



Colisión de aves con ventanas: problema, prevención, mitigación y tendencias de investigación

[Bird-window collisions: problem, prevention, mitigation and research directions]

Rose Marie Menacho-Odio

Programa de Manejo de Recursos Naturales, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Estatal a Distancia. 474-2050, San José, Costa Rica rmenacho@uned.ac.cr

Resumen

La colisión de aves con ventanas es un problema antropogénico de índole global. Provoca la muerte de millones de aves, afecta especies migratorias, residentes, comunes, raras y amenazadas. En este artículo se explica el por qué las aves colisionan con ventanas, por qué mueren y qué hacer para auxiliarlas. Se señalan métodos cuya efectividad ha sido probada y otros que no son recomendables para prevenir las colisiones. Finalmente, se describe algunas medidas para manejar el problema como educación, legislación y recomendaciones para la investigación del mismo.

Palabras claves: conservación, estrategias, mitigación, mortalidad

Abstract

Bird-window collisions is an anthropogenic problem of a global nature. It causes the death of millions of birds, affects migratory species, residents, common, rare, and threatened. This article explains why birds collide with windows, why they die, and what to do to help them. Methods are indicated whose effectiveness has been proven and others that are not recommended to prevent collisions. Finally, it describes aspects of the management of this problem such as education and legislation on the subject, and recommendations for future research.

Key words: conservation, mitigation, mortality, strategies



Introducción

Existe una gran preocupación por el rápido declive de las poblaciones de aves silvestres en todo el mundo. Entre las causas de mortalidad, la colisión de aves con ventanas merece atención por causar miles de millones de muertes de aves al año, porque el vidrio es un material muy común y apreciado en la arquitectura moderna (Pariafsai 2016) y porque ya se conocen métodos de prevención y mitigación de efectividad comprobada (Klem 2015). A pesar de que hace casi treinta años se advirtió sobre la magnitud de la colisión de aves con ventanas (Klem 1990b), el tema sigue siendo desconocido o subestimado por muchísimas personas. Por ello, en este artículo se describe este problema así como métodos y estrategias que se conocen y utilizan para mitigar el mismo.

¿Por qué las aves colisionan con ventanas?

Las aves pueden golpear contra vidrios por distintas razones. En ocasiones el ave ataca a su imagen reflejada en una ventana, espejo u otra superficie pulida. Se considera en estos casos, que el ave percibe a su propia imagen como un intruso que ha invadido su territorio y golpea el vidrio para expulsarlo. A este comportamiento se le ha llamado “boxeo de sombra” (*shadow boxing*) y, si bien puede ocurrir en cualquier época del año, se observa más a menudo durante el periodo de reproducción por parte de aves de ambos sexos. Se teme que cuando ocurre este comportamiento por periodos extensos, el ave puede sufrir inanición, corre riesgo de ser

depredado, incurre en un gasto inútil de energía e incluso puede provocarse daño a sí misma llegando en ocasiones a morir. Por otra parte, el sonido del continuo golpeteo y la suciedad que dejan las aves cerca de las ventanas resultan molestos para muchas personas. Al parecer, la única forma de detener los ataques es eliminar el reflejo tapando el vidrio (Roerig 2013).

En otras ocasiones las aves vuelan hacia paneles de vidrio como si no percibieran que allí hay un obstáculo, como si los vidrios fueran invisibles para ellas (Klem 1989). Graham (2011) y Bevanger (1994) han descrito algunos aspectos de la visión de las aves que podrían favorecer las colisiones contra vidrios y otros objetos artificiales. Por ejemplo, a diferencia de los humanos, los ojos de la mayoría de las aves se ubican a los lados de la cabeza, la agudeza visual lateral es mayor que la frontal y cuando vuelan suelen mirar hacia abajo y a los lados en lugar de hacia el frente. Klem (1989, 2015), por su parte, sostiene que la razón por la que las aves golpean contra ventanas es que son engañadas por la transparencia del vidrio y porque este, bajo ciertas condiciones, se comporta como un espejo. Durante el día, las habitaciones suelen ser más oscuras que el exterior de los edificios. En estos casos aún el vidrio transparente puede reflejar los árboles, cielo o alrededores. Se cree que las aves perciben las imágenes reflejadas como reales. Los vidrios polarizados o teñidos generan una imagen aún más vívida que los vidrios sin teñir, aumentando el peligro para las aves (Klem 2015). Por otra parte, cuando

un panel de vidrio transparente se encuentra frente a otro o cuando los vidrios se unen en las esquinas, crean la impresión de un pasadizo o túnel a través del cual las aves procuran pasar. Por lo anterior, es de esperar que las colisiones ocurran dondequiera que coexistan aves y ventanas (Klem 2014).

Magnitud del problema. A través de los años, se han dado diversas estimaciones de la magnitud de la mortalidad generada por la colisión de aves con ventanas (Banks 1976, Klem 1990a). En 2014, Loss *et al.* estimaron que 365-988 millones mueren por golpear con ventanas cada año en Estados Unidos, lo que implica que de 2% a 9% de las poblaciones de aves de ese país estaría desapareciendo cada año por esa causa. Por otra parte, Machtans *et al.* (2013) estimaron una pérdida anual de 16-42 millones de vidas de aves por colisión con ventanas en Canadá. Considerando que se atribuye una mortalidad anual de 1.4 a 3.7 mil millones de aves por ataque de gatos domésticos y ferales, la colisión de aves puede considerarse la segunda causa de muerte antropogénica (Loss *et al.* 2013). De hecho, ambas causas de mortalidad están relacionadas pues, las aves aturdidas por una colisión pueden ser presas fáciles para los felinos y otros carroñeros (Klem *et al.* 2004).

Se ha discutido si la mortalidad de aves por colisión con ventanas afecta la sostenibilidad de las poblaciones de aves a largo plazo (Arnold y Zink 2011). Se considera que éste es un factor de mortalidad aditivo y que la pérdida de individuos saludables, con potencial reproductivo, tiene

consecuencias en la sostenibilidad de las especies tanto comunes como amenazadas (Klem 2015).

