

Artículos

COLISIONES DE AVES CONTRA VENTANALES EN UN CAMPUS UNIVERSITARIO DE BOGOTÁ, COLOMBIA

Collisions of birds with windows on a university campus in Bogotá, Colombia

Laura Agudelo-Álvarez, Johan Moreno-Velasquez & Natalia Ocampo-Peñuela

*Grupo de Observadores de Aves ANDIGENA, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C., Colombia.
agudelo.laura@gmail.com, johan.moreno@javeriana.edu.co, ocamponata@gmail.com*

RESUMEN

La transformación y el crecimiento de las ciudades han llevado al surgimiento de problemáticas de conservación que han sido poco estudiadas en el trópico. Este es el caso de las colisiones de las aves contra diferentes estructuras urbanas, que se estima cobra miles de millones de víctimas año tras año alrededor del mundo. Entre abril de 2006 y noviembre de 2008 registramos 106 choques de 18 especies (11 migratorias boreales y 7 residentes) contra los ventanales de seis edificios del campus de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá; 88% de las colisiones fueron fatales para las aves. Encontramos que los migratorios boreales chocaron con ventanales con mayor frecuencia que las especies residentes y que la época de más colisiones era la de la migración otoñal de estas aves. Determinamos que los ventanales a través de las cuales las aves podrían ver vegetación al otro lado fueron más peligrosos (73% de todas las colisiones) para las aves que los que simplemente reflejaban la vegetación o el cielo. Extrapolando nuestros resultados, calculamos que podrían ocurrir cerca de 271 colisiones anuales contra ventanales en todo el campus. Invitamos a otros observadores a extender estas observaciones y a coleccionar como especímenes científicos a las aves que mueren para que puedan ser fuentes de información sobre patrones de migración, ampliación de rangos de distribución y la potencial de amenaza nacional y global para algunas especies. Discutimos algunas posibles medidas de mitigación y sugerimos implementar y someter a prueba a algunas de las que han sido efectivas en otras latitudes.

Palabras clave: aves migratorias, colisiones, mitigación, ventanas.

ABSTRACT

Land transformation and the accelerated rate at which cities are growing have generated new conservation problems that have not been studied thoroughly in the tropics. This is the case of bird collisions with human built structures, estimated to claim billions of victims every year around the world. Between April 2006 and November 2008, we recorded collisions of 106 individuals of 18 species, including 11 species of boreal migrants and 7 resident species, with windows of six buildings in the campus of the Pontificia Universidad Javeriana in Bogotá; 88% of all collisions were fatal to the birds. We found that windows through which birds could see vegetation beyond were more dangerous (73% of all collisions recorded) than those which simply reflected vegetation or the sky, and that the number of collisions peaked during the period of fall migration by boreal breeders. Extrapolating our study of collisions at six

buildings, we estimate that ca. 271 collisions could occur annually over the entire campus. We invite others to extend these observations and to collect as scientific specimens the casualties so they can serve as a source of information on patterns of migration, expansion of distribution ranges and potential national and global threat for some species. We review possible mitigation measures and encourage others to apply and evaluate those that have proved effective elsewhere.

Key words: collisions, migratory birds, mitigation, windows.

INTRODUCCIÓN

La transformación de áreas naturales a infraestructura urbana tiene un impacto sobre las poblaciones de aves que está subestimado en el trópico (Marzluff *et al.* 2001, Klem 2010). Una evidencia de este impacto son las colisiones de aves contra las ventanas. Las aves se comportan como si las ventanas fueran invisibles y continúan su vuelo, bien porque no perciben barreras o porque pretenden alcanzar la vegetación reflejada. Las colisiones con ventanas representan una alta probabilidad de muerte por el impacto, que suele provocar una hemorragia intracraneal de severidad variable según la velocidad de colisión (Klem 1990a). Los efectos de estas colisiones son alarmantes pues incluso se ha estimado que éstas representan la mayor amenaza a las poblaciones de aves después de la destrucción de hábitat (Klem 2009, 2010). Mediante estudios de caso se puede documentar dicha amenaza para proponer medidas de mitigación efectivas que permitan la convivencia entre las aves y la creciente población humana que utiliza el vidrio en sus construcciones.

