

Aproximación teórica a la definición del concepto de sitio atractivo de avifauna fuera del aeropuerto

| Fecha de recibido: 30 de junio del 2021 | Fecha de aprobación: 05 de octubre del 2021 |

**Holman Enrique
Durán-Márquez**

Biólogo

Universidad del Atlántico
Investigador Independiente
Colombia

Rol del investigador: teórico y escritura
<https://orcid.org/0000-0002-7681-7821>

✉ hduran.bio.ua@gmail.com

Cómo citar este artículo: Durán-Márquez, H. E. (2022). Aproximación teórica a la definición del concepto de sitio atractivo de avifauna fuera del aeropuerto. *Ciencia y Poder Aéreo*, 17(1), 55-66. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.743>



Aproximación teórica a la definición del concepto de sitio atractivo de avifauna fuera del aeropuerto

Theoretical approach to defining the concept of an attractant birdlife site off-airport

Aproximação teórica à definição do conceito de local atrativo de avifauna fora do aeroporto

Resumen: La mayor parte de los impactos entre aeronaves y fauna ocurre dentro de los aeropuertos; sin embargo, casi la mitad de los impactos con daño se presenta fuera de estos. Por ello, los programas de peligro aviario deben considerar seriamente las zonas externas a los aeropuertos para lograr una gestión completa del riesgo de impacto. Pero estos programas presentan varias limitaciones para su implementación en el exterior, entre estas la falta de una definición precisa de la noción de hábitat atrayente de fauna fuera del aeropuerto, lo que reduce el concepto a un nivel intuitivo que obstaculiza la optimización del sistema de análisis del riesgo. Esto último impide identificar claramente las zonas que se han de evaluar y, posteriormente, manejar con la modificación de hábitats. Para abordar este problema, se propone el concepto de sitio atractivo de avifauna (SAA), definido como el lugar en el área de influencia aeroportuaria que presente, confirmada y regularmente, una bandada de al menos cincuenta aves voladoras y riesgosas. Dicha propuesta puede significar un importante adelanto para la seguridad aérea desde una gestión eficiente del riesgo de impacto por fauna fuera del aeropuerto.

Palabras clave: área de influencia aeroportuaria; hábitat atrayente de fauna; peligro aviario; sistema de análisis del riesgo.

Abstract: Most impacts between aircraft and wildlife occur within airports. However, nearly half of the impacts with damage occur outside of airports. Therefore, avian hazard programs must seriously consider off-airport areas in order to achieve complete impact risk management. But these programs have several limitations for their off-airport implementation, including the lack of a precise definition of the notion of off-airport wildlife attractant habitat, which reduces the concept to an intuitive level that hinders the optimization of the risk analysis system. The latter prevents the clear identification of areas to be assessed and subsequently managed with habitat modification. To address this problem, the concept of attractive avifauna site (AAS) (for its acronym in Spanish) is proposed, defined as the place in the airport area of influence that presents, confirmed and regularly, a flock of at least fifty flying and risky birds. Such a proposal could mean an important advance for aviation safety from an efficient management of the risk of wildlife impact outside the airport.

Keywords: Airport area of influence; wildlife attractant habitat; avian hazard; risk analysis system.

Resumo: A maioria dos choques entre aeronaves e animais selvagens ocorre dentro de aeroportos. No entanto, quase metade dos impactos danosos ocorrem fora destes. Por esta razão, os programas de risco de aves devem considerar seriamente as áreas fora do aeroporto para alcançar o gerenciamento total do risco de impacto. Mas esses programas têm várias limitações para sua implementação no exterior, entre elas a falta de uma definição precisa da noção de habitat atrativo para a fauna fora do aeroporto, o que reduz o conceito a um nível intuitivo que dificulta a otimização do sistema de análise de risco. O anterior impossibilita a identificação clara das áreas a serem avaliadas e posteriormente a modificação de habitat. Para resolver este problema, propõe-se o conceito de sítio atrativo de avifauna (SAA), definido como o local na área de influência do aeroporto que apresenta, confirmado e regularmente, um bando de pelo menos cinquenta aves voadoras e arriscadas. A referida proposta pode significar um avanço importante para a segurança da aviação a partir de uma gestão eficiente do risco de impacto pela fauna fora do aeroporto.

Palavras-chave: Área de captação do aeroporto; habitat de fauna atraente; perigo de aves; sistema de análise de risco.

