicions, Barcelona (URL: <http://www.hbw.com/species/rusty-flowerpiercer-diglossa-sittoides>)
- DEL HOYO J, ELLIOTT A Y CHRISTIE DA (2011) *Handbook of the birds of the world. Volume 16. Tanagers to New World blackbirds*. Lynx Edicions, Barcelona



Figura 4. Pichones de Payador Canela (*Diglossa sittoides*) en El Infiernillo, Tafí del Valle, Tucumán. Foto: K Soria.

DE LA PEÑA MR (2005) *Reproducción de las aves argentinas (con descripción de pichones)*. LOLA, Buenos Aires

RIDGELEY RS Y TUDOR G (1989) *The birds of South America. Volume 1: the oscine passerines*. University of Texas Press, Austin

SORIA K (2015) Descripción del nido y los pichones de la Monterita Serrana (*Compsospiza baeri*). *Hornero* 30:29–32

VAICENBACHER L, GRIM T Y GREENEY H (2014) The nest and eggs of Blackthroated Flowerpiercer *Diglossa brunneiventris*. *Cotinga* 36:56–57

LIBROS



REVISIÓN DE LIBROS

Hornero 31(1):61–62, 2016

ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DE AVES URBANAS

LEPCZYK CA Y WARREN PS (eds) (2012) *Urban bird ecology and conservation. Studies in Avian Biology* N° 45. University of California Press, Oakland. 344 pp. ISBN: 978-0520-273-09-2. Precio: US\$ 85 (tapa dura)

Hacia 1990 la indagación sobre la ecología de las aves en medios urbanos —hasta entonces una corriente de investigación de larga tradición pero minoritaria dentro de la ornitológia— experimentó un considerable impulso, de tal modo que en los últimos 25 años la literatura científica sobre avifauna urbana ha crecido hasta alcanzar una magnitud apreciable. Las causas de tal incremento son varias, pero se destacan dos: por un lado, la creciente aceptación de la ecología urbana entre la comunidad científica como *bona fide* subdisciplina de la ecología con sus propias particularidades y desafíos, y por otro, desde un punto de vista aplicado, la certeza del impacto global de la actividad humana sobre los ecosistemas y del relevante papel que juegan los medios urbanos en este proceso. El volumen editado por Christopher Lepczyk y Paige Warren se inscribe plenamente en este contexto. De hecho, el libro se origina a raíz de un simposio de la IV Conferencia Ornitológica Norteamericana celebrada en Veracruz (Méjico) en 2006, cuyo objetivo era actualizar el conocimiento sobre ecología y conservación de aves urbanas generado tras la publicación de *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*¹ una obra que confirmó la pertinencia y necesidad de los estudios sobre avifauna urbana.

Tras una concisa y relevante introducción de los editores, los capítulos se agrupan en cuatro secciones, además de dos capítulos accesibles en la red. La primera sección se centra en el concepto de gradiente rural–urbano popularizado por McDonnell y Pickett² como contexto analítico para el estudio de la ecología urbana. En su derivación ornitológica consiste, básica-

mente, en comparar descriptores de la avifauna (riqueza de especies, abundancia, diversidad) en diferentes localizaciones que varían en su carácter urbano ya sea desde un punto de vista conceptual (e.g., bosque–parque urbano–centro comercial) o cuantitativo (e.g., porcentaje de superficie edificada). Se trata de una aproximación muy favorecida en Estados Unidos —seguramente por el predominio de un desarrollo urbano difuso al que parece adecuarse bien el concepto de gradiente— que ha generado una apreciable cantidad de publicaciones científicas pero una escasa certidumbre, tanto sobre la respuesta que la avifauna exhibe al grado de urbanización como sobre los mecanismos que generan esa respuesta. A progresar en esta situación se dirigen los capítulos que van desde una visión general del concepto y aplicaciones del gradiente urbano (capítulo 2), hasta la revisión de los factores explicativos que hay detrás de esos gradientes, ya sea de forma general (capítulo 5) o centrándose en la predación (capítulo 4), pasando por estudios específicos en zonas tropicales (capítulo 3) y boreales (capítulo 6).

La segunda sección del libro incluye dos grupos de temas. Por un lado, indaga a través de estudios específicos en aspectos relacionados con la demografía de las aves urbanas (capítulos 10, 11 y 12) abordando algunos de una importancia crucial, como es el movimiento de las aves en el paisaje urbano. Por otro, muestra diferentes experiencias (capítulos 7, 8 y 9) de lo que se ha dado en llamar “citizen science”, es decir, lo que siempre hemos conocido como la participación de voluntarios en la tarea científica. Tales experiencias muestran el valor de la colaboración entre ciudadanos, entidades administrativas y científicas a la hora de obtener una información imprescindible para el conocimiento y gestión de las aves urbanas.

La sección tercera, quizá la más interesante, engloba también dos grupos de temas. Por un lado, dos capítulos (el 13 y el 14) que aluden a cómo el conocimiento científico es (o debería ser) aprovechado para el planeamiento urbano; a estos capítulos se suma otro (capítulo 15) que muestra un estudio prospectivo sobre cómo afectará el desarrollo urbano a la avifauna del estado de Washington. La sección incluye, además, dos capítulos (el 16 y el 17) sobre la alimentación de aves urbanas en comederos artificiales y los aspectos socioeconómicos detrás de esta actividad, muy extendida en algunos países.

La última sección contiene un solo capítulo (el 18) que revisa el carácter propicio de los medios urbanos para que se produzcan rápidos procesos evolutivos tanto de aspectos somáticos como conductuales en las aves, a la vez que explora la posibilidad de coevolución de aves y humanos.

Finalmente, como contenidos en la red aparecen dos estudios. El primero es una interesante indagación sobre la relación entre la estructura del hábitat y las comunidades de aves en parques urbanos de México; el segundo trata sobre la influencia de la urbanización en la ecología del Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*).