Cerca de 1000 millones de aves son víctimas de accidentes provocados por estructuras propias del desarrollo urbano y de infraestructura (líneas de transmisión eléctrica, torres de telecomunicaciones, automóviles y ventanas) anualmente en los Estados Unidos (Klem 2009). Se estima que el 90% de este tipo de accidentes corresponde a colisiones contra ventanas (Klem 1990b, 2009, 2010). Aparentemente, la cifra de colisiones estimadas es conservadora y las muertes anuales a nivel mundial podrían ascender a miles de millones. Además, la problemática es tanto urbana como rural (Klem 2010) debido a las tendencias actuales de construcción (Mueller *et al.* 2010). Aunque este no es un tema nuevo, pues las estructuras urbanas han

sido reconocidas como un peligro para las aves desde hace más de un siglo (Cooke 1888, Kumlien 1888), el acelerado crecimiento de las ciudades ha aumentado la importancia de esta amenaza (Evans 1996, Marzluff *et al.* 2001). En el trópico no existe suficiente información publicada que permita evaluar el riesgo para la avifauna que suponen las colisiones, ni mucho menos examinar su evolución en el tiempo (D. Klem, com. pers.). Además, algunas especies que son motivo de preocupación a nivel global (e.g. *Contopus cooperi*, *Dendroica cerulea*, *Vermivora chrysoptera*) han sido reportadas en accidentes contra ventanas en Norteamérica (Klem 2010), pero se desconoce si también colisionan contra las ventanas durante su estancia en las áreas de invernada. Uno de los pocos estudios publicados sobre el tema registró las colisiones de aves en las ventanas de edificios universitarios en Puerto Vallarta, México, donde un total de 15 especies de aves colisionaron contra las ventanas reflectoras de tres edificios a lo largo de 94 días (Cupul-Magaña 2003).

Algunas observaciones preliminares de accidentes de aves contra estructuras del campus de la Pontificia Universidad Javeriana (PUJ) en Bogotá (Agudelo 2006) nos motivaron a estudiar más a fondo este problema. Durante dos años, el Grupo de Observadores de Aves Andigena se propuso caracterizar las colisiones de aves contra ventanas del campus de la PUJ para determinar cuáles especies colisionan, en qué época y contra cuáles edificios.

MÉTODOS Y MATERIALES

ÁREA DE ESTUDIO.- El campus de la PUJ (Fig. 1) está ubicado en el costado oriental del Altiplano Cundiboyacense, a 2700 m de elevación en suelo urbano del centro-oriente de Bogotá. El campus

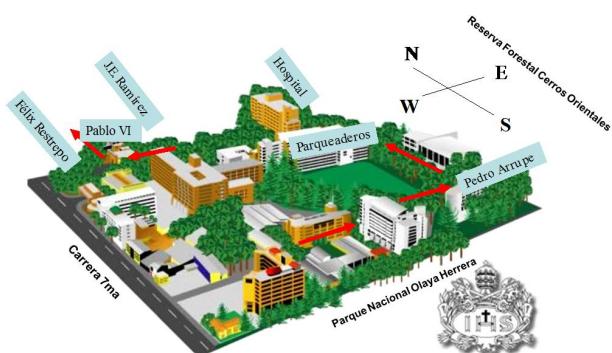


Figura 1. Ubicación de los edificios muestreados y recorrido realizado. La dirección de los edificios se representa con la dirección de las flechas. Figura modificada de: www.javeriana.edu.co/Facultades/Odontologia/posgrados/bintro.html.

está arborizado principalmente con especies introducidas, árboles altos que ofrecen alimento y refugio a las especies de aves residentes y migratorias. Cuenta con 46 edificios construidos en épocas distintas y con superficies de vidrio de diferente extensión; en algunos casos el vidrio forma corredores invisibles (en adelante “vidrios translúcidos”), mientras que en otros forma superficies que reflejan la vegetación o el cielo (en adelante “vidrios reflectivos”; Fig. 2). El campus limita al sur y al oriente con el Parque Nacional Olaya Herrera, un área de 283 ha de bosque en sucesión y equipamientos para la recreación, al oriente con la Reserva Forestal de los Cerros Orientales y al norte y occidente con zonas urbanas (Fig. 1).