Introducción

La aerosfera es utilizada por las aves como un espacio natural para sus desplazamientos, pero también es utilizada por la aviación, lo cual crea fragmentaciones temporales del hábitat aéreo que afectan el libre movimiento de las aves y que eventualmente puede terminar en impactos (Van Gasteren *et al.*, 2018; Zuluaga *et al.*, 2021; Zhao *et al.*, 2019). Los impactos entre fauna y aeronaves son un problema creciente para la industria de la aviación y representan una grave amenaza para la seguridad aérea (El-Sayed, 2019; Hasılıcı & Boğoçlu, 2020; Godínez, 2018; Metz *et al.*, 2020); a esto se le conoce como peligro aviario o, más recientemente, como peligro por fauna, y se define como la situación potencial de daño a las aeronaves por la presencia de fauna (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2020).

A partir de esto, surgen documentos que formulan los procedimientos, las funciones y las responsabilidades para tratar el problema, nombrados de distintas formas en cada país, pero denominado aquí como: Programa de Gestión del Peligro que Representa la Fauna Silvestre o Wildlife Hazard Management Plan (WHMP por sus siglas en inglés; ICAO, 2020). El WHMP es un programa que funciona en efecto como un plan de manejo de fauna, por cuanto interviene las poblaciones animales, los hábitats y los usuarios para satisfacer las necesidades humanas, de seguridad en este caso; pero no es una forma popular de manejo para el aumento o la estabilización de las poblaciones como la recuperación, la conservación o la preservación, etc., sino que es un plan de manejo de fauna de decremento poblacional, conocido también como de control, ya que se orienta a reducir las poblaciones animales que causan los problemas de seguridad hasta alcanzar estados operativos seguros, pero sin llegar a su exterminio, sino que simultáneamente permite la continuidad de las especies en cuestión (Ojasti y Dallmeier, 2000; Hernández-Silva *et al.*, 2018).

El WHMP es un programa subordinado del Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional (SGSO) del aeropuerto, conocido también como SMS (Safety Management System); y estos a su vez son operados por

un Sistema de Análisis del Riesgo (SAR), también conocido simplemente como “gestión de riesgos”, que consta de cuatro etapas principales ilustradas en la figura 1: identificación de peligros, evaluación del riesgo, manejo del riesgo y comunicación del riesgo (World Organization for Animal Health [OIE], 2019; Arthur, 2008). Esta reflexión intenta abordar la primera etapa del sistema de análisis del riesgo.

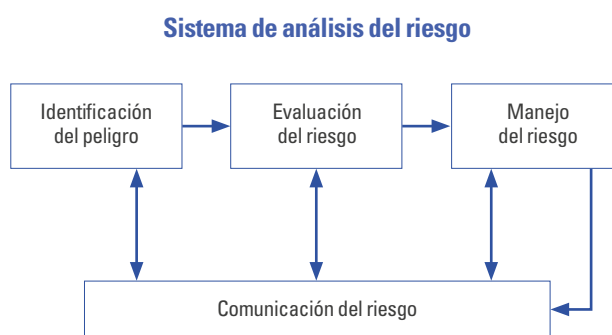


Figura 1. Etapas del sistema de análisis del riesgo

Nota. Las flechas unidireccionales indican el orden de las etapas y las flechas bidireccionales indican retroalimentación.

Fuente: OIE (2019).

En este punto del trabajo, es necesario precisar el significado de *peligro* y el de *riesgo* para prevenir que se usen indistintamente; entonces, entiéndase el peligro como la situación potencial de impacto que representa la fauna para las aeronaves, y el riesgo, como el producto entre la probabilidad de que ocurra un accidente y el daño causado a las aeronaves (DeVault *et al.*, 2018; ICAO, 2020).

Una de las justificaciones fundamentales de este trabajo se origina en el análisis de la estadística mundial de impactos con fauna, que revela patrones regulares. En este sentido, el 70 % de los incidentes entre aeronaves y fauna ocurre en el estrato vertical de 0 a 500 ft AGL (Dolbeer, 2011; Dolbeer *et al.*, 2021); esto se define como impactos dentro del aeropuerto. Consecuentemente, es allí donde los WHMP concentran sus esfuerzos y toman las principales medidas (Dolbeer, 2011); no obstante, este principio es cuestionable porque los impactos que ocurren fuera del aeropuerto (>500 ft AGL) son más graves y alcanzan hasta el 45 %

de todos los impactos con daño (Dolbeer, 2011; Dolbeer *et al.*, 2021); de hecho, el daño a las aeronaves es casi inevitable cuando se golpean aves en altitudes superiores a 500 ft AGL (DeVault *et al.*, 2016). Por lo tanto, una gestión completa del riesgo debe contemplar no solo el interior aeroportuario, sino también el contexto externo de forma rigurosa y permanente (Pfeiffer *et al.*, 2018; DeVault *et al.*, 2016).