En esta publicación el lector encontrará una aproximación muy satisfactoria al estudio científico de la avifauna urbana. Otra cosa es si el volumen alcanza los objetivos que se proponía, es decir, constituir una puesta al día de los contenidos incluidos en la obra de Marzluff et al.¹. Se diría que lo hace parcialmente, por tres motivos. El primero es temporal: cinco años entre los dos volúmenes parece un periodo muy breve para dar cuenta de cambios, incluso en una materia en relativa ebullición como es la ornitología urbana. Por ejemplo, el volumen ignora (de forma inevitable dado que son relativamente recientes) los estudios sobre la influencia de la luz y el sonido humanos en la conducta y la fisiología de las aves urbanas. El segundo motivo, no infrecuente en publicaciones originadas en congresos, es el sesgo geográfico: solo dos capítulos contienen investigaciones realizadas fuera de Estados Unidos y México. En sí mismo esto no es reprochable, pero puede limitar la pluralidad de perspectivas. Así, resulta sorprendente que el capítulo 7, que

intenta ofrecer una visión global de la "ciencia ciudadana", omita cualquier referencia a la larga tradición en Europa y en otras partes del mundo de estudios ornitológicos (en ciudades y fuera de ellas) con la participación de voluntarios. Por último, en una obra que pretende evaluar el estado de conocimiento de la materia se echa de menos un tono más crítico. No es que la crítica se halle por completo ausente: la escasa disposición de los ornitólogos urbanos a generar ciencia aplicada es evaluada por Miller (capítulo 13) de una forma muy honesta y perspicaz. Este proceder debería haber sido más frecuente en los diferentes capítulos. Especialmente en el segundo, enfocado en el concepto de gradiente urbano (en torno al cual en buena medida gira todo el volumen), en el cual los autores, tras una quizá excesiva recapitulación de su propia investigación, proponen direcciones de estudio adicionales pero no llegan a completar una revisión detallada del contexto analítico y del conocimiento que éste ha generado. En este sentido, se recomienda la lectura de un incisivo capítulo escrito por Carla Catterall³ en otra publicación reciente sobre ecología urbana.

En suma, el volumen editado por Lepczyk y Warren proporciona una acertada panorámica del actual estudio de la ecología de las aves urbanas. Que algunas perspectivas hayan quedado sin ser abordadas no es tanto un demérito como la constatación de que se trata de una materia donde quedan muchas facetas por explorar.

¹ MARZLUFF J, BOWMAN R Y DONNELLY R (2001) *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Kluwer, Norwell

² McDONNELL MJ Y PICKETT STA (1990) Ecosystem structure and function along urban-rural gradients: an unexploited opportunity for ecology. *Ecology* 71:1232-1237

³ CATTERALL C (2009) Responses of faunal assemblages to urbanisation: global research paradigm and an avian case study. Pp. 129-155 en: McDONNELL MJ, HAHS AK Y BREUSTE JH (eds) *Ecology of cities and towns: a comparative approach*. Cambridge University Press, Cambridge

ORNITOLOGÍA EN EL FIN DEL MUNDO

Rozzi R Y Jiménez JE (2013) *Magellanic Sub-Antarctic ornithology. First decade of long-term bird studies at the Omora Ethnobotanical Park, Cape Horn Biosphere Reserve, Chile*. University of North Texas Press, Denton. 364 pp. ISBN: 978-1574-415-31-5. Precio: US\$ 75 (rústica)

Las islas del extremo sur de América albergan los bosques ubicados a mayor latitud del Hemisferio Sur y las aves que los habitan representan un interrogante para naturalistas y científicos, ya que a diferencia de lo que podría esperarse debido a las duras condiciones climáticas de esa región, la gran mayoría reside allí durante todo el año. Esta característica representa un gran desafío para quienes desean estudiarlas, puesto que no se puede lograr un conocimiento profundo mediante visitas cortas en solo algunos momentos del año. Este desafío fue enfrentado por quienes decidieron comenzar, hace ya más de 10 años, el programa de estudios a largo plazo de las aves de la Reserva de Biósfera Cabo de Hornos. Con la publicación de *Magellanic Sub-Antarctic ornithology* nos muestran los logros que han alcanzado durante la primera década de sus investigaciones.

El libro, por una parte, brinda información sobre las características ambientales de la región del Cabo de Hornos, con textos muy claros y un formato agradable y bien documentado, con fotografías y figuras que lo hacen atractivo para cualquier interesado en conocer el extremo sur de Patagonia. Por otra, tiene información detallada sobre el programa de monitoreo mensual de aves que han llevado adelante usando redes de niebla en el Parque Etnobotánico Omora. Finalmente, en secciones específicas se reúnen todas las publicaciones científicas basadas en datos colectados en la Reserva de Biósfera Cabo de Hornos.

Por mi sesgo profesional hice más hincapié en los datos básicos que forman una gran parte del libro. Algo que nos sucede a quienes gustamos de observar y estudiar a las aves es que solemos colectar muchos datos que que-

dan “guardados” en cuadernos y carpetas. Sin embargo, esa información puede ser de gran utilidad, por ejemplo para quienes se preguntan si el calentamiento global tiene efectos sobre la morfología de las aves¹. Para intentar avanzar en estos interrogantes la clave es contar con datos colectados durante largos períodos de tiempo. Mejor aún si las mediciones se realizan usando las mismas técnicas y en el mismo lugar. Este es un gran aporte del libro, ya que nos presenta para cada especie una descripción de nueve variables morfológicas relacionadas con el tamaño corporal y el pico, la variación mensual de la tasa de captura y evaluaciones de capturabilidad y longevidad. Finalmente, se presenta una breve descripción de la historia natural (e.g., dieta, distribución y ambiente donde es más frecuente encontrarla), además de un mapa de la región donde se indican los sitios en los cuales fue observada y en los que no fue encontrada, mostrando también si estaban presentes todo el año o en una estación en particular.

