

## MORTALIDAD DE AVES POR COLISIÓN VEHICULAR EN LA RESERVA DE USO MÚLTIPLE BAÑADOS DEL RÍO DULCE Y LAGUNA MAR CHIQUITA, CÓRDOBA, ARGENTINA

ALVARO GONZÁLEZ-CALDERÓN

*Maestría en Manejo de Vida Silvestre, Centro de Zoología Aplicada, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Rondeau 798, X5000AVP Córdoba, Córdoba, Argentina. alvaroglez3@gmail.com*

**RESUMEN.**— Las colisiones vehiculares de fauna silvestre están entre las más importantes problemáticas de conservación a nivel mundial. Las rutas que atraviesan o circundan áreas naturales protegidas causan disminuciones significativas en las abundancias de anfibios, reptiles, mamíferos y aves. Se estimó la mortalidad de aves por colisión vehicular en un tramo de la Ruta Provincial 17 en el límite sur de la Reserva de Uso Múltiple Bañados del Río Dulce y Laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina) en el invierno y la primavera de 2015 y el verano de 2016. Se registró un total de 270 aves muertas pertenecientes a 18 especies. *Zenaida auriculata* fue la especie que presentó mayor número de colisiones (85%), con un aumento entre el invierno y el verano. El número de aves muertas aumentó entre el invierno y el verano, al igual que el número de especies colisionadas. Una compleja trama de factores inciden sobre las colisiones, algunos propios de las comunidades de aves locales y de sus depredadores y competidores como la fenología, la demografía o los hábitos alimenticios, y otros vinculados a la actividad humana, como el transporte de grano y la estacionalidad turística.

**PALABRAS CLAVE:** *aves, colisiones vehiculares, Córdoba, ecología de rutas, especie plaga.*

**ABSTRACT.** MORTALITY OF BIRDS DUE TO VEHICLE COLLISION IN THE BAÑADOS DEL RÍO DULCE AND LAGUNA MAR CHIQUITA MULTIPLE USE RESERVE, CORDOBA, ARGENTINA.— Wildlife roadkill is considered one of the most important conservation issues worldwide. The routes that cross or surround natural protected areas cause significant decreases in the abundances of amphibians, reptiles, mammals and birds. Mortality of birds due to vehicle collision was estimated in a section of Provincial Route 17 in the southern limit of the Bañados del Río Dulce and Laguna Mar Chiquita Multiple Use Reserve (Córdoba, Argentina) in the winter and spring of 2015 and the summer of 2016. We recorded a total of 270 dead birds belonging to 18 species. *Zenaida auriculata* was the species that presented the highest number of collisions (85%), with an increase between winter and summer. The number of dead birds increased between winter and summer, as did the number of collided species. A complex web of factors influences collisions, some typical of local bird communities and their predators and competitors such as phenology, demography or feeding habits, and others linked to human activity, such as grain transport and tourist seasonality.

**KEY WORDS:** *birds, Cordoba, pest species, road ecology, vehicle collisions.*

*Recibido 13 septiembre 2016, aceptado 11 mayo 2017*

Las poblaciones de aves habitualmente se encuentran influenciadas por interacciones biológicas como las enfermedades, la depredación y la competencia inter e intraespecífica (Elphick et al. 2001). Además, existen factores humanos que inciden en el estado poblacional de las aves, tales como la pérdida y fragmentación de hábitat, los incendios, la contaminación, el comercio de fauna, la cacería legal o furtiva y las colisiones (Newton 1998, Elphick et al. 2001). Las colisiones pueden ocurrir sobre

edificaciones, líneas de tensión (tendidos eléctricos y torres de comunicación), aeronaves (Garmendia-Zapata et al. 2011), turbinas de viento y por vehículos (Loss et al. 2015). Las estimaciones de mortalidad de aves a causa de colisiones vehiculares en rutas en EEUU indican entre 89–340 millones de muertes anuales (Loss et al. 2014).