Merece la pena señalar que esta distribución de los impactos con daño es un fenómeno que no obedece al buen desempeño del WHMP dentro del aeropuerto, sino que se explica naturalmente porque a medida que una aeronave se aleja verticalmente del aeropuerto, el aire se hace menos denso a su alrededor por la disminución en la presión atmosférica, esto ofrece menos resistencia al avance de la aeronave y causa un aumento en su velocidad real, lo cual se traduce en impactos con mayor energía cinética (Maragakis, 2009; Wang y Herricks, 2012).

Ahora bien, implementar el WHMP fuera del aeropuerto tiene sus propias dificultades, que serán planteadas aquí como limitaciones operativas y administrativas. Las primeras corresponden a la inoperancia de los mecanismos de control de fauna fuera del perímetro aeroportuario, debido a su acción restringida a bajas alturas y a las restricciones legales o sociales para su uso (DeVault *et al.*, 2016; Martin *et al.*, 2011); también, a los retos para identificar los hábitats atrayentes de fauna en un área aeroportuaria tan extensa, lo cual ya no es tan empírico como dentro del aeropuerto y se agudiza si este está rodeado por una compleja matriz urbana (Jeffery y Buschke, 2019). Por otro lado, el área de influencia aeroportuaria no está físicamente restringida, sino que actúa como un elemento más del paisaje, ya que funciona ecológica y geoespacialmente como un sistema abierto que realiza múltiples intercambios con el medioambiente exterior desde el cual se pueden originar las incursiones o sobrevuelos de las aves que podrían involucrarse en impactos (Martin *et al.*, 2011; Blackwell *et al.*, 2009), circunstancias que se escapan de la acción del WHMP.

Las limitaciones administrativas, por su parte, implican todo tipo de obstáculos legales, ambientales, sociales, financieros y logísticos para manejar las

poblaciones animales fuera del aeropuerto (Pfeiffer *et al.*, 2018); como el hecho de que las Autoridades de Aviación Civil (CAA, por su siglas en inglés) tienen una gobernabilidad limitada fuera de sus predios, lo que restringe sus acciones más allá del aeropuerto y obstaculiza el cumplimiento de las restricciones en el área de influencia aeroportuaria tanto para las CAA, como para las autoridades administrativas territoriales y ambientales (Martínez, 2019). A esto se suma que recomendaciones generalizadas como la zonificación del riesgo en patrones radiales o geométricos originados en el centro de la pista y la modificación de hábitats atrayentes en los conos de aproximación, aunque han demostrado gran utilidad para el progreso de la seguridad aérea, evidencian importantes oportunidades de mejora cuando resultan insuficientes porque no se ajustan al patrón del tráfico aéreo, la geografía o las particularidades ecológicas de la fauna de cada aeropuerto (Steele y Weston, 2021; Hu *et al.*, 2020; Martin *et al.*, 2011), y porque a menudo asumen la falsa premisa de que algunos usos del suelo son *per se* atractivos de aves, desconociendo que los usos del suelo no necesariamente son predictores de la tasa de impactos (Martin *et al.*, 2011; Pfeiffer *et al.*, 2020; Jeffery y Buschke, 2019). Esto finalmente puede resultar en prohibiciones poco realistas que no eliminan la incertidumbre de haber alcanzado los niveles aceptables de riesgo (Allan, 2000).

Estas limitaciones operativas y administrativas evidencian que no es factible manipular a las aves mientras vuelan libres y mucho menos convertir todas las áreas externas del aeropuerto en zonas libres de aves (utopía poco ortodoxa del control de fauna). Dicho en términos de la teoría de la conectividad funcional: no es posible intervenir los desplazamientos de la fauna entre los hábitats (enlaces), sino los propios hábitats (nodos; Martín-Vélez *et al.*, 2020). De tal manera, un control de fauna realizable y legítimo exige la existencia de un elemento espacial tangible para intervenir, es decir, los hábitats atrayentes de fauna, lo cual conduce a comprender que la estrategia más viable y efectiva, pero no la única, para el control de la fauna fuera del aeropuerto parece ser la modificación de hábitats, esto es: la disminución de la capacidad de carga

ambiental mediante la negación de recursos a la fauna (Sadava *et al.*, 2009), ya que esta constituye una de las tres columnas (poblaciones, hábitats, usuarios) para el éxito del manejo de fauna (Ojasti y Dallmeier, 2000).