Si bien la magnitud de este problema es enorme, el avistar aves muertas cerca de ventanales puede no ser muy común (Menacho 2018, en prensa). El cómo las colisiones son detectadas es relevante. Las personas pueden darse cuenta de una colisión por medio de la vista (al ver la colisión o encontrar el cuerpo del ave) o al escuchar el sonido del golpe. En este último caso, las personas no escucharán la colisión si están lejos o distraídas (Bracey *et al.* 2016), por otra parte, los experimentos de campo revelan que una de cada cuatro colisiones no deja evidencias, como plumas, sangre u otra marca (Klem 2009). El cuerpo del ave puede quedar escondido en la vegetación o en un sitio inaccesible y luego desaparecer por la acción de carroñeros, en especial en zonas rurales (Bracey *et al.* 2016).

Estos factores hacen que la detectabilidad de las colisiones pueda ser una fuente de error durante las investigaciones (Loss *et al.* 2015b). Es conveniente realizar más investigaciones sobre el cómo las personas se percatan de las colisiones de las aves, especialmente cuando muchas de las investigaciones son realizadas por voluntarios.

Resulta relevante que este problema está afectando tanto a especies endémicas, amenazadas como a las comunes y abundantes (Loss *et al.* 2014; Menacho-Odio 2015). Actualmente se desconoce el impacto en las poblaciones de aves amenazadas en zonas donde



estas coexisten con ventanales. Para comprender mejor la magnitud de este problema, es necesario realizar estudios a nivel nacional, regional y continental.

Factores que influyen en la colisión de aves con ventanas. Múltiples factores pueden influir en la frecuencia de colisiones en un determinado sitio (Klem 1989; Loss *et al.* 2014). De acuerdo a Klem (1990), cualquier factor que atraiga aves cerca de las ventanas aumentará el número de colisiones. Algunos atrayentes son: a) Vegetación. La vegetación atrae a las aves porque les sirve de refugio, les brinda alimento y les sirve de percha. Las aves pueden percibir la vegetación reflejada en las ventanas como real y golpear contra el cristal (Gelb y Delacretaz 2009; Klem *et al.* 2009; Borden y Lockhart 2010). b) Presencia de comederos y agua. La presencia de comederos de aves a más de tres metros de las ventanas está asociada a un mayor número de colisiones (Klem 1990b), en cambio, los comederos colocados a menos de un metro de las ventanas podrían servir para evitar las colisiones en las ventanas, pues ellas no desarrollan la velocidad suficiente como para matarse y más bien puede aprender que allí hay un obstáculo (Klem *et al.* 2004). Las fuentes de agua para las aves tienen un efecto semejante a los comederos favoreciendo la densidad de aves en cercanía de las ventanas y por ende las colisiones (Klem 1989). c) Luz artificial. La luz artificial atrae y desorienta a las aves migratorias durante la noche, algo que resulta de especial importancia en ciudades con muchos edificios altos. Esto ha

motivado la creación de programas para reducir la luminosidad en ciudades (Evans 1996; City of Toronto 2016). En términos generales, cualquier atrayente para las aves, sean plantas, flores y frutos, agua o comederos que esté a más de un metro de la ventana aumenta el riesgo de que estas se maten al colisionar contra el vidrio.

Las características estructurales de las edificaciones también influyen en la frecuencia de colisiones de aves. Algunas de ellas son: a) Tamaño de la ventana (área del vidrio). Las aves pueden golpear en ventanas pequeñas, sin embargo, una mayor superficie aumenta la probabilidad de un golpe mortal (Klem *et al.* 2009; Borden *et al.* 2010; Klem 2014; Ocampo-Peñuela *et al.* 2016). Un alto porcentaje de vidrio cubriendo una fachada es también un aspecto que implica un mayor peligro para las aves (Cusa *et al.* 2015). b) Ubicación de los vidrios. Las ventanas que se colocan en forma paralela, ya sea en pasadizos, cuartos y otros, parecen provocar un alto número de accidentes (Klem 1989; Ocampo-Peñuela *et al.* 2016). c) Altura del edificio. Aunque la cantidad de aves muertas alrededor de edificios altos resulta más visible, menos de un 1% de las aves muere al golpear los mismos, y las casas y edificios residenciales bajos, en cambio, son responsables del 90% de las muertes. La razón de esto es que las casas y edificios bajos son mucho más abundantes que los edificios altos y por ello, en ellas ocurre la mayoría de las colisiones (Machtans *et al.* 2013; Loss *et al.* 2014) y aunque maten pocas aves cada año, el efecto acumulativo es grande. Esto

también implica que para reducir la mortalidad sería necesario aplicar medidas de mitigación a un gran número de estructuras (Loss *et al.* 2014).

Otros factores que influyen en la frecuencia de las colisiones son los siguientes: a) Nivel de urbanización. Hager *et al.* (2017) indican que los edificios ubicados en sitios altamente urbanizados el número de colisiones es menor que en aquellos menos urbanizados. En general, los edificios de gran tamaño con ventanas grandes, alto porcentaje de vidrio en la fachada y rodeados de vegetación, propician un mayor número de colisiones de aves (Borden y Lockhart 2010; Cusa *et al.* 2015; Hager y Craig 2014). b) Tiempo del año y del día. Muchos estudios se han realizado en época de migración pues es de esperar más colisiones en este tiempo (Wittig *et al.* 2017). En Norte América se dice que el 90% de las colisiones ocurre durante las migraciones de primavera y otoño (Borden y Lockhart 2010). En cuanto a las horas del día, la mayor mortalidad ocurre entre el amanecer y las cuatro de la tarde (Hager y Craig 2014), y especialmente en horas de la mañana (Klem 1989; Kahle *et al.* 2016).