En total se presentan datos para 26 especies capturadas entre enero de 2000 y diciembre de 2010. Como era de esperar por la técnica de muestreo, la gran mayoría de las especies son passeriformes, aunque también hay datos de especies que se capturan poco frecuentemente, como el Chimango (*Milvago chimango*), la Cachaña (*Enicognathus ferrugineus*), el Caburé Austral (*Glaucidium nana*), la Lechuza Bataraz Austral (*Strix rufipes*) y el Carpintero Gigante (*Campephilus magellanicus*). Son muy interesantes los datos de longevidad, escasos para las especies de América del Sur^{2,3}. Si bien no se indica si los individuos eran adultos al momento de la primera captura, es notable la edad registrada para algunas especies. La máxima longevidad la obtuvieron para un Fiofío Silbón (*Elaenia albiceps*) que visitó la reserva al menos durante 8 años, algo muy llamativo para una especie migratoria. Las residentes tampoco se quedaron atrás, con longevidades de 7 años para un Comesobo Patagónico (*Phrygilus patagonicus*) y de 6 años para un Rayadito (*Aphrastura spinicauda*) y un Zorzal Patagónico (*Turdus falcklandii*).

Como siempre, uno desea contar con más datos y por eso incorporo algunos comentarios que pueden incrementar la información disponible para la próxima década (que no dudo que logren concretar). Los datos que sugiero quizás ya los han tomado pero decidieron no presentarlos o, en todo caso, podrían incorporarse al programa de monitoreo que continúan realizando. Los datos morfológicos podrían ser presentados por edad (juveniles y adultos) y, en especies con dimorfismo sexual, para machos y hembras por separado. Con respecto a la tasa de captura sería de gran valor contar con las variaciones interanuales. Como los muestreos se realizaron con un esfuerzo constante de captura, constituyen una excelente medida para evaluar las tendencias poblacionales de las especies (por lo menos de las más comunes). En el Hemisferio Norte, por ejemplo, a través del monitoreo de poblaciones (e.g., el Breeding Bird Survey en EEUU) se ha encontrado que las aves migratorias han declinado notablemente⁴. En cambio, en América del Sur se conoce muy poco sobre la situación de las poblaciones de aves migratorias y algunas especies podrían estar disminuyendo sin que lo sepamos⁵. Monitoreos que abarquen largos períodos como el que se está realizando en Omora podrían ser claves para evaluar el estado poblacional de algunas especies migratorias en nuestro continente. También sería importante obtener información sobre la muda del plumaje corporal y de vuelo. Si bien cuando se está manejando una estación de anillado uno está muy apremiado por procesar rápido las aves para disminuir el estrés de la captura, estas mediciones son relativamente sencillas y brindarían información inédita para las aves de esta región de América.

Como indiqué anteriormente, el resto del libro presenta las publicaciones científicas realizadas con datos obtenidos en la Reserva Cabo de Hornos, con la particularidad de traducir al inglés los artículos que habían sido publicados previamente en español. De esta forma, los editores intentan incrementar la difusión del conocimiento sobre la avifauna de esta región para lectores que no son hispanoparlantes y, además, mejorar la visibilidad de los artículos publicados en revistas de menor alcance internacional. Este conjunto de publicaciones se dividió en seis secciones relacionadas con los ejes temáticos de los tra-

bajos originales, que fueron acompañadas con una introducción que resume los principales resultados de cada artículo. La sección que más llamó mi atención fue la que trataba sobre el impacto de la reciente invasión del Visón Americano (*Neovison vison*) en las islas de la zona. Otra sección interesante es la relacionada con los artículos en los cuales se evalúa el papel de Omora para promover la conservación, el ecoturismo, la educación y la ética ambiental. Estos trabajos constituyen buenos ejemplos de cómo integrar proyectos de investigación con posibilidades de desarrollo para las comunidades asociadas a las áreas protegidas.

El epílogo del libro es un ensayo sobre las perspectivas futuras del programa de monitoreo a largo término de las aves que habitan Omora. Quienes estamos interesados en la biología de las aves patagónicas esperamos ansiosos los resultados que obtengan durante la segunda década de sus estudios ornitológicos en el fin del mundo.

En suma, considero que *Magellanic Sub-Antarctic ornithology* es un libro de gran valor para los amantes de las aves que habitan la Patagonia. Para el observador de aves que desea incursionar por esta zona del mundo le brinda, a través de las sinopsis de cada sección, un panorama actualizado sobre la biología de las aves, sus problemas de conservación y su papel en las culturas de la región. Para quienes intentan profundizar o realizar nuevas investigaciones están disponibles los artículos originales y mucha información sobre aspectos morfológicos y ecológicos de las aves. Todo esto sumado a un conjunto excelente de fotografías hacen del libro una obra de gran valor académico y estético.