La ecología de rutas estudia los efectos de la existencia y el uso de las rutas de transporte sobre la biodiversidad. En ese ámbito, en

Canadá se han realizado estudios tendientes a estimar la mortalidad de aves por colisiones vehiculares entre 1924–2013 (Bishop y Brogan 2013). Los estudios mostraron que la incidencia en cada localidad no necesariamente se explica simplemente por la abundancia de cada especie, sino que es específica para cada grupo, según su morfología y comportamiento, entre otros factores (Calvert et al. 2013). En América del Sur se discute cómo las variaciones en la frecuencia de colisiones vehiculares pueden explicarse por su tamaño corporal, sus hábitos tróficos y el uso de hábitat (De Oliveira et al. 2011). Las investigaciones emprendidas en Argentina para estimar los efectos de las rutas sobre la movilidad y la mortalidad de las aves identificaron algunos patrones que se asocian a una mayor ocurrencia de colisiones, como el orden taxonómico al que pertenecen, sus áreas de acción, sus ciclos reproductivos o variables ambientales locales (Malizia et al. 1998, Trejo y Seijas 2003, Attademo et al. 2011, Richard y Contreras 2011, Bosso 2013, Ojeda et al. 2015). Estos estudios sirvieron para determinar que las rutas que circundan o atraviesan áreas naturales protegidas (y también otros territorios silvestres y rurales) representan zonas clave para el monitoreo y desarrollo de estrategias de manejo para evitar el atropellamiento de fauna silvestre que podrían ser aplicadas por diversos actores (Bosso 2013, Leonardi 2014).

La Reserva Bañados del Río Dulce y Laguna Mar Chiquita cuenta con unas 150 especies de aves (Bucher 2006). Se encuentra limitada al sur por un tramo asfaltado de 94 km de la Ruta Provincial 17 donde se han registrado múltiples colisiones vehiculares. El objetivo de este trabajo es obtener una estimación de la mortalidad de aves por colisión vehicular en ese tramo de la ruta, determinando si existen variaciones estacionales, la diversidad de especies que se ven afectadas, las densidades de colisión por temporada y los tramos de la ruta con mayor número de colisiones.

## MÉTODOS

La Reserva de Uso Múltiple Bañados del Río Dulce y Laguna Mar Chiquita (Fig. 1) fue creada en 1994 y declarada Sitio Ramsar en 2002 (Bucher 2006). Está ubicada en el noreste de la provincia de Córdoba, en el límite de las ecorregiones del Chaco Seco y el Espinal

(Burkart et al. 1999), en el centro de la gran llanura chaco-pampeana. Tiene una superficie aproximada de 72000 km<sup>2</sup> y protege en su extremo norte una muestra representativa del sistema de humedales de los bañados del río Dulce. La laguna Mar Chiquita constituye el nivel inferior de la mayor cuenca endorreica de Argentina, con ciclos de expansión y retracción en función de las oscilaciones pluviométricas interanuales, variando entre 2000–6000 km<sup>2</sup> el área del espejo de agua (Bucher 2006). La fisonomía vegetal es un mosaico heterogéneo de arbustal abierto y cerrado, bosque abierto, áreas de cultivo extensivo y pastizales en áreas anegadas. Las áreas urbanas tienen densidades bajas; sobre la Ruta Provincial 17 se encuentran cinco localidades cuyas actividades productivas principales son la ganadería, la agricultura extensiva y el turismo (Bucher 2006). El censo de tráfico vehicular llevado a cabo por la Dirección Provincial de Vialidad mostró una tasa de crecimiento del 3% anual en la ruta. El 56% del tránsito corresponde a vehículos livianos, el 3% a medianos y el 41% a pesados, siendo los sábados y domingos los días de mayor flujo.