Se ha analizado si existen diferencias en cuanto a la vulnerabilidad en relación a características como estatus migratorio, edad, sexo, abundancia local, comportamiento, gremio alimentario y especie. A continuación se presentan algunos de los hallazgos: a) Estatus migratorio. Diversos estudios han mostrado que las especies migratorias latitudinales de largas distancias sufren más colisiones que las

aves residentes durante la época de migración, en especial, en zonas urbanas (Hager *et al.* 2008; Loss *et al.* 2014; Ocampo-Peñuela *et al.* 2016; Wittig *et al.* 2017). Por su parte, las aves residentes parecen sufrir más colisiones en sitios rurales que en los urbanos (Hager *et al.* 2013; Loss *et al.* 2014). Sabo *et al.* (2016), Kahle *et al.* (2016) y Wittig *et al.* (2017), sugieren que las aves residentes, al estar familiarizadas con una zona, pueden evitar los vidrios mientras que aquellas sin experiencia previa, como las aves migratorias, podrían sufrir más choques. Además, las aves que migran durante la noche parecen colisionar con edificios más a menudo que las residentes y migratorias diurnas (Hager *et al.* 2013, Machtans *et al.* 2013, Loss *et al.* 2014). b) Edad. Ni Klem (1989) ni Sabo *et al.* (2016) encontraron diferencias en la vulnerabilidad según la edad de las aves. Kahle *et al.* (2016) por su parte, encontraron que las aves jóvenes, y especialmente las de menos de un año son más susceptibles a colisionar que aves de más de un año. c) Sexo. Klem (1989) tampoco encontró diferencias de vulnerabilidad en relación al sexo de los individuos. Kahle *et al.* (2016), en cambio, encontró que los machos golpeaban en mayor proporción que las hembras en todos los meses del año. Ellos explican que esto pueda deberse a que los machos son más agresivos y activos en la defensa de los territorios que las hembras. d) Sinantropía. Especies sinantrópicas son aquellas que prosperan en ambientes urbanos. Klem (2014) sugirió que aves sinantrópicas como la paloma de castilla (*Columba livia*) o el gorrión



común (*Passer domesticus*), no parecen golpear frecuentemente con ventanas, y que quizás esto se deba a que acostumbran a volar en perchas cercanas al vidrio, de manera que si golpean sin mucha fuerza pueden aprender a evitar el vidrio. Recientemente, Wittig *et al.* (2017) probaron la hipótesis de que las especies sinantrópicas eran menos susceptibles a colisiones, pero no encontraron evidencia de ello en su estudio. e) Abundancia local, grupo taxonómico y comportamiento. Algunos estudios han puesto a prueba la hipótesis de que los números de colisiones responden a la abundancia relativa de cada especie. Tanto Kahle *et al.* (2016) como Sabo *et al.* (2016) y Wittig *et al.* (2017) indican que esto podría no ser así, pues algunas aves localmente abundantes colisionan en bajos números mientras que otras escasas o raras, colisionan más frecuentemente de lo esperado. Con ello, se indica que puede haber mayor

vulnerabilidad en algunas especies o grupos que en otras. En Estados Unidos, Loss *et al.* (2014) señalan algunas especies que han mostrado una desproporcionada vulnerabilidad a colisionar, sin importar el tipo de edificio. Entre grupos taxonómicos, sobresalen los colibríes y los vencejos. La vulnerabilidad de los colibríes se ha explicado por su relativa fragilidad, el que desarrollen altas velocidades, la territorialidad de los machos y el viajar largas distancias para acceder a néctar que no esté siendo defendido (Graham 1997). Kahle *et al.* (2017) encontraron que aves que forman bandadas numerosas parecen ser menos vulnerables a las colisiones. Ellos sugieren que quizás algún miembro del grupo detecta el peligro y advierte a los demás. Finalmente, se ha señalado algunos comportamientos que podrían favorecer las colisiones, por ejemplo, el vuelo de pánico



Los colibríes colisionan frecuentemente con ventanas.
Foto: Miguel Álvarez



Las aves que picotean y golpean espejos muestran el comportamiento llamado "boxeo de sombra". Foto: Rose Marie Menacho Odio

(Dunn 1993) y la tendencia a volar a través de túneles o pasadizos (Snyder 1946).

¿Por qué las aves mueren al colisionar contra vidrios?

El choque frontal contra un vidrio puede generar al ave heridas visibles, como picos o alas rotas, y también señales de hemorragia externa en pico y ojos. En muchos casos, sin embargo, no se observa sangre y muchas personas, al observar la flexibilidad natural del cuello piensan que el ave ha muerto porque se le ha “roto el cuello” (Veltri y Klem 2005). Klem (1990) y

Veltri y Klem (2005) describen que la verdadera causa de muerte de las aves es una hemorragia intracraneal ocasionada por la ruptura de vasos sanguíneos y el posterior daño cerebral. Por ser interna, la hemorragia no suele mostrar señales visibles y los esfuerzos bien intencionados de las personas por hacer volar o alimentar a las aves heridas son contraproducentes. Algunas aves sobrevivientes presentan parálisis de los extremos inferiores de la cual no se recuperan. Además, la muerte no siempre es inmediata, puede ocurrir tiempo después del golpe (Klem 1990a).



*En Costa Rica se han reportado más de 130 especies por golpear ventanas. Algunas grandes como este tucán pico arcoiris (*Ramphastus sulphuratus*). Foro: Martha Garro.*



¿Cómo ayudar a aves sobrevivientes de colisiones con ventanas?

Para ayudar a las aves sobrevivientes hay que evitar manipular el ave, pues esto le puede provocar estrés y aumentar la presión intracraneal. No se debe intentar alimentar ni dar agua a las aves aturdidas. En lugar de esto, se recomienda colocarla en un lugar cálido, seguro y libre de estímulos (luz, ruido, movimiento), como en el interior de una caja de cartón con orificios que permitan la ventilación (Klem 1990b; Tseng 2004). Se debe dejar descansar al ave una hora o hasta que muestre mayor actividad y luego liberarla en un sitio alejado de ventanas y otros peligros. A pesar de los cuidados que puedan recibir, más de la mitad de las aves que golpean ventanas mueren inmediatamente o tiempo después por la hemorragia intracraneal (Klem 1990a, Veltri y Klem 2005, Ocampo-Peñuela *et al.* 2015).