En este mismo sentido, la problemática expuesta también revela la necesidad de desarrollar etapas claras que faciliten el SAR fuera de los límites aeroportuarios (Pfeiffer *et al.*, 2020), puntualmente el primer paso del SAR: la identificación del peligro, lo que en este artículo corresponde a definir la zona que se ha de evaluar y significa identificar correctamente los hábitats atrayentes de fauna. Desatender esta necesidad para pretender intervenir simultáneamente todos los potenciales hábitats atrayentes de fauna resulta ineficiente y puede, por el contrario, derivar en políticas de precaución (basada en sospechas) antes que de prevención (basada en información), inducir a evaluaciones informales y subjetivas del riesgo, y finalmente, desgastar el SAR y llevar todo el sector a la zaga de otras áreas de la seguridad aeroportuaria que cuentan con métodos más desarrollados (Allan, 2000).

Por otra parte, algunas de las metodologías formales más relevantes sobre el riesgo por fauna fuera del aeropuerto (Metz *et al.*, 2021a, 2021b; Shao *et al.*, 2020a, 2020b; Coccon *et al.*, 2015; Gerring *et al.*, 2016) no han definido objetivamente su unidad de estudio como elemento espacial de riesgo en función de las aves, es decir, los hábitats atrayentes de fauna, sino que lo han minimizado a conceptos ecogeográficos ajenos como cuadrículas de referencia, áreas geométricas, usos del suelo, coberturas vegetales o hábitats puntuales. Esto último, sumado a sus matemáticas, tecnologías y logísticas robustas, puede contribuir a que estas propuestas gocen de poca aceptación universal porque les confiere un carácter científico muy duro que hace que el proceso sea inevitablemente complicado y merme su practicidad para la implementación regular en los aeropuertos. En el extremo opuesto, se encuentra la propuesta de DiPilla (2021), que utiliza información más accesible como datos históricos de impactos y datos de ciencia ciudadana de eBird, pero tampoco define su unidad de estudio, lo que pudo favorecer a que sus datos no se correlacionaran y arrojaran resultados inconclusos.

Sin embargo, existen algunas definiciones suplementarias (contenidas en documentos generalistas) que serán presentadas aquí a modo de posiciones alternativas, como por ejemplo:

Wildlife attractants. Any human-made structure, land-use practice, or human-made or natural geographic feature that can attract or sustain hazardous wildlife within the landing or departure airspace or the airport's aircraft operations area. These attractants can include architectural features, landscaping, waste disposal sites, wastewater treatment facilities, agricultural or aquaculture activities, surface mining, or wetlands. (Federal Aviation Administration [FAA], 2020, p. A-3)

Focos de atracción de fauna silvestre. Cualquier estructura hecha por el hombre, práctica de uso del suelo o cualquier característica geográfica, ya sea natural o artificial, que pueda atraer o dar sustento a fauna silvestre que represente un riesgo para la aviación dentro de la zona aeronáutica, área de movimiento y plataforma. Estos atractivos pueden incluir determinadas condiciones arquitectónicas y de paisaje, sitios de depósito de desechos, plantas de tratamiento de aguas residuales, actividades agrícolas o acuícolas, minas o humedales. (Corpac S.A., 2008, p. 13)

Factores de atracción. Elementos que al proveer de recursos que cubren sus necesidades, atraen la presencia de fauna (basureros, áreas verdes, áreas de almacenaje, acuíferos). (Matamoros y Torres, 2014, p. 99)

Estas definiciones han sido herramientas útiles para el WHMP, pero todavía son muy intuitivas porque resultan de las nociones más populares y extendidas, lo cual deja varios asuntos a la libre interpretación, ya que no disocian adecuadamente las causas abióticas de los efectos bióticos. Es por ello que las causas atrayentes de fauna no se distinguen de la fauna como elemento primario del concepto, a tal punto que la fauna se presenta de forma contingente, es decir, presente real o potencialmente, lo cual otorga a estas definiciones una versatilidad incompatible con la objetividad deseada.