¹ SALEWSKI V, HOCHACHKA WM Y FIEDLER W (2010) Global warming and Bergmann's rule: do Central European passerines adjust their body size to rising temperatures? *Oecologia* 162:247–260

² BISPO AA Y SCHERER NETO P (2012) Outstanding longevity record data for the Streaked Xenops (*Xenops rutilans* Temminck, 1821) in the Brazilian Atlantic Forest. *Ornitología Neotropical* 23:303–306

³ VEREA C, DÍAZ M Y SOLÓRZANO A (2007) Longevidad de dos especies de aves del norte de Venezuela. *Ornitología Neotropical* 18:459–461

⁴ MARTIN TE Y FINCH DM (1995) *Ecology and management of Neotropical migratory birds*. Oxford University Press, Nueva York

⁵ CUETO VR, JAHN AE, TUERO DT, GUARALDO AC, SARASOLA JH, BRAVO SP, GÓMEZ V, GIRALDO IJ, MASSON DA, MACPHERSON M Y JIMÉNEZ JE (2015) Las aves migratorias de América del Sur. Nuevas técnicas revelan información sobre su comportamiento. *Ciencia Hoy* 24:19-25

VÍCTOR R. CUETO

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

vcueto@conicet.gov.ar

Hornero 31(1):65, 2016

AVES ARGENTINAS

DE LA PEÑA MR (2015) *Aves argentinas. Incluye nidos y huevos. Tomo 1.* Eudeba y Ediciones Universidad Nacional del Litoral, Buenos Aires y Santa Fe. 494 pp. ISBN: 978-987-657-986-5. Precio: \$ 430 (rústica)

DE LA PEÑA MR (2015) *Aves argentinas. Incluye nidos y huevos. Tomo 2.* Eudeba y Ediciones Universidad Nacional del Litoral, Buenos Aires y Santa Fe. 384 pp. ISBN: 978-987-657-987-2. Precio: \$ 410 (rústica)

Esta obra de Martín de la Peña es una síntesis compacta de trabajos anteriores del autor sobre la avifauna argentina, presentada en dos tomos bien impresos y con un formato estéticamente logrado. No se trata de una guía de campo, sino más bien de un libro complementario a las mismas. El primer tomo incluye un prólogo de Sergio Salvador, seguido de una introducción general a la obra y de las fichas específicas para las aves no-passeriformes. La introducción contiene un índice, agradecimientos, nota a los lectores, glosario de términos empleados y una serie de dibujos en blanco y negro ilustrando la topografía de las aves y formas de los nidos y huevos. Las fichas para las especies incluyen mapas, nombres científicos, nombres oficiales en inglés y español, descripción, hábitat, datos de reproducción, identificación en el campo, vocalizaciones (a veces), distribución y subespecies. El segundo tomo contiene las fichas específicas de los passeriformes y la información está organizada como en el primer tomo. Las fichas, en ambos tomos, varían de tamaño en función de la información existente. Al final del segundo tomo se añade una sucinta bibliografía general.

Las láminas que ilustran las especies son básicamente las mismas usadas en las ante-

riores guías producidas por de la Peña y Rumboll. En la lámina 71 (familia Tyrannidae) están trastocadas las especies 10 y 11. Los mapas de distribución reflejan razonablemente los datos actuales. Los nombres científicos están bastante al día pese a que los hallazgos de la filogenia molecular introducen frecuentes cambios. Por los tiempos de edición no llegaron a incluirse algunas pocas especies halladas o reconocidas muy recientemente. Una novedad de la obra es la inclusión de una lista de nombres vernáculos o populares alternativos en las fichas de especies. Estos nombres son mayormente de origen español, a veces portugueses de Brasil, aunque bastantes de ellos provienen de lenguas indígenas habladas en Argentina (e.g., mapuche, quechua, guaraní, aymara, kunza). La selección de nombres no abarca todas las lenguas indígenas argentinas, como por ejemplo las chaqueñas o patagónicas.

Martín de la Peña es sin duda uno de los más importantes divulgadores de la ornitología en Argentina. Esta obra contiene mucha información ya presentada en sus publicaciones anteriores y lo mismo sucede con la mayoría de las ilustraciones de aves, nidos y huevos. Para aquellas personas interesadas en las aves que no posean las obras anteriores del autor estos dos tomos son muy recomendables o incluso necesarios. Para los demás compradores potenciales será una decisión a evaluar.

ROSENDO M. FRAGA

CICyTTP-CONICET
Matteri y España, E3105BWA Diamante
Entre Ríos, Argentina
ch2fraga@gmail.com

NUEVAS ESPECIES EN LAS AVES DEL MUNDO

DEL HOYO J, ELLIOTT A, SARGATAL J Y CHRISTIE D (eds) (2013) *Handbook of the birds of the world. Special volume. New species and global index*. Lynx Edicions, Barcelona. 812 pp. ISBN: 978-84-96553-88-0. Precio: € 145 (tapa dura)

La meta principal de este volumen especial fue actualizar taxonómicamente la saga de los *Handbook of the birds of the world*, así como presentar un índice global para toda la obra. Este libro es la culminación y justa coronación de la serie de 17 volúmenes, iniciada en 1992, sobre la biología y taxonomía de las aves actuales. Este volumen se diferencia de los anteriores por ser ecléctico. Se inicia con dos capítulos, escritos por la eminencia ornitológica Jon Fjeldså, sobre la clasificación taxonómica y el descubrimiento de nuevas especies de aves. Luego sigue el tratamiento de 69 especies nuevas no incluidas en los volúmenes anteriores, así como la descripción de 15 especies nuevas para la ciencia. El volumen culmina con una galería de fotos y un índice para todos volúmenes. Este libro sin duda contribuye significativamente al conocimiento ornitológico mundial, tanto en el ámbito académico como naturalista.

Los capítulos de Fjeldså son completos y más que relevantes para un volumen sobre especies nuevas; si bien un poco extensos, son de lectura obligatoria para todo interesado en la diversidad de aves y en entender el proceso de su descubrimiento y clasificación. Inicialmente actualiza y describe la diversidad actual de las aves, enfocándose en los órdenes y familias, los criterios de clasificación, sus relaciones y orígenes. Luego, el autor explora la historia y el proceso de descubrimiento de nuevas especies, en particular durante los 21 años de publicación de los volúmenes del *Handbook of the birds of the world*, listando unas 130 especies descriptas en el período, las cuales no fueron tratadas en la serie (ver más adelante). El segundo capítulo es muy interesante, ya que es la revisión comentada más completa disponible al momento sobre las nuevas especies descriptas al final del siglo XX y comienzos del XXI.