¿Cómo disminuir la mortalidad por colisión aves-ventanas?

Ya que usualmente se desconoce la condición de las poblaciones de aves silvestres es preferible mantener un enfoque precautorio e incentivar mejores prácticas de manejo para minimizar la mortalidad de las aves (Longcore y Smith 2013). Por ello, es preciso transferir información del problema y soluciones a los tomadores de decisiones (Longcore y Smith 2013; Machtans y Thogmartin 2014). Klem (2015) y Snep *et al.* (2016) señalan grupos de personas a los que resulta relevante involucrar: planificadores

y diseñadores urbanos, arquitectos del paisaje, ingenieros y desarrolladores urbanos, propietarios de viviendas, compañías e industrias productoras de vidrios y láminas; diseñadores de paisaje y jardinería, profesionales en educación, profesionales legales y científicos de bienestar animal y quienes apoyan estas causas.

Sí se pretende prevenir la mortalidad de aves por colisión, se debe de considerar este problema desde el diseño de las edificaciones así como intervenir ventanales de edificios ya existentes. Algunas recomendaciones para prevenir colisiones al diseñar un edificio nuevo son: no utilizar vidrios altamente reflectivos, disminuir el área de vidrio expuesto, evitar colocar vidrios que reflejen la vegetación o que luzcan como pasadizos para las aves, evitar diseños que se comporten como trampas ya sea por presentar altos tragaluces o por dirigir a las aves a su interior. Además, incluir en el diseño objetos que sea percibidos como obstáculos por las aves, como pueden ser verjas, parasoles, divisiones de ventanas o maineles (Sheppard 2011). Para cualquier método, Klem (2009) recalca la importancia de que toda el área de la ventana sea cubierta y que el mismo se aplique en el lado externo de la ventana.

A continuación se describen algunos de los métodos para mitigar la mortalidad cuya efectividad ha sido puesta a prueba:

1. **Eliminar la transparencia y la reflectividad por medio de abrasivos.** Algunos métodos para eliminar la reflectividad de la

superficie externa de las ventanas son el arenado (*sandblasting*), grabado con ácido (*acid etching*), esmerilado y fritado. En estos casos el vidrio se vuelve translúcido y se pierde parte de la transparencia (Klem 2009). Para evitar perder completamente la transparencia, se pueden introducir marcas distanciadas a unos 10 cm entre sí.

2. **Cuerdas (Acopian Bird Savers).** Las cuerdas de 3.2 mm separadas 10 cm entre sí y que se dejan colgar en el lado externo

de las ventanas han demostrado tener una efectividad de más del 90% para prevenir colisiones en Norte América (Klem y Saenger 2013), además, se encuentran entre los métodos preferidos por algunas personas por ser económicas, por permitir la entrada de luz y no obstaculizar la vista (Menacho-Odio 2018, en prensa).

3. **Vinil microperforado (Collide Escape).** Este material es utilizado para publicidad y cuenta con la ventaja de que no obstruye la



Las cuerdas colocadas a 10 cm entre sí, son mucho más efectivas que las siluetas de aves espaciadas. Foto: RoseMarie Menacho



vista hacia el exterior cuando el interior de la habitación es más oscuro que el exterior, como es lo usual (Klem 2009; Fatal Light Awareness Program [FLAP] 2007).

4. **Verjas y parasoles.** Al mantener una distancia de unos 10 cm entre sí, las verjas o parasoles colocados en el exterior de las ventanas brindan mayor seguridad a las casas y al mismo tiempo disminuyen la mortalidad de las aves (Fatal Light Awareness Program [FLAP] 2007).
5. **Marcas y materiales que disminuyan la transparencia y reflectividad.** Cinta adhesiva (ABC Tape), mallas, cedazo, y otros materiales que reducen la transparencia y reflectividad pueden ser efectivos, especialmente para casas residenciales (Klem 2014). Cualquier marca debería de tener al menos 5 mm de grosor y estar separados a 10 cm o menos entre sí. (City of Toronto 2016). Las franjas verticales deben colocarse a una distancia de 10 cm y las horizontales a 5 cm unas de otras (Klem 1990b).
6. **Señales que reflejan luz ultravioleta (ORNILUX Mikado).** Puesto que muchas aves diurnas poseen visión ultravioleta, mientras para los humanos no la tienen, se ha propuesto introducir en el vidrio marcas espaciadas a una distancia de 5 a 10 cm que absorban o reflejen luz ultravioleta (Klem 2014). El vidrio ORNILUX utiliza esta tecnología, sin embargo, Klem y Saenger (2013) encontraron que al usar ORNILUX Mikado en condiciones transparentes

podía resultar más letal que los vidrios sin tratamiento, pues reflejaba sólo 7 a 22% de los rayos ultravioleta. Por ello, para ser efectivos las señales ultravioleta deben al menos reflejar 20 a 40% de los rayos ultravioleta (Klem 2009). Además, es importante que los elementos que reflejan la luz ultravioleta estén adyacentes a áreas que absorban casi un 100% de la misma. Otra limitación de ORNILUX es que las señales ultravioletas se encuentran en el interior de las ventanas, de manera que la superficie externa de los vidrios enmascara la señal ultravioleta que se espera proteja a las aves (Daniel Klem Jr. Com.pers. 12 de febrero 2018). Aun cumpliendo estas condiciones, este método sólo será efectivo para aves que tienen visión de radiación ultravioleta como son las gaviotas, loros y aves del orden paseriformes (Hastad y Ödeen 2014).

7. **Altavoces.** Swaddle e Ingrassia (2017) emplearon altavoces cuando un ave se dirigía a una ventana y encontraron que las mismas redujeron la velocidad en un 20%, de modo que aunque sí golpeaban contra el vidrio, al menos se reducía la fuerza del golpe.