El trabajo se realizó en el tramo de 94 km de la ruta que constituye el límite sur de la reserva, entre los 30°53'S, 63°01'O y los 30°54'S, 62°12'O. Se realizaron 36 muestreos a lo largo de la ruta en el invierno y la primavera de 2015

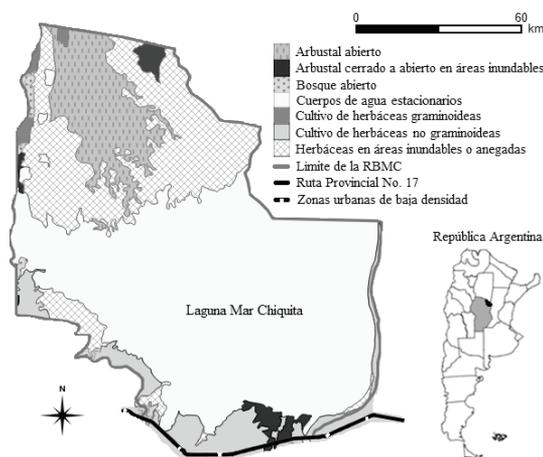


Figura 1. Reserva de Uso Múltiple Bañados del Río Dulce y Laguna Mar Chiquita, provincia de Córdoba. Se muestra la ubicación de la Ruta Provincial 17 en el límite sur, la laguna Mar Chiquita y los distintos ambientes de la reserva.

y el verano de 2016. En cada estación del año se realizaron 12 muestreos (un recorrido por semana), entre las 09:00–12:00 h, en un vehículo a una velocidad promedio de 60 km/h. Se registró el número de aves colisionadas desde la línea media de la ruta hasta 5 m perpendiculares del lado derecho (las banquetas no asfaltadas), tanto de ida como de regreso. Los registros fueron ubicados con ayuda de un geoposicionador satelital portátil. Se estimó la riqueza de especies de aves muertas con el índice de Margalef, la diversidad con el índice de Shannon-Wiener y la dominancia con el índice de Simpson (Moreno 2001). Se analizaron las diferencias entre estaciones con la prueba T de Student, empleando el programa InfoStat (Di Rienzo et al. 2008). Se mapearon los tramos de la ruta que presentaron mayor frecuencia de aves muertas utilizando el programa QGIS 2.16.1.

## RESULTADOS

Durante el periodo estudiado se registró un total de 270 aves muertas por colisión vehicular, pertenecientes a 10 órdenes y 18 especies (Tabla 1). El número de aves muertas aumentó entre el invierno y el verano (47 aves en invierno, 90 en primavera y 133 en verano), al igual que el número de especies colisionadas (5, 9 y 11, respectivamente). La mortalidad de aves por colisiones mostró diferencias significativas entre el invierno y la primavera ( $t = -2.21$ ,  $P < 0.03$ ) y entre el invierno y el verano ( $t = -2.71$ ,  $P < 0.01$ ), pero no entre primavera y verano ( $t = -1.24$ ,  $P < 0.23$ ). *Zenaida auriculata* fue la especie que presentó mayor número de colisiones, con un aumento entre el invierno y el verano (Tabla 1).

El valor de diversidad de especies afectadas por las colisiones para el periodo completo fue de 0.74, con mayores valores en invierno (0.85) y menores en primavera (0.61) y verano (0.67). La dominancia para el periodo completo fue de 0.24; en invierno (0.37) fue mucho mayor que en primavera (0.23) y verano (0.25). La riqueza estimada del periodo completo fue de 3.04, con los valores más bajos en invierno (1.29) y valores mayores en primavera (1.78) y verano (2.05).

Considerando el periodo completo, los tramos de la ruta con mayor frecuencia de colisiones se situaron a 4–6 km de la localidad de La Paqueta y a 1.5–4.3 km al este de la locali-

Tabla 1. Número de aves muertas por colisión vehicular en invierno, primavera y verano a lo largo de la Ruta Provincial 17 en el límite sur de la Reserva de Uso Múltiple Bañados del Río Dulce y Laguna Mar Chiquita, provincia de Córdoba.