El texto es ameno y acompañado de fotos de muchas de las nuevas especies, algo muy valorable. Finaliza con un análisis de la distribución geográfica mundial de las especies nuevas y con una discusión sobre las posibles causas de este patrón, mostrando que estas especies se concentran en los bosques tropicales y en las regiones montañosas del Neotrópico, del este de África y del sudeste asiático.

A continuación se presentan las 69 especies nuevas para la ciencia descriptas posteriormente a la publicación de los volúmenes de la serie, por ende solo detalladas en este volumen especial. El tratamiento de estos nuevos taxa es uno de los pilares de la obra, en particular porque al momento este es el único libro que cumple con tal tarea. Cabe resaltar que el volumen solo describe los taxa nuevos para la ciencia, sin considerar los casos en los cuales un taxón se eleva de categoría (de subespecie a especie, "splits"). No obstante, no son claros todos los criterios de inclusión de las nuevas especies revisadas, dado que algunas especies descriptas como un nuevo taxón fueron dejadas de lado, como por ejemplo *Forpus flavigollis*¹. El tratamiento de cada especie nueva es igual que en los volúmenes anteriores, por medio de fichas con mapas de distribución, aspectos taxonómicos, fenotípicos, reproductivos, conservación, entre otros. Al igual que en los volúmenes anteriores, se podría haber mejorado la mención de las referencias bibliográficas, dado que no hay citas en el texto y por ende no es posible encontrar la fuente original de una determinada información. En esta sección, aparte de haberse tratado las 69 especies nuevas, habría sido interesante una mención, al menos en una lista, de las especies nuevas producto de reclasificación de subespecies (subespecies elevadas a especies). No tener esta lista genera una brecha parcial en la obra en relación a las aproximadamente 300 especies nuevas producto de primera descripción o de reclasificación. No obstante, esta situación será supuestamente reparada en el *Handbook of the birds of the world alive*², disponible en línea, donde se mantiene una lista actualizada de todas las especies.

El otro pilar del volumen es la descripción de 15 especies nuevas para la ciencia. Específicamente, se presentan artículos de primera descripción de aves de las tierras bajas amazónicas de Brasil, Bolivia y Perú. Este hecho demuestra que aún existe un importante nivel de biodiversidad mundial por describir, y que gran parte está localizada en las selvas tropicales. La mayoría de estas especies nuevas son passeriformes (14), pero también hay un chacurú (*Nystalus obamai*).

La descripción de las 15 nuevas especies es una contribución importante que ha desencadenado variada polémica. En primer lugar, es cuestionable el hecho de presentar descripciones de nuevas especies en un volumen de distribución restringida, como es un libro de este porte y valor monetario¹. Es importante mencionar que estos artículos de primera descripción no tienen versión en formato pdf en línea (e.g., en el *Handbook of the birds of the world alive*²), como sí ocurre con los artículos de la mayoría de las revistas científicas. Si bien yo pude encontrar los artículos en Internet, estos estaban alojados en un sitio no institucional, sin garantía de estabilidad y no relacionado al *Handbook of the birds of the world* o a ninguno de los autores³. Además, si bien los artículos con las descripciones tuvieron revisión de pares, algunos fueron cuestionados en relación a si el taxón descripto merece el grado de especie, ya sea por presentar muy pocos caracteres diagnósticos o por no haberse utilizado un análisis estadístico adecuado durante su descripción⁴. Esto se exemplifica con los dendrocoláptidos *Dendrocolaptes retentus* y *Campylorhamphus cardosoi*, dos de las especies nuevas que no fueron aceptadas como especies plenas por el Comité de Clasificación para América del Sur de la Unión de Ornitólogos de América del Norte debido a la ausencia de datos relevantes en la descripción⁵. Por otra parte, luego de la publicación de este volumen se lanzó el *Handbook of the birds of the world alive*², donde tampoco se consideran como especies plenas a todas las descriptas en este volumen especial, lo que puede ser confuso y refleja las críticas mencionadas. Por ejemplo, en el *Handbook of the birds of the world alive*² se cita a *Dendrocolaptes retentus* como subespecie de *Dendrocolaptes certhia* y no como especie plena. Esta confusión está relacionada a que esa obra tiene un tratamiento taxonómico dife-

rente al de los volúmenes del *Handbook of the birds of the world*. Específicamente, las especies descriptas en este volumen especial se ajustan bien al concepto filogenético de especie, mientras que el *Handbook of the birds of the world alive*² sigue un criterio de delimitación de especies que parece ser más conservador que el filogenético (el método de Tobias⁶). La mayoría de las 15 especies descriptas se ajustarían bien al concepto filogenético de especie, pero no necesariamente a otros conceptos, razón por la cual algunos ornitólogos las cuestionan y ciertos comités de clasificación zoológica no las aceptan⁵.

Este volumen especial también dedica 174 de sus páginas a una galería de 200 fotos de aves del mundo, las cuales fueron seleccionadas en un concurso fotográfico de un total de 10000. La mayoría de las imágenes son impresionantes y son obra de fotógrafos que contribuyeron en toda la serie, algunos de ellos argentinos (e.g., Darío Podestá, Hernán Povedano y José Calo). Luego de recorrer esta galería, icualquier ornitólogo recordará por qué ama a las aves!

Para finalizar, el volumen especial presenta un índice general para todos los volúmenes de la serie. Es un índice con secciones de nombres científicos y comunes en inglés, español, francés y alemán. El índice ocupa casi el 50% del volumen, lo que puede parecer excesivo si no se contextualiza a este libro como culminación de una serie de 17 volúmenes. El índice global es útil, pero solo si se poseen los volúmenes anteriores. Uno se pregunta por qué no hay un índice de nombres en portugués, dado que un gran número de las especies revisadas, y en especial todas las especies nuevas, son de Brasil y poseen nombres en lengua local. La respuesta podría ser que la serie no incluyó desde su génesis nombres en portugués.