Algunos de los métodos considerados no efectivos para prevenir colisiones son:

1. **Siluetas o calcomanías.** A pesar de ser uno de los métodos más conocidos y utilizados para prevenir colisiones (Oviedo y Menacho-Odio 2015; Menacho-Odio 2018, en prensa) no son efectivas para prevenir colisiones a menos que se coloquen en la

parte externa de la ventana a una distancia no mayor a 10 cm (Klem 1990b, Ocampo-Peñuela 2015, Brisque *et al.* 2017).

2. **Ventanas inclinadas.** Las ventanas inclinadas hacia abajo 20 a 40 grados pueden ayudar a reducir el número de muertes porque la inclinación reduce el impulso y por tanto la fuerza del golpe (Klem *et al.* 2004), pero su aplicación es poco frecuente, por los retos que conlleva su aplicación para los arquitectos y porque se requiere más evidencia científica que apoye su efectividad (City of Toronto 2016).
3. **Cortinas, pantallas o persianas colocadas en el interior de la habitación.** No fueron consideradas como una buena estrategia pues su uso es opcional y temporal y por tanto, no hay certeza de que sean empleadas por el dueño del edificio durante épocas de alta mortalidad (City of Toronto 2016). Además, para que sean efectivas, es necesario que el interior de la habitación esté iluminado, y sin embargo, lo usual es que las habitaciones sean oscuras, por lo que el efecto “espejo” impide que lo que haya en el interior del cuarto sea visto desde fuera (Daniel Klem, Jr. com. per. 2018).
4. **Vidrio teñido o polarizado.** Por falta de evidencia de su efectividad no es aceptado como una opción (City of Toronto 2016).

Los métodos efectivos descritos requieren la aceptación de los potenciales usuarios, por lo que es importante conocer las cualidades deseadas por ellos. Entre estas cualidades,

Oviedo y Menacho-Odio (2015) señalan el precio, la efectividad percibida del método, que no obstruya la vista de la ventana, aspectos estéticos, durabilidad de los métodos y que no disminuya la transparencia, ni obstruyan la visibilidad. Existe variabilidad en cuanto a los criterios en distintas personas y algunas optan por sacrificar la estética si hay certeza de efectividad del método. En el estudio de Menacho-Odio (2018 en prensa), se determinó que si bien las colisiones de aves pueden ser percibidas como frecuentes y el problema considerado relevante las personas pueden usar un método no efectivo para prevenir colisiones (como las siluetas de aves) y por ello es importante dar a conocer los métodos que sí funcionan.

Educación sobre el problema. A pesar de la evidencia acerca de la magnitud del problema y de las obligaciones éticas acerca del mismo, los científicos de bienestar animal y el público en general han puesto poca atención acerca del mismo (Klem 2014). Esto puede deberse a que la mortalidad, aunque es mucha debido a la cantidad de ventanas y edificaciones, pareciera poca porque está dispersa en el paisaje y porque las muertes no son intencionadas (Menacho-Odio 2018, en prensa). Esto indica una necesidad de divulgar información sobre el problema y, sobretodo, sobre los métodos efectivos para prevenirlo.

De momento la implementación voluntaria de medidas de corto y largo plazo ha tenido un éxito limitado. Como una forma de impulsar la implementación de métodos de prevención,



organizaciones y programas como la American Bird Conservancy y el Fatal Light Awareness Program (FLAP) (2007), y algunos gobiernos de ciudades norteamericanas, han definido lineamientos arquitectónicos para remodelar y diseñar construcciones (Klem 2015).

Como pasos para lidiar con este problemas, distintos autores recomiendan identificar edificios y ventanales que ocasionen una mayor mortalidad y así priorizar las acciones implementando allí los métodos deseados (Chin 2016), al respecto, Winton *et al.* (2018) sugieren el uso de aplicaciones como *iNaturalist* para ubicar los puntos donde ocurre mayor mortalidad y así priorizar la intervención de ventanas más letales; intensificar la implementación de las medidas de mitigación durante las temporadas de mayor mortalidad, como la de reproducción y migración, especialmente cuando de edificios bajos y zonas rurales se trata (Kahle *et al.* 2016); Kummer y Bayne (2015) encontraron que la tasa de colisiones aumentaba cuando había un comedero presente, por esto sugieren eliminar los comederos de aves de jardines o colocarlos a menos de un metro. (Klem *et al.* 2004).

Legislación sobre colisión aves-ventanas. El que las ventanas sean un elemento tan común asociado a los humanos y también el hecho de que las personas que colocan ventanales no lo hacen con la intención de matar aves, ha dificultado el usar leyes para obligar el uso de métodos para prevenir colisiones con ventanas. Se ha dicho que el extender una ley que obligue a evitar las muertes no intencionales es inviable

y a pesar de las leyes y tratados internacionales existentes, pocas acciones legales para mitigar el problema se puesto en práctica (Klem 2015).

¿Qué vacíos de información existen y qué tendencias tiene la investigación sobre la colisión de aves con ventanas?