	Invierno	Primavera	Verano
Tinamiformes			
<i>Nothura maculosa</i>	-	-	2
<i>Nothura darwini</i>	-	1	-
Falconiformes			
<i>Caracara plancus</i>	-	3	5
Galliformes			
<i>Gallus gallus</i>	2	-	-
Charadriiformes			
<i>Vanellus chilensis</i>	2	-	-
Columbiformes			
<i>Zenaida auriculata</i>	37	79	115
<i>Patagioenas maculosa</i>	1	1	1
<i>Patagioenas picazuro</i>	-	1	1
Psittaciformes			
<i>Myiopsitta monachus</i>	-	-	1
Cuculiformes			
<i>Guira guira</i>	-	2	-
Strigiformes			
<i>Athene cunicularia</i>	-	-	4
<i>Tyto alba</i>	-	1	-
Piciformes			
<i>Colaptes melanochloros</i>	-	1	-
Passeriformes			
<i>Pitangus sulphuratus</i>	2	-	-
<i>Mimus saturninus</i>	-	1	1
<i>Paroaria coronata</i>	-	-	1
<i>Sicalis flaveola</i>	-	-	1
<i>Passer domesticus</i>	-	-	1
Especies no determinadas	3	-	-
Total	47	90	133

dad de La Para. Los tramos con menor frecuencia de colisiones estuvieron ubicados a 2.14 km de la localidad de Marull y en ambos extremos de la localidad de Altos de Chipión (Fig. 2). En invierno todos los tramos de la ruta presentaron menos de 5 aves muertas cada 5 km continuos, mientras que en primavera y verano los tramos con mayor concentración de aves colisionadas superaron las 15 aves cada 5 km (Fig. 2).

## DISCUSIÓN

Las estimaciones de mortalidad de aves a causa de colisiones vehiculares en Argentina

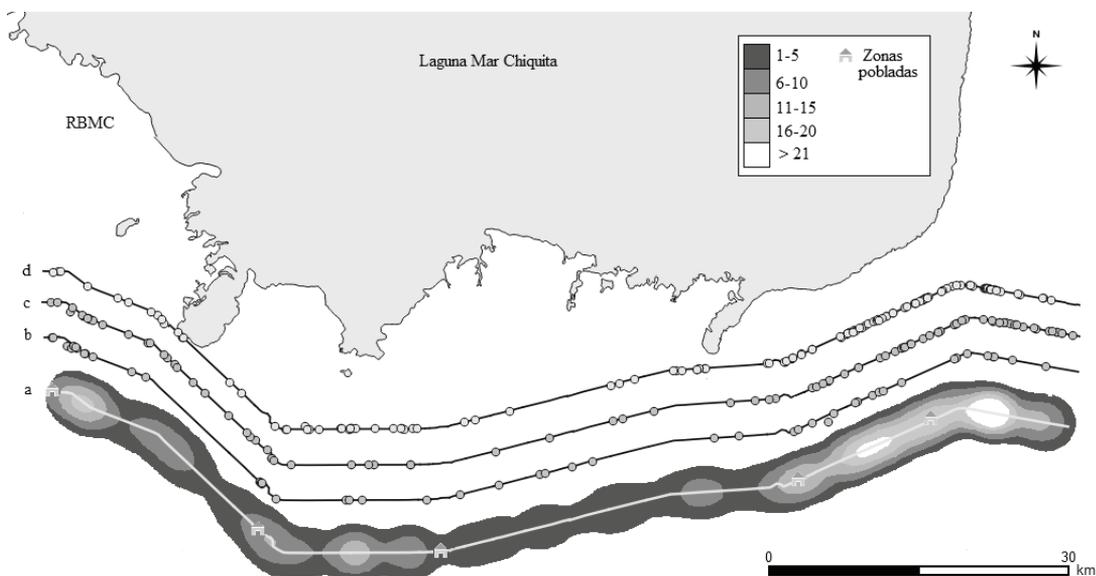


Figura 2. Ubicación de los registros de aves muertas por colisión vehicular en invierno (b), primavera (c) y verano (d) a lo largo de la Ruta Provincial 17 en el límite sur de la Reserva de Uso Múltiple Bañados del Río Dulce y Laguna Mar Chiquita, provincia de Córdoba. Con distintos tonos de gris se muestran las frecuencias de colisiones para el periodo completo de estudio (a).