En conclusión, este volumen especial es una contribución importante para la ciencia ornitológica mundial y, en particular, para el Neotrópico, debido a la descripción de 15 especies nuevas de la región. Es un libro de consulta y de información primaria, que si bien puede ser costoso para un ornitólogo particular, debería estar en toda biblioteca seria de instituciones de investigación y enseñanza en el área, en especial en aquellas que poseen los volúmenes anteriores de la serie.

- ¹ BOCK WJ (2014) Review of "Handbook of the birds of the world. Special volume. New species and global index". *Auk* 131:112–115
- ² DEL HOYO J, ELLIOTT A, SARGATAL J, CHRISTIE DA Y DE JUANA E (2015) *Handbook of the birds of the world alive*. Lynx Edicions, Barcelona (URL: <http://www.hbw.com/>)
- ³ FIELD GUIDES (2016) *HBW: fifteen new species of Amazonian birds*. Field Guides, Austin (URL: <http://fieldguides.com/news/hbw-15-new-species/>)
- ⁴ SANGSTER G (2015) Review of "Handbook of the birds of the world. Special volume. New species and global index". *Ibis* 157:899–900
- ⁵ REMSEN JV JR, ARETA JI, CADENA CD, CLARAMUNT S, JARAMILLO A, PACHECO JE, PÉREZ-EMÁN J, ROBBINS MB, STILES FG, STOTZ DF Y ZIMMER KJ (2016) *A classification of the bird species of South America*. American Ornithologists' Union, Baton Rouge (URL: <http://www.museum.lsu.edu/~remsen/SACCBaseline.htm>)
- ⁶ TOBIAS JA, SEDDON N, SPOTTISWOODE CN, PILGRIM JD, FISHPOOL LC Y COLLAR NJ (2010) Quantitative criteria for species delimitation. *Ibis* 152:724–746

GUSTAVO S. CABANNE

Museo Argentino de Ciencias Naturales
"Bernardino Rivadavia"–CONICET
Av. Ángel Gallardo 470,
C1405DJR Buenos Aires, Argentina
gscabanne@yahoo.com

Hornero 31(1):68–69, 2016

NIDIFICACIÓN DE LAS AVES DEL BOSQUE TEMPLADO ANDINO DE CHILE

ALTAMIRANO TA, IBARRA JT, HERNÁNDEZ F, ROJAS I, LAKER J Y BONACIC C (2012) *Hábitos de nidificación de las aves del bosque templado andino de Chile*. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago. 116 pp. ISBN: 978-956-345-582-3. Disponible en: <https://assets.peregrinefund.org/docs/pdf/research-library/2012/2012-Chile-nidificacion-libro.pdf>

Durante la última década, la breve literatura ornitológica de Chile se ha incrementado con la publicación de varios libros dedicados a las aves del país. Sin embargo, la mayoría de estos trabajos corresponden a guías de campo, orientadas, obviamente, a la identificación de especies. Por el contrario, los libros sobre historia natural de las aves son sumamente escasos y específicos. El libro *Hábitos de nidificación de las aves del bosque templado andino de Chile* representa un intento de reducir parcialmente esa deuda.

Diseñado como un texto de difusión para un público general, el trabajo de Altamirano y colaboradores está hermosamente ilustrado con algunas fotografías de muy buena calidad. De medianas dimensiones, su formato no es el de una guía de bolsillo. Sin embargo, se encuentra disponible en formato electrónico

de libre acceso, por lo que, por esa vía, es fácil de consultar en terreno.

El documento está estructurado en tres partes principales. La primera contiene el prólogo y los capítulos introductorios, la segunda es una guía con información sobre las principales especies que nidifican en el bosque templado andino y la tercera contempla algunas consideraciones sobre la conservación de las aves y sus ambientes. En todo el texto se aprecia un estilo sencillo, sin el uso de citas bibliográficas (aunque al final se presenta una lista de referencias).

El prólogo y la introducción no están particularmente centrados en la nidificación de las aves sino que tratan diversos aspectos de los bosques templados del Cono Sur y de la estructuración de las comunidades de aves. Recién en la página 28 se comienza a discutir la importancia del proceso de reproducción en la biología de las aves. En este capítulo en particular se echa de menos un tratamiento un poco más específico sobre los aspectos de la biología reproductiva que son característicos de las aves de la región estudiada. Por ejemplo, alguna mención a las diferencias de rasgos de historia de vida existentes entre aves de América del Norte y del Sur¹ hubiera ser-

vido para destacar, aún más, la importancia de contar con información como la que presenta este libro.

La guía de aves que nidifican en el bosque templado andino representa el grueso de este libro, abordando un total de 30 especies. El criterio por el cual algunos taxa no fueron incluidos no es claro, existiendo ausencias de especies del norte de la distribución de los bosques templados, como *Pteroptochos castaneus* y *Scytalopus fuscus* y de otras con un rango más amplio, como *Eugrallala paradoxa* y *Buteo albogula*. Para la descripción de sus hábitos de nidificación, las especies fueron clasificadas según el sustrato en el que comúnmente construyen sus nidos: suelo, sotobosque, dosel y cavidades de árboles. El tratamiento para cada especie está estandarizado, siguiendo un modelo de ficha. A pesar de lo anterior, resulta evidente la heterogeneidad de la información disponible para las diferentes especies, debiendo los autores resumir mucho los datos para algunas especies, mientras que para otras la información es muy genérica o, incluso, desconocida.

Otro aspecto en el cual se aprecia el carácter de texto de difusión general de este libro es

que las variables numéricas, como las dimensiones de los huevos o el tamaño de nidad, entre otras, son presentadas como promedios o rangos sin referencia al origen y tamaño de la muestra sobre la cual se presentan los valores.