MÉTODOS.- Este estudio contó con el apoyo del personal de Aseo y Vigilancia de la PUJ, que fue instruido para colaborar con los reportes informales y los registros de colisiones. Entre abril de 2006 y noviembre de 2008 se realizó el muestreo mediante recorridos diarios (en horas de la mañana durante el periodo académico) por seis edificios (tres de vidrios translúcidos, tres de vidrios reflectivos) que fueron elegidos como puntos de muestreo (Fig. 1). En estas jornadas se registraron todos los accidentes de colisiones de aves contra ventanales. Los registros utilizados en este estudio incluyen: reportes informales (comunicaciones personales que procuraron llevar a la identificación hasta especie mediante guías de campo), rastros de colisión en la ventana (huellas de grasa, regurgitaciones o excrementos) y registros físicos

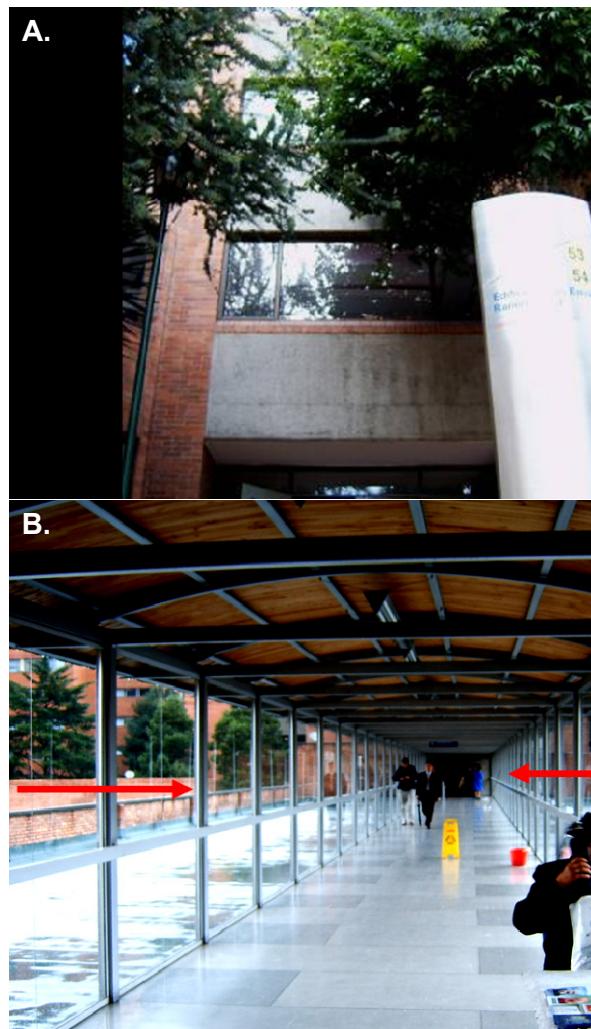


Figura 2. Ejemplos de los tipos de ventanas que provocan colisiones de aves en la PUJ, Bogotá. **A.** Vidrio reflectivo. **B.** Vidrio translúcido, el tipo en que observamos la mayoría de colisiones. Las flechas indican las direcciones de colisiones.

respaldados con cadáveres. En el momento de colecciónar los ejemplares, se registró la especie, fecha, edificio y tipo de vidrio y dirección de choque; cuando fue posible, los especímenes ingresaron al Museo de Historia Natural de la Pontificia Universidad Javeriana (MPUJ).