han sido realizadas en su mayoría en rutas cercanas a áreas naturales protegidas (Malizia et al. 1998, Trejo y Seijas 2003, Richard y Contreras 2011, Bosso 2013, Ojeda et al. 2015). Estos trabajos muestran que las rutas pueden limitar el desplazamiento de las aves. También mencionan que las colisiones pueden atraer a aves carroñeras, las cuales, a su vez, pueden ser colisionadas, como se ha observado en este estudio. Los estudios de mortalidad de fauna por colisión vehicular en la provincia de Córdoba son escasos, aunque las estimaciones disponibles muestran que las aves son el grupo más registrado (50%), seguido por mamíferos (35%), reptiles (9%) y anfibios (3.5%) (Leonardi 2014). En la ruta E-57, en el norte de Córdoba, Leonardi (2014) registró un total de 10 especies de aves muertas por colisiones, siendo *Nothura maculosa* la de mayor frecuencia (20%), seguida por *Patagioenas picazuro* (8%). En este estudio se encontró un mayor número de especies afectadas por colisiones vehiculares (18) y *Zenaida auriculata* fue la más frecuente, acumulando más del 85% de los registros. Las diferencias en los resultados de ambos estudios podrían deberse a la longitud de la ruta muestreada, la velocidad del vehículo y las temporadas en las que se desarrollaron.

Aunque se ha remarcado la ambigüedad en el uso e interpretación de los índices de diversidad para representar la estructura de las comunidades (Krebs 1989), se consideró pertinente en este caso proporcionar valores de referencia para que puedan ser comparados con los de futuros estudios de ecología de rutas. Es posible que los valores de diversidad registrados estén afectados por las variaciones de la frecuencia de colisiones de *Zenaida auriculata*. La menor frecuencia de esta especie en la temporada invernal explicaría la mayor diversidad registrada y su aumento en primavera y verano la disminución en los valores de diversidad. Es posible que el aumento en la frecuencia de colisiones en primavera y verano esté relacionado con la biología de las especies registradas. También puede deberse a un incremento estacional del tránsito vehicular, pero esto no pudo ser determinado debido a la falta de información precisa.

La identificación de los tramos de la ruta con mayor número de eventos de colisión destacó dos zonas como problemáticas para las aves, que están caracterizadas por la presencia de grandes extensiones de cultivos de soja, maíz y trigo, y por zonas destinadas a la producción de carne y leche. Solamente un 10% de

las especies de aves silvestres de la reserva fueron impactadas por vehículos y estas especies suelen ser frecuentes en las cercanías de las zonas urbanas. Grandes grupos de *Zenaida auriculata* fueron observados constantemente alimentándose de granos caídos de camiones sobre la ruta y las banquinas, mostrando una mayor exposición a la colisión. Esta especie es el columbiforme más abundante de América del Sur y en Argentina hace más de cuatro décadas fue declarada plaga a nivel provincial (Bucher 1970, Valdez y Benítez-Vieyra 2016). Sus poblaciones se beneficiaron por un aumento en la disponibilidad de alimento (granos) producto del cambio del uso de suelo desde la década de 1950, que provocó una extensión de los sistemas agro-ganaderos (Bucher y Ranvaud 2006), por la disponibilidad de áreas adecuadas para su reproducción y por la disponibilidad de cuerpos de agua (Murton et al. 1974). La presencia de grupos de *Zenaida auriculata* alimentándose de granos ha sido detectada en cada una de las etapas de la cadena de valor de los productos agrícolas (siembra, maduración, cosecha, post-cosecha y transporte) (Bucher 1998). El 85% del transporte de granos se realiza en camiones, registrándose pérdidas de producto sobre las rutas del orden del 1% de su carga neta (Pozzolo et al. 2007, López 2012). El transporte se realiza durante todo el año excepto en enero, con fuertes picos estacionales post-cosecha en diciembre, abril y mayo (López 2012). Los desplazamientos diarios de *Zenaida auriculata* desde los dormitorios y nidos alcanzan los 100 km de distancia para la búsqueda de alimento y al menos 10 km hacia los cuerpos de agua para beber (Bucher y Orueta 1977). Los grupos de palomas en las rutas maximizan los beneficios de su alimentación con el menor costo posible, al aprovechar los granos disponibles a causa de las pérdidas durante el transporte (Cabrera et al. 2006). Después de alimentarse en las zonas cultivadas durante las épocas de siembra y cosecha (Bucher y Nores 1973, Murton et al. 1974), *Zenaida auriculata* utiliza los granos disponibles en las rutas en la época de transporte (Bucher 1998, Pozzolo et al. 2007, Bucher 2016), cuando la oferta de alimento que proveen los campos de cultivo es baja. La alta mortalidad registrada en este estudio no tendría efectos sobre su densidad, ya que la regulación poblacional densodependiente la compensa-