El trabajo de Altamirano y colaboradores representa un primer paso para sensibilizar al público sobre uno de los aspectos más atractivos de las aves, como es su reproducción. Los autores de este libro, junto con poseer una gran experiencia de campo en la nidificación de aves de bosque, también tienen un claro interés en la educación ambiental, y este libro es un reflejo de esta conjunción. Confío que en el futuro cercano podamos ver una segunda versión de este trabajo orientada a un público más técnico.

¹ MARTIN TE, MARTIN PR, OLSON CR, HEIDINGER BJ Y FONTAINE JJ (2000) Parental care and clutch sizes in North and South American birds. *Science* 287:1482-1485

CRISTIÁN F. ESTADES

Facultad de Ciencias Forestales y
Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile
Avda. Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago, Chile
cestades@uchile.cl

LIBROS DE RECENTE APARICIÓN

- ATHANAS N & GREENFIELD PJ (2016) *Birds of western Ecuador. A photographic guide*. Princeton University Press. 448 pp. US\$ 45 (rústica)
- CAVE B (2016) *A Lizard bird diary. A study of the birds of the South Lizard Peninsula, Cornwall: 1970–2015*. Edición del autor. 160 pp. £ 27.85 (r)
- COOPER R, MCALLAN I, BRANDIS C & CURTIS B (2016) *An atlas of the birds of New South Wales and the ACT. Volume 2. Comb-crested Jacana to Striated Pardalote*. New South Wales Bird Atlassers. 688 pp. Au\$ 135 (tapa dura)
- COOPER R, MCALLAN I & CURTIS B (2014) *An atlas of the birds of New South Wales and the ACT. Volume 1. Emu to Plains-wanderer*. New South Wales Bird Atlassers. 720 pp. Au\$ 135 (d)
- EATON JA, VAN BALEN B, BRICKLE NW & RHEINDT FE (2016) *Birds of the Indonesian Archipelago. Greater Sundas and Wallacea*. Lynx Edicions. 496 pp. € 65 (d)
- FRITH CB (2016) *Charles Darwin's life with birds. His complete ornithology*. Oxford University Press. 520 pp. US\$ 74 (d)
- HAUKOS DA & BOAL C (2016) *Ecology and conservation of Lesser Prairie-Chickens*. Studies in Avian Biology N° 48. CRC Press. 376 pp. US\$ 143.96 (d)
- HERRMANN D (2015) *Avian cognition. Exploring the intelligence, behavior, and individuality of birds*. CRC Press, 536 pp. U\$ 119.96 (d)
- DEL HOYO J, COLLAR NJ, CHRISTIE DA, ELLIOTT A & FISHPOOL LDC (eds) (2016) *Illustrated checklist of the birds of the world. Volume 2. Passerines*. Lynx Edicions. 1014 pp. US\$ 233 (d)
- JACOBS NJ (2016) *Birders of Africa. History of a network*. Yale University Press. 352 pp. US\$ 85 (d)
- KETTERSON ED & ATWELL JW (eds) (2016) *Snowbird. Integrative biology and evolutionary diversity in the Junco*. University of Chicago Press. 390 pp. US\$ 60 (d)
- LESEBERG N & CAMPBELL I (2015) *Birds and animals of Australia's top end. Darwin, Kakadu, Katherine, and Kununurra*. Princeton University Press. 272 pp. US\$ 27.95 (r)
- LOGAN PB (2016) *Audubon. America's greatest naturalist and his voyage of discovery to Labrador*. Ashbrynn Press. 732 pp. € 35.81 (d)
- NIELSEN L (2015) *Birds of the wet tropics of Queensland and Great Barrier Reef and where to find them*. CSIRO Publishing. 398 pp. Au\$ 45 (r)
- DE LA PEÑA MR (2015) *Aves argentinas. Incluye nidos y huevos. Tomo 1*. Eudeba y Ediciones Universidad Nacional del Litoral. 494 pp. \$ 430 (r)
- DE LA PEÑA MR (2015) *Aves argentinas. Incluye nidos y huevos. Tomo 2*. Eudeba y Ediciones Universidad Nacional del Litoral. 384 pp. \$ 410 (r)
- PIERSMA T (2016) *Guests of summer. A House Martin love story*. British Trust for Ornithology. 118 pp. £ 9.99 (r)
- POWELL LA & GALE GA (2015) *Estimation of parameters for animal populations. A primer for the rest of us. Caught Napping Publications*. 258 pp. US\$ 17.50 (r)
- STREBY HM, ANDERSEN DE & BUEHLER DA (eds) (2016) *Golden-winged Warbler ecology, conservation, and habitat management*. Studies in Avian Biology N° 49. CRC Press. 238 pp. US\$ 143.96 (d)
- TIPLING D (2016) *Seabirds of the world. Secret realm of the oceans' wanderers*. New Holland. 192 pp. Au\$ 39.99 (d)
- ZHENG G (ed) (2015) *Pheasants in China*. Higher Education Press. 672 pp. £ 78 (d)

eBird

Argentina

Observación de aves en el siglo 21

eBird es una plataforma web de ciencia ciudadana donde miles de observadores de aves del mundo suben sus registros.

Este conjunto de observaciones provee a científicos, investigadores y naturalistas amateur, datos acerca de la distribución y abundancia de las aves a través de grandes extensiones espacio-temporales. Los datos de eBird pueden ser utilizados para resaltar la importancia de áreas protegidas para la conservación, para desarrollar estudios de evolución o para explorar patrones biogeográficos en las distribuciones de las aves.

www.ebird.com/argentina



Libros del Centenario

Un libro que a través de textos, fotografías e ilustraciones recorre nuestra historia como la organización ambiental más antigua de América Latina



El nuevo libro de Tito Narosky en el que repasa el camino de la observación de aves a través de su prodigiosa pluma

100 AÑOS AVES ARGENTINAS
Socios: \$450
No Socios: \$520

COMBO AMBOS LIBROS
Socios: \$660
No Socios: \$790

El Observador de Aves.
Autobiografía de una generación.
Socios: \$350
No socios: \$390

Adquirilos en
www.avesargentinas.org.ar/ecotienda
ECOTIENDA

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

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

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



ESPECIES

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

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



GENTE

Todos podemos ayudar a la naturaleza.