RESULTADOS

Se registraron 106 eventos de colisión contra las seis edificaciones escogidas, que involucraron a 18 especies de aves de 13 familias; siete de las especies eran residentes y 11 migratorias boreales (Tabla 1). Del total de colisiones registradas en

Tabla 1. Aves que colisionaron contra ventanas del campus de la Pontificia Universidad Javeriana entre abril de 2006 y noviembre de 2008.

Familia	Especie	Vidrio Reflector	Vidrio Translúcido	Otras estructuras	Total Accidentes	Total Mortales (%)	
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	R	3	7	3	13	7 (53.8%)
Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	M	2	1		3	2 (66.6%)
Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	R		3		3	1 (33.3%)
Trochilidae	<i>Lesbia nuna*</i>	R			1	1	1 (100%)
Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis*</i>	M			1	1	1 (100%)
Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	M	13	19	3	35	33 (94.3%)
Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	R		2		2	2 (100%)
Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	R		2		2	0 (0%)
Turdidae	<i>Catharus fuscescens</i>	M		1		1	1 (100%)
Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	M	3	15	1	19	19 (100%)
Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	R	2	1		3	3 (100%)
Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus*</i>	M			1	1	1 (100%)
Cardinalidae	<i>Piranga olivacea</i>	M	2	11	1	14	14 (100%)
Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	M	2	5	1	8	8 (100%)
Parulidae	<i>Dendroica fusca</i>	M		3	1	4	4 (100%)
Parulidae	<i>Seiurus noveboracensis</i>	M		1		1	1 (100%)
Parulidae	<i>Vermivora peregrina</i>	M		2		2	2 (100%)
Parulidae	<i>Wilsonia canadensis</i>	M		2		2	2 (100%)
Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	M	1			1	1 (100%)
Fringillidae	<i>Carduelis psaltria</i>	R		2		2	1 (50%)
Fringillidae	<i>Carduelis spinescens</i>	R		1		1	1 (100%)
Total			28	78	13	119	105 (88.2%)
Total general				106	119		105

* Especies accidentadas en otras estructuras y sin evidencia de colisión en los edificios elegidos. R: residente M: migratoria boreal. Los nombres siguen la taxonomía propuesta por Remsen *et al.* (2010).

estos edificios, el 88% fue mortal (Fig. 3). Además, se registraron 13 colisiones en otras estructuras de la PUJ durante este periodo, entre las cuales hay registros para tres especies que no colisionaron con los ventanales de los edificios muestreados (Tabla 1). Esto implica que durante el periodo muestreado ocurrieron, como mínimo, 119 colisiones.

El 73% de los accidentes mortales de aves contra

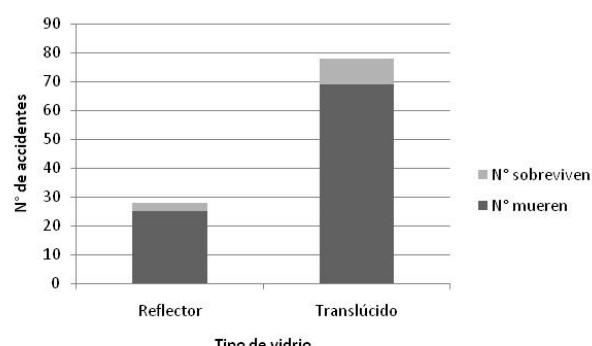


Figura 3. Accidentes de aves mortales y no mortales según el tipo de vidrio en los seis edificios monitoreados entre 2006 y 2008.

ventanales en la PUJ ocurrió en vidrios translúcidos (Fig. 3). En cuanto a la distribución temporal de los accidentes, claramente el tiempo crítico es aquel en el que se encuentra un mayor número de especies e individuos en la PUJ, la temporada de migración boreal. Específicamente, la mayor cantidad de registros coincidió con la llegada otoñal de las especies durante los meses de octubre y noviembre; existió un pico mucho menor durante los meses de la migración primaveral (Fig. 4). Las especies con mayor número de individuos muertos fueron *Vireo olivaceus* y *Catharus ustulatus*, ambas migratorias boreales (Tabla 1).