Hasta hace poco, la mayoría de las investigaciones sobre este tema se habían realizado en Norteamérica y Europa. Sin embargo, en los últimos años, se aprecia una tendencia creciente de estudios en el Neotrópico, como en Brasil (Brisque *et al.* 2017; Soares Santos *et al.* 2017), Colombia (Agudelo-Álvarez 2006; Agudelo-Álvarez *et al.* 2010; Ocampo-Peñuela *et al.* 2016), México (Cupul Magaña 2003) y Costa Rica (Graham 1997; Oviedo y Menacho-Odio 2015; Menacho-Odio 2015). La investigación en diversas partes del mundo sigue siendo necesaria para comprender mejor el impacto tanto en las especies migratorias como en las propias de cada lugar. Resulta también relevante la investigación en sitios de alta biodiversidad. Por ejemplo, la investigación de Soares Santos *et al.* (2017), describe la colisión de aves-ventanas en un área de importancia para las aves (IBA) del sureste de Brasil. En su investigación fue posible demostrar que las especies endémicas y amenazadas, además de las migratorias, son víctimas de este problema. La experiencia demuestra que es fácil ignorar este problema, por lo que uno de los primeros pasos en la investigación consiste en saber qué especies, cuántas aves están siendo afectadas y también determinar qué cambios en la arquitectura,

el diseño de edificios y planificación urbana se pueden hacer para disminuir las tasas de mortalidad (Kenney 2015). Para determinar qué especies son afectadas por este problema, es posible acceder a información de museos de historia natural, a naturalistas y biólogos que colecten cuerpos y al público en general a través de las redes sociales y otros medios de comunicación masiva. (Klem 1989; Menacho-Odio 2015). La ciencia ciudadana puede jugar un papel importante en el conocimiento y educación sobre este problema. Sin embargo, Loss *et al.* (2015a) comentan que es relevante tomar medidas para asegurar la calidad de los datos. Ellos recomiendan definir de antemano claramente las preguntas de investigación, seleccionar las unidades de estudio en forma aleatoria, motivar a los participantes en la toma de datos, cuantificar el esfuerzo, registrar esfuerzos en que se obtuvieron “ceros” y utilizar repositorios virtuales.

Otras recomendaciones son: cuantificar tasas de colisión en distintos tipos de edificios a través del año y en distintas localidades geográficas y ecológicas (Loss *et al.* 2014); realizar más estudios a nivel de especie para así comprender la vulnerabilidad a colisionar según las características de la misma (Cusa *et al.* 2015); estudiar cómo disminuir los sesgos que causan una subestimación de la mortalidad: remoción por carroñeros, imperfecta detección de colisiones; determinar los mejores métodos para reducir la mortalidad. En este último campo

hacen falta estudios sistemáticos de medidas de mitigación (Loss *et al.* 2015b);

Para estudios sistemáticos Loss *et al.* (2014) sugieren registrar todos los conteos, incluyendo aquellos con mortalidad igual a cero; anotar el número de horas por persona en cada muestreo; indicar el número de edificios y de fachadas de edificios muestreadas; mencionar la dirección y coordenadas de los edificios, separar registros de fatalidades encontradas durante rutas oficiales y las encontradas en forma incidental fuera de periodos de muestreo; combinar datos de esfuerzo con información sobre edificios y realizar muestreos durante todo el año y no solo durante época de migración.

Al coleccionar cuerpos de aves que han golpeado ventanas, es útil contar con un protocolo que homogenice el esfuerzo, aumenta la detectabilidad, que sea económico y simple y que además considere la remoción de cuerpos por parte de carroñeros (Hager y Cosentino 2014). Diversos estudios sostienen la importancia de monitorear la efectividad de los métodos para prevenir colisiones. (Ocampo-Peñuela *et al.* 2016), por ejemplo, sugiere utilizar cámaras trampa cerca de las ventanas para documentar las colisiones. En las últimas décadas, los dos métodos que se han empleado, en forma complementaria o separada, para probar la efectividad de los métodos son: a) **Pruebas con túneles**. El primero es conocido como un túnel de vuelo. Usualmente se atrapa las aves silvestres con redes de niebla y luego se liberan dentro de un túnel al extremo del cual se colocan dos



aperturas iluminadas, cada una de ellas presenta un tratamiento distinto y se observa si las aves evitan o no los vidrios sobre los cuales se han colocado métodos. b) **Experimentos de campo.** El colocar vidrios en marcos en áreas abiertas donde hay una alta densidad de aves y una red para recoger las aves que golpean contra dichos vidrios. Estos experimentos suelen durar entre 30 y 90 días, se simulan ventanas en estructuras humanas; la posición de los métodos a probar se cambian usualmente en forma aleatoria para así evitar sesgos (Klem y Saenger 2013, Klem 2015). Klem (2015) sugiere utilizar estos métodos en forma complementaria, utilizando el método del túnel como una prueba inicial y los experimentos de campo como una prueba final. Otro método interesante fue contar el número de aves muertas a lo largo de una barrera de sonido en la carretera colocando distintos métodos en secciones de la misma (Schmid y Siervo 2000 citado por Rössler *et al.* 2015). Se debe continuar la investigación para definir mejores métodos para determinar la efectividad de las prácticas para prevenir colisiones.

Conclusiones

La mortalidad por colisión de aves con paneles de vidrio es un tema de conservación relevante pues ocasiona la muerte de miles de millones de aves en todo el mundo y se suma a las causas que provocan el declive de las poblaciones de aves silvestres. Si bien, este problema ha llamado la atención por afectar a especies migratorias (Loss *et al.* 2014); también causa la

muerte de aves residentes, afectando a especies endémicas y amenazadas (Menacho-Odio 2015; Soares Santos *et al.* 2017). La investigación sobre este tema está generando información sobre los factores que inciden en la mortalidad, como son factores ambientales, estructurales y propios de los grupos taxonómicos. Es de suma importancia aumentar los esfuerzos por educar y trabajar con grupos que tienen directa injerencia en el problema, tales como planificadores y diseñadores urbanos, arquitectos, propietarios de viviendas, profesionales en educación, profesionales legales y científicos de bienestar animal (Klem 2015; Snep *et al.* 2016). De igual forma, debe continuar la búsqueda de métodos preventivos efectivos y que cumplan con los requerimientos de los usuarios.

Agradecimientos

Quisiera agradecer a Rosita Ulate, a Roy May y a Daniel Klem Jr. y por sus valiosos comentarios para este documento.

Referencias

- Agudelo-Álvarez, L. 2006. *Colisión de aves contra los ventanales del campus de la Universidad Javeriana, Sede Bogotá. Alternativas de mitigación.* Bogotá: Universidad Javeriana.
- Agudelo-Álvarez, L., J. Moreno-Velasquez y N. Ocampo-Peñuela. 2010. Colisiones de aves contra ventanales en un campus universitario de Bogotá, Colombia. *Ornitología Colombiana* 10:3-10.