ría (Bucher 2016). La frecuencia de colisiones vehiculares está también asociada con la abundancia de la especie. *Chrysomus ruficapillus*, considerada plaga en Brasil, es una de las especies con mayor frecuencia de colisión vehicular en ese país (da Rosa 2009), donde *Zenaida auriculata* ha sido también reportada entre las de mayor frecuencia (Attademo et al. 2011, Santana 2012, Silva et al. 2013, Cunha et al. 2015). En consecuencia, la mortalidad de esta especie en el área de estudio tiene estrecha relación tanto con su uso de hábitat (y, especialmente, con su estrategia de alimentación) como con su abundancia.

Las implicancias ecológicas de la alta incidencia de colisiones de *Zenaida auriculata* no han sido aún bien estudiadas, particularmente en lo que respecta a su influencia sobre los gremios de especies carroñeras y oportunistas (reptiles, mamíferos y aves). En este trabajo se observó que el aumento de abundancia de *Zenaida auriculata* en verano es acompañado por un aumento en la mortalidad de *Caracara plancus*. Aunque no está claro que esto se deba a la mayor disponibilidad estacional de restos de palomas, es notable que también haya sido común la ocurrencia de colisiones vehiculares de mamíferos con patrones de alimentación oportunista, como el zorro gris (*Lycalopex gymnocercus*). Si bien *Zenaida auriculata* constituiría una oferta casi permanente de alimento sobre la ruta para especies carroñeras y oportunistas, se necesitan más estudios para determinar de qué modo las frecuencias de colisiones influyen en la ocupación de rutas y en la alimentación de esas especies. En este estudio también se registró una incidencia relativamente alta de colisiones de otras especies con hábitos oportunistas como *Athene cunicularia* y *Tyto alba*. Las colisiones de aves rapaces o con estrategias tróficas que se ajustan al modelo de caza oportunista (Jacobson 2005) han sido registradas previamente en Argentina (Malizia et al. 1998, Trejo y Seijas 2003, Attademo et al. 2011, Richard y Contreras 2011, Bosso 2013, Ojeda et al. 2015). Estos estudios sugieren que las colisiones ocurren en juveniles inexpertos (Ojeda et al. 2015) o en especies que se alimentan en los bordes de las rutas (Richard y Contreras 2011), tal como se observó en este trabajo. Las rutas podrían ser áreas atractivas de caza para las lechuzas por la mayor concentración de presas que son atraídas por los granos caídos, como los rato-

nes cricétidos (Richard y Contreras 2011), y por su mayor detectabilidad.