DISCUSIÓN

El número de especies que colisionaron contra las ventanas monitoreadas en este estudio corresponde al 22% de las especies residentes y al 79% de las migratorias que se encuentran en el campus de la PUJ. Para varias especies, los únicos registros para la Universidad son los de las colisiones. En un

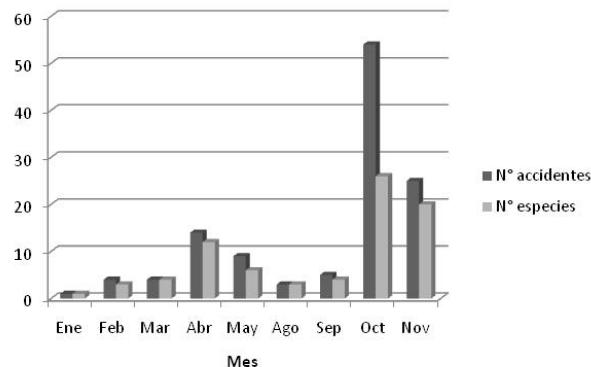


Figura 4. Distribución temporal de las colisiones contra las ventanas de 6 edificios de la PUJ entre 2006 y 2008.

contexto más amplio, las aves que colisionaron representan el 37% de las especies residentes y el 85% de las migratorias registradas en el Canal Arzobispo (Córdoba-Córdoba 2007), el referente verde del paisaje con estudios de avifauna más cercano a la PUJ, y el 12% de las 153 especies de aves registradas en el área urbana de Bogotá (Amaya *et al.* 2009). Estas comparaciones con el contexto local evidencian la gravedad de la problemática: casi la mitad de las especies que utilizan o cruzan esta zona de la ciudad colisionó con las ventanas de seis edificios en dos años y medio. Además, los datos que aquí se presentan seguramente son incompletos y conservadores debido a que algunos eventos de colisión no dejan evidencia. Con alguna frecuencia, el ave que choca no cae directamente bajo el ventanal sino que logra alejarse y a veces muere pasando desapercibida. Además, observamos durante el estudio que algunos depredadores (e.g. gatos) y carroñeros se llevan cadáveres o aves heridas, eliminando la evidencia de algunas colisiones (ver también Klem 1981, 2009a). Teniendo en cuenta estos factores y la cantidad de edificaciones con vidrios peligrosos que se encuentran en la ciudad y su periferia, aún desconocemos cuántas aves y de cuántas especies se accidentan diariamente en la Sabana de Bogotá.

Aunque nuestros datos son preliminares, es posible hacer una extrapolación de la cantidad de colisiones al año en la PUJ si consideramos los siguientes supuestos para simplificar: (1) los 46 edificios del campus tienen la misma probabilidad de ocasionar colisiones y no difieren en sus características principales (altura, cantidad y tipo de vidrios, ubicación y distancia a la vegetación), (2) las

colisiones se distribuyen de manera homogénea a lo largo del año, (3) todas las especies de aves tienen la misma probabilidad de colisionar y (4) todas las colisiones dejan evidencia. Multiplicando el número de colisiones que registramos por edificio por el número de edificios en el campus y dividiendo este producto por el tiempo, estimamos que el número potencial de colisiones por año en las 18 ha ocupadas por los 46 edificios de la PUJ sería de 271. Si modificamos el número de colisiones por edificio para que tome el valor observado en el edificio con el mayor número de colisiones durante el tiempo de monitoreo (43), que a su vez es el de mayor área de vidrio (Hospital San Ignacio, Fig. 1), el número de accidentes por año podría llegar a 659. Si, en cambio, hacemos el mismo cálculo con base en el edificio que tiene menor área cubierta de vidrio (Don Guillermo Castro, Fig. 1), tendríamos 184 accidentes anuales potenciales. Este ejercicio sencillo sugiere que se podría lograr una reducción bastante considerable de los accidentes tan solo modificando la cobertura de vidrio y desarrollando construcciones amigables para las aves (Klem 2010). Además, nuestro estudio indicó que las colisiones con vidrios translúcidos fueron más frecuentes que con vidrios reflectivos. Este aparente efecto del tipo de vidrio no había sido documentado en la literatura, por lo que sería importante continuar estudiándolo; de confirmarse, esto podría informar sobre cambios que podrían implementarse en las construcciones para reducir su impacto sobre las aves. Otra variable que debe ser evaluada en futuros estudios es la altura de los edificios y la altura a la que suceden las colisiones, ya que en ocasiones la muerte de las aves no se debe a la colisión misma sino a la caída posterior.