- Banks, R. C. 1976. Reflective Plate Glass - A Hazard to Migrating Birds. *Bioscience* 26: 414.
- Bevanger, K. 1994. Bird Interactions with Utility Structures: Collision and Electrocution, Causes and Mitigation Measures. *Ibis* 136:412-425.
- Borden, C. W. y O. M. Lockhart. 2010. Seasonal, Taxonomic, and Local Habitat Componentes of Bird-window Collisions on an Urban University Campus in Cleveland, OH. *Ohio Journal of Science* 110(3):44-52.
- Bracey, A. M., M. A. Etterson, G. J. Niemi y R. F. Green. 2016. Variation in Bird-window Collision Mortality and Scavenging Rates Within an Urban Landscape. *The Wilson Journal of Ornithology* 128(2):335-367.
- Brisque, T., L. A. Campos-Silva y A. Piratelli. 2017. Relationship Between Bird-of-prey Decals and Bird-window Collisions on a Brazilian University Campus. *Zoologia* 34:1-8.
- Chin, S. 2016. Investigating the Effects of Urban Features on Bird Window Collisions. Tesis de Master of Science, York University.
- City of Toronto. 2016. *Bird-friendly Best Practices Glass*. City of Toronto: City Planning.
- Cupul Magaña, F. G. 2003. Nota sobre colisiones en las ventanas de edificios universitarios en Puerto Vallarta, México. *Revista de Ornitología Mexicana* 4(2):17-21.
- Cusa, M., D. A. Jackson y M. Mesure. 2015. Window Collisions by Migratory Bird Species: Urban Geographical Patterns and Habitat Associations. *Urban Ecosystems* 18: 1427-1446.
- Dunn, E. H. 1993. Bird Mortality from Striking Residential Windows in Winter. *Journal of Field Ornithology* 64(3): 302-309.
- Evans, O. 1996. Collision Course: The Hazards of Lighted Structures and Windows to Migrating Birds, <http://digitalcommons.unl.edu/flap/3>: Fatal Light Awareness Program (FLAP).
- Fatal Light Awareness Program (FLAP). 2007. *Bird-Friendly Development Guidelines*, Toronto: <http://digitalcommons.unl.edu/flap>.
- Gelb, Y. y N. Delacretaz. 2009. Window and Vegetation: Primary Factors in Manhattan Bird Collisions. *Northeastern Naturalist* 16(3):455-470.
- Graham, D. L. 1997. Spider Webs and Windows as Potentially Important Sources of Hummingbird Mortality. *Journal of Field Ornithology* 68(1): 98-101.
- Graham, R. M. 2011. Understanding Bird Collisions with Man-made Objects: a Sensory Ecology Approach. *Ibis* 153(1): 239-254.
- Hager, S. B., B. J. Consentino y M. A. Aguilar-Gómez. 2017. Continent-wide Analysis of How Urbanization Affects Bird-window Collision Mortality in North America. *Biological Conservation* 212:209-215.
- Hager, S.B., B.J. Cosentino, K.J. McKay, C. Monson, W. Zuurdeeg, B. Blevins. 2013. Window Area and Development Drive Spatial



- Variation in Bird-Window Collisions in an Urban Landscape. *PLOS One* 8(1): e53371. doi:10.1371/journal.pone.0053371
- Hager, S. B. y B. J. Cosentino. 2014. Surveying for Bird Carcasses Resulting from Window Collisions: a *Standardized Protocol*. PeerJ:1-11.
- Hager, S. B. y M. E. Craig. 2014. Bird-window collisions in the summer breeding season. PeerJ 2:e460 <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.460>.
- Hager, S. B., H. Trudell, K. J. McKay, S. M. Crandall y L. Mayer. 2008. Bird Density and Mortality at Windows. *The Wilson Journal of Ornithology* 120(3): 550-564.
- Hastad, O. y A. Ödeen, A. 2014. A Vision Physiological Estimation of Ultraviolet Window Marking Visibility to Birds. *PeerJ*, Issue PeerJ 2:e621; DOI 10.7717/peerj.621.
- Kahle, L. Q., M. E. Flannery, M. E. y J. P. Dumbacher 2016. Bird-Window Collisions at a West-Coast Urban Park Museum: Analyses of Bird Biology and Window Attributes from Golden Gate Park, San Francisco. *PloS ONE* 11(1), p. e0144600. doi:10.1371/journal.pone.0144600.
- Kenney, D. T. 2015. Aesthetic Danger: How the Human Need for Light and Spacious Views Kills Birds and What We Can (and Should) Do to Fix this Invisible Hazard. *Journal of Animal and Natural Resource Law* XI:137-159.
- Klem, D. Jr. 1989. Bird-Window Collisions. *Wilson Bulletin* 101(4): 606-620.
- Klem, D. Jr. 1990a. Bird Injures, Cause of Death, and Recuperation from Collisions with Windows. *Journal of Field Ornithology* 61(1):115-119.
- Klem, D. Jr. 1990b. Collisions Between Birds and Windows: Mortality and Prevention. *Journal of Field Ornithology* 61(1):120-128.
- Klem, D. Jr. 2009. Preventing Bird-window Collisions. *The Wilson Journal of Ornithology* 121(2):314-321.
- Klem, D. Jr. 2014. Landscape, Legal, and Biodiversity Threats that Windows Pose to Birds: A review of an Important Conservation Issue. *Land* 3(1):351-361. doi:10.3390/land3010351.
- Klem, D. Jr. 2015. Bird-Window Collisions: A Critical Animal Welfare and Conservation Issue. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 18:S11-S17.
- Klem, D. Jr., C.J. Farmer, N. Delacretaz, Y. Gelb y P. Saenger. 2009. Architectural and Landscape Risk Factors Associated with Bird-glass Collisions in an Urban Environment. *The Wilson Journal of Ornithology* 121(1):126-134.
- Klem, D. Jr., D.C. Keck, K.L. Marty, A.J. Miller Ball, E.E. Niciu y C.T. Platt. 2004. Effects of Window Angling, Feeder Placement, and Scavengers on Avian Mortality at Plate Glass. *Wilson Bulletin* 116(1):69-73.
- Klem, D. Jr. y P. G. Saenger. 2013. Evaluating the Effectiveness of Select Visual Signals to Prevent Bird-window Collisions. *The Wilson*