En resumen, una compleja trama de factores inciden sobre las colisiones, algunos propios de las comunidades de aves locales y de sus depredadores y competidores como la fenología, la demografía o los hábitos alimenticios, y otros vinculados a la actividad humana, como el transporte de grano y la estacionalidad turística. Los resultados de este trabajo invitan a profundizar las investigaciones sobre las variaciones en la frecuencia de colisiones vehiculares de *Zenaida auriculata* y su relación con las fluctuaciones en el reclutamiento de sus poblaciones. Se recomienda estudiar las implicancias ecológicas de la caída de granos desde los camiones, cómo influye en las redes tróficas y en los desplazamientos y la demografía de las especies involucradas de manera directa e indirecta. Por último, se destaca la importancia de las colisiones vehiculares de fauna, incluyendo especies de interés para la conservación, en un área natural protegida donde las precauciones deberían extremarse, circulando a baja velocidad. Este factor puede ser una de las principales causas de muerte de vertebrados por causas humanas en el área de estudio, por lo que se recomienda la planificación de acciones de control dirigidas a los vehículos de transporte para limitar la pérdida de granos sobre las rutas.

#### AGRADECIMIENTOS

Al personal del Museo de Ciencias Naturales Aníbal Montes. Al Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos de América y al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico brindado. A Germán Jaacks por las revisiones y aportes hechos en este manuscrito. A María José Doiny por la interpretación realizada del abstract. Esta investigación se realizó en el marco de la Maestría en Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Nacional de Córdoba. Se agradece a los revisores que realizaron comentarios para fortalecer los resultados aquí presentados.

#### BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ATTADEMO AM, PELTZER PM, LAJMANOVICH RC, ELBERG G, JUNGES C, SÁNCHEZ LC Y BASSÓ A (2011) Mortalidad de vertebrados en caminos de la provincia de Santa Fe, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:915–925
- BISHOP CA Y BROGAN JM (2013) Estimates of avian mortality attributed to vehicle collisions in Canada. *Avian Conservation and Ecology* 8(2):art2
- BOSSO A (2013) iiiCuidado animal!!! *Aves Argentinas* 38:16–23
- BUCHER EH (1970) *Consideraciones ecológicas sobre la paloma Zenaida auriculata como plaga en Córdoba*. Ministerio de Economía y Hacienda, Córdoba
- BUCHER EH (1998) Criterios básicos para el manejo integrado de aves plaga. Pp. 73–83 en: RODRÍGUEZ EN Y ZACCAGNINI ME (eds) *Manual de capacitación sobre manejo integrado de aves perjudiciales a la agricultura*. Food and Agriculture Organization, Montevideo
- BUCHER EH (2006) *Bañados del Río Dulce y Laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina)*. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba
- BUCHER EH (2016) La paloma torcaza. Un problema agrícola y urbano. *Ciencia Hoy* 148:15–20
- BUCHER EH Y NORES M (1973) Alimentación de pichones de la paloma *Zenaida auriculata*. *Hornero* 11:209–216
- BUCHER EH Y ORUETA A (1977) Ecología de la reproducción de la paloma *Zenaida auriculata*. Época de cría, suceso y productividad en las colonias de nidificación de Córdoba. *Ecosur* 4:157–185
- BUCHER EH Y RANVAUD RD (2006) Eared dove outbreaks in South America: patterns and characteristics. *Acta Zoologica Sinica* 52:564–567
- BURKART R, BÁRBARO N, SÁNCHEZ RO Y GÓMEZ DA (1999) *Eco-regiones de la Argentina*. Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires
- CABRERA R, DURÁN A Y NIETO J (2006) Aprendizaje social y estrategias de forrajeo en parvadas de palomas: efectos de la cantidad de alimento. *Revista Mexicana de Psicología* 23:111–121
- CALVERT AM, BISHOP CA, ELLIOT RD, KREBS EA, KYDD TM, MACHTANS CS Y ROBERTSON GJ (2013) A synthesis of human-related avian mortality in Canada. *Avian Conservation and Ecology* 8(2):art11
- CUNHA GG, HARTMANN MT Y HARTMANN PA (2015) Atropelamientos de vertebrados em uma área de Pampa no sul do Brasil. *Ambiência* 11:307–320
- DE OLIVEIRA RCC, PEREIRA LDJ, ZAWADZKI CH Y BENEDITO EO (2011) A biología e a ecología das aves é um fator importante para explicar a frequência de atropelamientos? *Neotropical Biology and Conservation* 6:201–212
- DI RIENZO JA, CASANOVES F, BALZARINI MG, GONZÁLEZ L, TABLADA M Y ROBLEDO CW (2008) *InfoStat. Software estadístico*. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba
- ELPHICK C, DUNNING JJB JR Y SIBLEY DA (2001) *The Sibley guide to bird life and behavior*. Alfred Knopf, Nueva York
- GARMENDIA-ZAPATA M, LÓPEZ AA, MUÑOZ IP Y MARTÍNEZ GA (2011) Estudio sobre peligro aviario: análisis del riesgo de impactos entre aves y aeronaves en el aeropuerto internacional Augusto C. Sandino, Managua, Nicaragua. *La Calera* 11:33–42
- JACOBSON SL (2005) Mitigation measures for highway-caused impacts to birds. Pp. 1043–1050 en: RALPH CJ Y RICH TD (eds) *Bird conservation implementation*