Este proyecto actualmente sigue en curso y con él buscamos llamar la atención sobre la problemática de las colisiones de aves con ventanales, que aún es ampliamente ignorada en el trópico. El tema de las colisiones puede ser un problema “bandera” en conservación en la medida en que aún no hay información suficiente que permita complementar el diagnóstico de los riesgos a que se enfrentan las poblaciones migratorias de especies de preocupación global (Klem 2010) y en que desconocemos el impacto poblacional que a largo plazo tienen estos accidentes en especies residentes,

así como las posibilidades reales de evitarlos. Además, debido a que el origen del problema es humano, éste representa una puerta de entrada para también abordar otros temas de conservación y ecología urbana.

Se han probado distintas estrategias de mitigación de colisiones de aves contra ventanales (Klem 1990b, 2009, 2010). Puesto que el objetivo es hacer visibles las ventanas para las aves, una de las estrategias más efectivas consiste en colocar tiras plásticas coloreadas de 2.5 cm de ancho, separadas mínimo por 5 cm, sobre las ventanas. Esta estrategia presenta el problema de la modificación estética de los ventanales, por lo cual las señales de color ultravioleta son especialmente útiles al ser perceptibles al ojo de las aves pero no al humano. Otra opción es la combinación en tiras o a manera de malla de material que refleja los rayos UV (Klem 2009). Por ejemplo, la empresa alemana ArnoldGlas desarrolló en 2007 un vidrio con un revestimiento reflector de luz UV que reduce significativamente los accidentes de las aves (<http://www.birdsandbuildings.org/docs/Ornilux.pdf>; ver Doeker 2010). Este vidrio ha recibido varios reconocimientos incluyendo el premio a la Innovación en Arquitectura y Construcción en 2007 y el premio Reddot Design en 2010, lo cual ha contribuido a posicionar este tema en los medios de comunicación y entre los constructores europeos. Disponer puntos de cerámica cubriendo uniformemente la superficie de los vidrios también es útil para prevenir colisiones de aves contra ventanales (Klem 2009), pero esto puede resultar molesto para las personas que utilizan los ventanales. Finalmente, se ha demostrado que recubrir los vidrios completamente con películas que hacen que se vean opacos desde afuera y disminuyen muy poco la visibilidad desde adentro es efectivo para evitar los choques de aves (Klem 2009, 2010). Esperamos que algunas de las medidas más exitosas empiecen a ser probadas en Colombia. En fases posteriores al diagnóstico espacio-temporal de los picos de colisión en la PUJ, sería interesante implementar y evaluar la eficacia de algunas de las alternativas de mitigación (Klem 1990b, 2010), específicamente las películas que reflejan luz UV que han sido efectivas en otras latitudes (Klem, 2010).

La observación de colisiones de aves migratorias en

los seis edificios que estudiamos y el hecho de que las fechas de mayor accidentalidad coincidieron con períodos de migración sugieren que la PUJ es parte de una ruta migratoria en esta zona de Bogotá. De hecho, las especies para las cuales registramos un mayor número de individuos muertos por colisiones fueron dos migratorias boreales, *Vireo olivaceus* y *Catharus ustulatus*; la primera también encabeza los listados de algunos estudios de colisiones en el hemisferio norte (Taylor & Kershner 1986, Evans 1996, Odgen 1996). En un estudio preliminar anterior sobre las colisiones con los mismos edificios del campus de la PUJ se registraron 15 accidentes de cinco especies y en ese período *V. olivaceus* también fue la especie más frecuentemente accidentada (Agudelo 2006).