También, existen definiciones tácitas como, por ejemplo, la de Caro-Caro *et al.* (2014) que, pese a su sólida metodología geográfica, también refuerza implícitamente el concepto ubicuo e indiscriminado de hábitat potencial que termina declarando como atrayente de fauna prácticamente a toda el área de influencia.

Por lo tanto, el problema fundamental es la delimitación insuficiente del concepto de *hábitat atrayente de fauna*, lo cual conduce a un estado polisémico de ambigüedades y males semánticos que reducen el concepto a un nivel meramente implícito e intuitivo; y que, a pesar de ser un problema de percepción, no debe minimizarse ni desatenderse porque eso dificulta el desempeño del SAR y, en consecuencia, del WHMP y el SGO desde su génesis. Entonces, este problema se debe abordar contestando con precisión a la pregunta ¿qué es un hábitat atrayente de fauna fuera del aeropuerto? Por eso, el objetivo del presente artículo es formular una definición teórica del concepto de hábitat atrayente de fauna fuera del aeropuerto, que sea práctica, completa y la más exacta posible dentro de los límites impuestos por la naturaleza subjetiva de un artículo de reflexión.

Propuesta del concepto de sitio atractivo de avifauna

Procedimiento para construir el concepto

Para intentar alcanzar el objetivo planteado, este trabajo acude principalmente a una fuente confiable de información, esto es, la literatura científica y técnica del sector aeronáutico, la seguridad operacional, y la biología y ecología de las aves, mediante el uso del buscador especializado Google Scholar para elegir las publicaciones más relevantes o recientes de su campo; también, acude a la experiencia de campo adquirida por el autor como actor del peligro aviario en diferentes escenarios aeroportuarios de Colombia. Este contexto de saberes permite elaborar una interpretación personal de la noción de hábitat atrayente de fauna,

pero que no se desvaloriza por esta subjetividad, sino que admite que la reflexión implica el razonamiento y esto es necesariamente un fenómeno individual; por eso, la tesis propuesta resulta racional y legítima porque se encuentra respaldada por el acervo de conocimientos en los que apoya su argumentación (Centro de Escritura Javeriano, 2018; Coy, 2016).

El concepto de sitio atractivo de avifauna

Se propone el concepto denominado: sitio atractivo de avifauna (SAA), definido como *el lugar en el área de influencia aeroportuaria que presente, confirmada y regularmente, una bandada de al menos cincuenta aves voladoras y riesgosas.*

Ahora, para aclarar la terminología usada, se propone que los hábitats atrayentes de fauna sean concebidos en una escala general incluyente como *cualquier sitio real o potencialmente atractivo de fauna en el área de influencia aeroportuaria*, término equivalente a *sitio potencial*, que son usados indistintamente en el texto. En cambio, los SAA son presentados en una escala puntual excluyente como los hábitats atrayentes de fauna que cumplen con las ocho condiciones propuestas.

Argumentos del concepto

Esta definición contiene ocho argumentos que también son condicionales para que un lugar sea denominado SAA. Como nota aclaratoria, a partir de aquí siempre que se hable de las aves, se refiere a ellas en los términos que pertenecen a esta definición. Estos son los argumentos:

El lugar. Es cualquier espacio natural o artificial de dimensiones heterogéneas (debido a la diversidad de escenarios), pero limitado hasta donde se proyecte la presencia de las aves asociadas directa e inmediatamente a dicho lugar, lo cual equivale a las dimensiones suficientes para que un observador en un punto fijo alcance visualmente todo el lugar. Esto sugiere, por un lado, sectorizar o establecer límites razonables para las superficies muy grandes o visualmente obstructivas como ríos, lagos, bosques, playas, complejos urbanos, etc.; por otro lado, sugiere desconocer cualquier

límite físico, predial o administrativo para extenderse o restringirse independientemente de esos límites desconocidos para las aves.

Aquí no se recurre a la estandarización de las dimensiones como lo establece, por ejemplo, el concepto de densidad poblacional, que se define como el número de individuos por unidad de área (Smith y Smith, 2007), a fin de no añadir desafíos y restricciones adicionales o incurrir en los mismos artificios señalados antes en los conceptos alternativos, pese a que esto puede implicar dificultades para la comparación o extrapolación entre sitios.