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



HABITATS

Procuramos generar cambios a gran escala.

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



SITIOS

Hacemos aportes concretos en el terreno.

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

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

Fotos: C. del Águila; A. Di Giacomo; C. Bannier; E. Haeser; R. Möller Jensen; F. Erize; L. Petersen; S. Preisz; H. Rodríguez Goris; R. Gómez; C. D'Acunto C.; Marigo; C. Sabena; R. White; J. Leiberman; E. Coconier; M. Ruda Vega; J. Martínez; T. Leventis; A. Parera; R. Cali; P. Chamorro; J. y A. Calo; D. G. Zeballos; P. Handorf / Birdlife. Diseño gráfico: M. Masarico



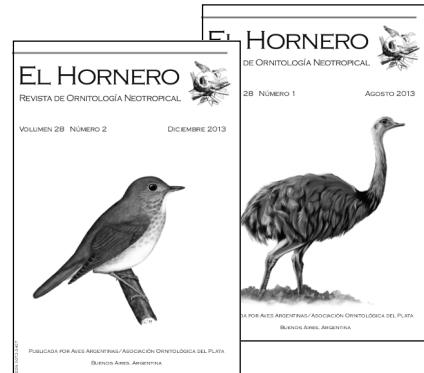


EL HORNERO

REVISTA DE ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL

PUBLICADA POR AVES ARGENTINAS/ASOCIACIÓN ORNITOLÓGICA DEL PLATA

UNA PUBLICACIÓN LÍDER EN ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL



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

¡SUSCRÍBASE AHORA!

Suscripción anual:
Vol. 31, números 1 y 2 (2016)

- Socios AA/AOP: \$ 220
(no incluye costo de envío)
- No socios AA/AOP: \$ 320
(no incluye costo de envío)
- En el exterior : U\$S 65
(solo con tarjeta de crédito)

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

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

Tarjeta de crédito (marque) AMEX / VISA / MASTERCARD
Número Vencimiento / /
Firma Código de seguridad
Nombre y apellido
DNI Fecha de nacimiento / /
Domicilio
Localidad CP
Provincia Teléfono
Correo electrónico



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

Matheu 1248

C1249AAB Buenos Aires, Argentina

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

Correo electrónico: info@avesargentinas.org.ar

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



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

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, SciELÓ (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 31 NÚMERO 1

AGOSTO 2016

CONTENIDO / CONTENTS

Artículos

Historia natural del Piquero Peruano (<i>Sula variegata</i>) en los acantilados de la Quirilluca, Valparaíso, Chile <i>Natural history of the Peruvian Booby (<i>Sula variegata</i>) in the Quirilluca cliffs, Valparaíso, Chile</i>	
JUAN JOSÉ SÁEZ, TANIA HORNAUER-HUGHES, ANDRÉ TOMAZ, NICOLE VAN REES Y JUAN C. TORRES-MURA	1–6
Roadside raptor surveys in Valdes Peninsula (Patagonia, Argentina) <i>Conteos de aves rapaces en ruta en Península Valdés (Patagonia, Argentina)</i>	
FABIO PRUSCINI, FEDERICO MORELLI, PAOLO PERNA, ROBERTO MAZZEO, PAOLO CAVITOLO, MARCELO BERTELLOTTI, ANDREA CATORCI AND RICCARDO SANTOLINI	7–11
Evaluación de bordes de caminos como fuentes de recursos para las aves en la Pampa Deprimida <i>Evaluation of road borders in the Pampas Region as a source of resources for birds</i>	
MYRIAM E. MERMOZ, DANIELA M. DEPALMA, ALEJANDRA C. VALVERDE, JUAN M. GANCEDO Y EMILIO M. CHARNELLI	13–26
Negative trends in bird abundance are strongly correlated to rainfall decline in a Central American tropical forest <i>Las tendencias negativas en la abundancia de aves están fuertemente correlacionadas con la disminución de las precipitaciones en un bosque tropical centroamericano</i>	
ALEXIS CEREZO BLANDÓN, CHANDLER S. ROBBINS, BARBARA DOWELL, MIGUEL RAMÍREZ, ANTONIO LÓPEZ AND OBDULIO JAVIER	27–40
Uso diferencial de lotes agrícolas y ganaderos por aves terrestres en la Región Pampeana, Argentina <i>Differential use of crop and livestock fields by land birds in the Pampas Region, Argentina</i>	
EMMANUEL ZUFIAURRE, MARIANO CODESIDO, AGUSTÍN M. ABBA Y DAVID BILENCA	41–52
Comunicaciones	
Utilización de insectos hematófagos para la extracción de sangre en aves: el Gavotín Golondrina (<i>Sterna hirundo</i>) como estudio de caso <i>The use of hematophagous insects for blood collection in birds: the Common Tern (<i>Sterna hirundo</i>) as a case study</i>	
GERMÁN O. GARCÍA, CARLA A. PATERLINI Y PETER H. BECKER	53–56
Primera descripción del nido y los pichones de <i>Diglossa sittonoides</i> (Thraupidae) en Argentina <i>First description of the nest and nestlings of <i>Diglossa sittonoides</i> (Thraupidae) in Argentina</i>	
KARINA SORIA Y EXEQUIEL BARBOZA	57–60
Libros	61–70