A diferencia de nuestro estudio, en la Universidad de Puerto Vallarta (Méjico), la mayoría de las especies que colisionaron con ventanales fueron residentes y las migratorias estuvieron en menor proporción (2:8; Cupul-Magaña 2003). Una posible explicación de la baja frecuencia de registros de accidentes de aves residentes en la PUJ es que éstas podrían aprender a evitar aquellas estructuras urbanas con las cuales interactúan diariamente, pero la evidencia de este aprendizaje es prácticamente inexistente (Klem 1989, 1990b). Debido a que las aves migratorias parecieron ser especialmente vulnerables a las colisiones en nuestro estudio, la preocupación aumenta pues se trata de especies de particular importancia desde un punto de vista de conservación a nivel global (Odgen 1996). Por ejemplo, *Catharus fuscescens*, cuyas poblaciones en el norte de Norte América han disminuido significativamente (Odgen 1996), colisionó contra uno de los vidrios translúcidos del presente estudio (Tabla 1). Otra especie de interés especial en conservación (*Dendroica cerulea*) chocó con una ventana en un colegio de Bogotá hace unos años (D. Knapp, com. pers.). Por todo esto, es importante establecer la contribución de las colisiones con ventanas a la disminución poblacional de especies amenazadas como éstas; para un psitácido australiano globalmente amenazado (*Lathamus discolor*) se ha documentado una disminución anual por colisiones contra ventanas del 1.5% en 1000 parejas (Klem, 2010).

Finalmente, llamamos la atención sobre la

oportunidad que brindan las colisiones como fuente de especímenes para las colecciones científicas. Al convertirse en material de museo, las aves estrelladas pueden contribuir a responder valiosas preguntas de investigación, por lo que es menester regular su tenencia en las colecciones científicas para facilitar su manipulación, intercambio y estudio. Los especímenes obtenidos por esta vía pueden ayudar a resolver preguntas relacionadas con patrones de migración (temporalidad y espacialidad), patrones de distribución, nuevos registros para las localidades y varios aspectos de la biología de las especies accidentadas (p.e. diferencias de dietas, características osteológicas, histológicas, heridas y causas de muerte), además de brindar material para análisis moleculares o bioquímicos. Un ejemplo claro del valor de este tipo de ejemplares es el de *Amazilia candida*, cuyo primer registro para El Salvador fue un individuo que se estrelló contra una ventana en San Salvador en 2004 (Klem 2010).

El estudio de caso presentado en este trabajo, aunque muy local, es un ejemplo de los estudios sencillos que se pueden realizar con el fin de llamar la atención sobre una amenaza aún subestimada en el trópico, principalmente por falta de datos que documenten la magnitud del impacto de estos accidentes sobre las poblaciones de aves. Recomendamos replicar este tipo de estudios en varias estructuras y ciudades de Colombia para caracterizar el fenómeno y aplicar estrategias de mitigación del mismo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Benjamín Herazo y a la Facultad de Estudio Ambientales y Rurales y al personal de Aseo y Vigilancia de la PUJ por su colaboración, a Loreta Rosselli y Sergio Córdoba por haber motivado el desarrollo y seguimiento de este estudio, al personal del Museo Javeriano de Historia Natural y al Instituto Nacional de Ciencias de la Universidad Nacional (ICN) por permitirnos preparar e ingresar a la colección algunas de las pieles y al resto de los integrantes de Andigena por su apoyo. Agradecemos también a Humberto Álvarez-López y Loreta Rosselli por sus valiosos comentarios sobre este manuscrito.