- and integration in the Americas: proceedings of the Third International Partners in Flight Conference. USDA Forest Service General Technical Report PSW-191, Albany
- KREBS CJ (1989) *Ecological methodology*. Segunda edición. Harper Collins, Nueva York
- LEONARDI ML (2014) *Impacto por atropellamiento del "Camino del Cuadrado" sobre la fauna silvestre de vertebrados: estrategias para su mitigación*. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba
- LÓPEZ GM (2012) *El transporte de granos en Argentina. Principal limitante del crecimiento del sector*. Fundación Producir Conservando, Buenos Aires
- LOSS SR, WILL T Y MARRA PP (2014) Estimation of bird-vehicle collision mortality on U.S. roads. *Journal of Wildlife Management* 78:763–771
- LOSS SR, WILL T Y MARRA PP (2015) Direct mortality of birds from anthropogenic causes. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 46:99–120
- MALIZIA LR, ARAGÓN R, CHACOFF NP Y MONMANY AC (1998) Are roads barriers for bird movements? The case of La Florida Provincial Reserve (Tucuman, Argentina). *Hornero* 15:10–16
- MORENO CE (2001) *Métodos para medir la biodiversidad*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, ORCYT/UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza
- 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 (1998) *Population limitation in birds*. Academic Press, Londres
- OJEDA VS, TREJO AR, SEIJAS S Y CHAZARRETA L (2015) Highway network expansion in Andean Patagonia: a warning notice from Rufous-Legged Owls. *Journal of Raptor Research* 49:201–209
- POZZOLO OR, HIDALGO R, FERRARI H Y CURRÓ C (2007) *Pérdidas de grano de maíz en transporte por carretera*. INTA, Manfredi
- RICHARD E Y CONTRERAS DI (2011) Mortalidad de rapaces en carreteras del centro y norte de Argentina: análisis preliminar de la problemática. *Spizaetus* 11:7–16
- DA ROSA CA (2009) *Análise da sazonalidade e tipos de ambientes relacionados ao atropelamento da avifauna nas rodovias BRs 392 e 471, extremo sul do Brasil*. Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Pelotas, Pelotas
- SANTANA GS (2012) Factores influyentes sobre atropelamientos de vertebrados na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation* 7:26–40
- SILVA DE, CORRÊA LLC, OLIVEIRA SV Y CAPPELLARI LH (2013) Monitoramento de vertebrados atropelados em dois trechos de rodovias na região central do Rio Grande do Sul - Brasil. *Canoas* 7:27–36
- TREJO A Y SEIJAS S (2003) Una estimación de aves muertas en ruta en el Parque Nacional Nahuel Huapi, noroeste de la Patagonia Argentina. *Hornero* 18:97–101
- VALDEZ DJ Y BENÍTEZ-VIEYRA SM (2016) A spectrophotometric study of plumage color in the Eared Dove (*Zenaida auriculata*), the most abundant South American Columbiforme. *PLoS One* 11:e0155501