- Journal of Ornithology* 125(2): 406-411.
- Kummer, J. A. y E. M. Bayne. 2015. Bird Feeders and their Effects on Bird-window Collisions at Residential Houses. *Avian Conservation and Ecology* 10(2):6. doi10.5751/ACE-00787-100206.
- Longcore, T. y P. A. Smith, P. 2013. On Avian Mortality Associated with Human Activities. *Avian Conservation and Ecology* 8(2):1. <http://dx.doi.org/10.5751/ACE-00606-080201>.
- Loss, S. R., S. S. Loss, T. Will y P. P. Marra. 2015a. Linking Place-based Citizen Science with Large-scale Conservation Research: A Case Study of Bird-building Collisions and the Role of Professional Scientists. *Biological Conservation* 184:439-445.
- Loss, S. R., R. Will, S. S. Loss y P. P. Marra. 2014. Bird-building Collisions in the United States: Estimates of Annual Mortality and Species Vulnerability. *The Condor* 116:8-23.
- Loss, S. R., T. Will, y P. Marra. 2013. The Impact of Free-ranging Domestic Cats on Wildlife of the United States. *Nature Communications* 4(1396):1-7.
- Loss, S. R., T. Will y P. P. Marra. 2015b. Direct Mortality of Birds from Anthropogenic Causes. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 46:99-120.
- Machtans, C. S. y W. E. Thogmartin. 2014. Understanding the Value of Imperfect Science from National Estimates of Bird Mortality from Window Collisions. *The Condor* 116:3-7.
- Menacho-Odio, R.M. (2015). Colisión de aves contra ventanas en Costa Rica: conociendo el problema a través de datos de museo, ciencia ciudadana y el aporte de biólogos. *Zeledonia* 19 (1):10-21.
- Menacho-Odio, R. M. 2018 (In press). Local Perceptions, Attitudes, Beliefs, and Practices Toward Bird-window Collisions in Monteverde, Costa Rica. *UNED Research Journal*.
- Ocampo-Peñuela, N., L. Peñuela-Recio y Á. Ocampo-Durán. 2015. Decals Prevent Bird-window Collisions at Residences: a Successful Case Study from Colombia. *Ornitología Colombiana* 15:84-91.
- Ocampo-Peñuela, N. et al. 2016. Patterns of Bird-window Collisions Inform Mitigation on a University Campus. *PeerJ Issue* e11652; DOI 10.7717/peerJ.1652.
- Oviedo, S. y R. M. Menacho-Odio. 2015. Actitud en la preferencia de métodos para evitar el choque de aves contra puertas y ventanas de vidrio en Costa Rica. *Zeledonia* 19(1):22-31.
- Pariafsai, F. 2016. A Review of Design Considerations in Glass Buildings. *Frontiers of Architectural Research* 5:171-193.
- Roerig, J. 2013. Shadow Boxing by Birds - A Literature Study and New Data from Southern Africa. *Ornithological Observations* 4:39-68.
- Rössler, M., E. Nemeth y A. Bruckner. 2015. Glass Pane Markings to Prevent Bird-window Collisions: Less Can be More. *Biologia* 70(4):535-541.



- Sabo, A. M., N. D. Hagemeyer, A. S. Lahey y E. L. Walters. 2016. Local Avian Density Influences Risk of Mortality from Window Strikes. *PeerJ*, Issue 4:e2170; DOI 10.7717/peerJ.2170.
- Sheppard, C. 2011. *Bird-Friendly Building Design*. The Plains, VA: American Bird Conservancy.
- Snep, R. P., J. L. Kooijmans, R.G. Kwak, R.P. Foppen, H. Parsons, M. Awasthy, H. Sierdsema, J. Marzluff, E. Fernandez-Juricic, J. de Laet y Y. van Heezik. 2016. Urban Bird Conservation: Presenting Stakeholder-specific Arguments for the Development of Bird-friendly Cities. *Urban Ecosystems* 19:535-1550. DOI 10.1007/s11252-015-0442-z
- Snyder, L. L. 1946. "Tunnel fliers" and Window Fatalities. *Condor* 48:278.
- Soares Santos, L., V. Ferreira de Abreu y M. Ferreira de Vasconcelos. 2017. Bird Mortality Due to Collisions in Glass Panes on an Important Bird Area of Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 25(2):90-101.
- Swaddle, J. P. y N. M. Ingrassia. 2017. Using a Sound Field to Reduce the Risks of Bird-Strikes: An Experimental Approach. *Integrative and Comparative Biology* (Julio):1-9. doi:10.1093/icb/icx026.
- Tseng, F. S. 2004. *Considerations in Care for Avian Head Trauma*. North Grafton, MA: Cummings School of Veterinary Medicine at Tufts University.
- Veltri, C. J. y D. J. Klem. 2005. Comparison of Fatal Bird Injuries from Collisions with Towers and Windows. *Journal of Field Ornithology* 76(2):127-133.
- Winton, R. S., N. Ocampo-Peñuela y N. Cagle. 2018. Geo-referencing Bird-window Collisions for Targeted Mitigation. *PeerJ*, Issue DOI 10.7717/peerj.4215.
- Wittig, T., N. Cagle, N. Ocampo-Peñuela, R. Winton, E. Zambello y Z. Lichtneger. 2017. Species Traits and Local Abundance Affect Bird-window Collisions Frequency. *Avian Conservation and Ecology* 12(1):17. <https://doi.org/10.5751/ACE-01014-120117>.
-