LITERATURA CITADA

- AMAYA, J.D., AGUDELO, L., MELO, A.A., MORALES, A. Y TERAN, P. 2009. Formulación de criterios técnicos de conectividad ecológica con énfasis en la conservación de la avifauna y la consolidación de procesos de restauración en la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital. Informe final Convenio 046 / 07. Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaría Distrital de Ambiente y Asociación Bogotana de Ornitología.
- AGUDELO, L. 2006. Colisión de aves contra los ventanales del campus de la Universidad Javeriana, Sede Bogotá. Alternativas de mitigación. Disponible en línea: <http://www.javeriana.edu.co/ear/fac/documents/collisionaves.pdf>
- COOKE, W. W. 1888. Report on bird migration in the Mississippi Valley in the years 1884 and 1885. US Department of Agriculture, Div. Economic Ornithology Bulletin 2, Washington, D.C.
- CUPUL-MAGAÑA, F.G. 2003. Nota sobre colisiones de aves en las ventanas de edificios universitarios en Puerto Vallarta, México. Huitzil 4:17-21.
- CÓRDOBA-CÓRDOBA, S., ECHEVERRY-GALVIS, M.A., MELO-CACHÓN, A. Y RAMÍREZ, A.L. 2006. Informe Final. Convenio de Asociación 418 / 2006. Asociación Bogotana de Ornitología ABO – Jardín Botánico de Bogotá “José Celestino Mutis”. Bogotá, D.C., Colombia.
- DOEKER, RANDI. 2010. Forum Director. Birds and Building Forum. <http://www.birdsandbuildings.org/> Consultado en: Septiembre de 2010.
- EVANS, L. 1996. Collision Course: The hazards of lighted structures and windows to migrating birds. World Wildlife Fund Canada (WWF) & Flight Awareness Program (FLAP).
- KLEM, JR., D. 1981. Avian predators hunting birds near windows. Proceedings of the Pennsylvania Academy of Science 55:53-55.
- KLEM, JR., D. 1989. Bird-window collisions. Wilson Bulletin. 101:606-620.
- KLEM, JR., D. 1990a. Bird injuries, cause of death, and recuperation from collisions with windows. Journal of Field Ornithology 61:115-119.

- KLEM, JR., D. 1990b. Collisions between birds and windows: Mortality and Prevention. *Journal of Field Ornithology*. 61:120-128.
- KLEM, JR., D. 1991. Glass and bird kills: An overview and suggested planning and designing methods of preventing a fatal hazard. *Wildlife Conservation in Metropolitan Environments*. NIUW Symp. Ser. 2, L. W. Adams and D.L. Leedy, Eds. Columbia, USA.
- KLEM, JR., D. 2009. Preventing bird–window collisions. *The Wilson Journal of Ornithology* 121:314-321.
- KLEM JR., D. 2010. Avian mortality at windows: the second largest human source of bird mortality on earth. Proceedings Fourth International Partners in Flight Conference 2008, McAllen, Texas, USA. USDA, Forest Service Technical Report.
- KUMLIEN, L. 1888. Observation on bird migration in Milwaukee. *Auk* 5:325-328.
- MARZLUFF, J.M., R. BOWMAN & R.E. DONNELLY. 2001. A historical perspective on urban bird research: trends, terms, and approaches. 1-18 pp, In Marzluff, J.M., R Bowman and R.E. Donnelly (eds). *Avian Conservation and Ecology in an Urbanizing World*, Kluwer Academic Publ., New York, NY.
- MÜLLER, N., WERNER, P. & KELCEY, J. (eds). 2010. *Urban biodiversity and design. Conservation Science and Practice N° 7*. Wiley-Blackwell & Zoological Society of London, UK.
- OGDEN, L. J. E. 1996. Collision course: the hazards of lighted structures and Windows to migrating birds. World Wildlife Fund Canada and the Fatal Light Awareness Program. Toronto, Ontario, Canada.
- REMSEN, J. V., JR., C. D. CADENA, A. JARAMILLO, M. NORES, J. F. PACHECO, M. B. ROBBINS, T. S. SCHULENBERG, F.G. STILES, D. F. STOTZ, AND K. J. ZIMMER. Version [Agosto 2010]. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>
- TAYLOR, W. K. & M. A. KERSHNER. 1986. Migrant birds killed at the vehicle assembly building, John F. Kennedy Space Center. *Journal of Field Ornithology* 57:142-154.

Recibido: 18 febrero 2009

Aceptado: 04 noviembre 2010