El Área de Influencia Aeroportuaria. Es toda el área fuera del aeropuerto establecida como tal, que puede tener un límite bien sea de 8, 13, 20 o 25 km de radio desde el ARP (centro geográfico del aeródromo), o un arreglo simétrico más coherente con el contexto del aeropuerto (DeVault *et al.*, 2018; ICAO, 2020; Novoselova *et al.*, 2020; Shao *et al.*, 2020b). Incluso puede ser fuera de esta área si un estudio de fauna ofrece medios de convicción suficientes sobre un riesgo inminente, si la aplicación del principio de precaución es razonable o para ofrecer un margen de error por imprecisión en la estimación de distancias.

Entiéndase aquí el aeropuerto en su forma más amplia, como cualquier superficie de límites definidos dispuesta para la llegada y salida de aeronaves.

Presencia confirmada. Corresponde a la presencia real de las aves en el sitio, y de ningún modo a la presencia presunta o sospechada. Así, se privilegia la presencia efectiva de las aves sobre cualquier condición potencialmente atractiva hasta que cumpla con el requisito necesario de tener aves.

Este aspecto fundamental del concepto se inspira en la idea de *hábitat real* de Delfín-Alfonso *et al.* (2011) y en su reflexión de que el hábitat no se puede definir espacialmente en ausencia de un componente biótico.

Presencia regular. Corresponde a la presencia de las aves en al menos dos muestreos por periodo de evaluación, a fin de evitar sitios con presencia efímera de aves causada por la disponibilidad esporádica de recursos o por desplazamientos aleatorios (forrajeo errante, nomadismo, extravíos, etc.). Implica

necesariamente realizar dos o más muestreos por cada sitio y periodo de evaluación; eso puede ser un reto logístico adicional, pero garantiza el cumplimiento de esta condición e incluso facilita la información de frecuencia de uso para una eventual variable de evaluación del riesgo de los SAA.

Esta condición se basa parcialmente en la afirmación de Sowden *et al.* (2007), según la cual un sitio que es usado a diario por la fauna crea un riesgo mayor que uno que se usa con poca frecuencia.

Las aves voladoras. Esta condición no es obvia, sino que obedece al hecho de que las aves representan hasta el 96% de todos los impactos con fauna, pero fuera del aeropuerto su participación es virtualmente del 100%, puesto que los mamíferos voladores y la fauna terrestre (incluidas las aves no voladoras o de movilidad limitada) tienen una pobre o incluso nula participación en la estadística de impactos (Dolbeer *et al.*, 2021; Government of Canada, 2019; Australian Transport Safety Bureau [ATSB], 2019). Por eso, fuera del aeropuerto se debe considerar solo a las aves voladoras como elemento faunístico de riesgo y desestimar a la otra fauna.

Este supuesto será cierto solo si un adecuado perímetro físico y la exclusión del personal aeroportuario puede evitar el ingreso de la fauna terrestre en el aeropuerto.

Las aves riesgosas. Esta condición corresponde a las especies de aves cuyo riesgo especie-específico ha sido previamente evaluado en el aeropuerto; equivale a las especies que en algún momento han sido detectadas por los monitoreos intraaeroportuarios y, por consiguiente, excluye a las especies que no han sido evaluadas (observadas) antes en el aeropuerto, ya que por definición su riesgo es nulo, siendo esta la única excepción válida para la existencia del riesgo nulo o cero (Arthur, 2008).

Esta condición parte de la premisa de que la mayor parte de los impactos ocurre dentro del aeropuerto; por tanto, los sitios externos deben seleccionarse en función de las aves que son detectadas adentro. Por otra parte, aquí se incluyen todos los niveles de riesgo especie-específico y no solo, como es instintivo, a las especies de mayor riesgo, porque de esa

forma se sesgará la condición al ignorar el riesgo de impacto que también representan los demás gremios de riesgo (Fernández-Juricic *et al.*, 2018; Blackwell *et al.*, 2019).

La bandada. Entiéndase aquí una bandada como un grupo temporal o permanente formado por una o más especies que coexisten simultáneamente y que actúan de modo uniforme o disperso cuando realizan sus actividades colectivas (volar, alimentarse o perchar), y de ninguna manera como la acumulación de las abundancias absolutas dilatadas en el tiempo del muestreo o como la presencia simultánea de cincuenta o más individuos que no hacen parte del mismo grupo dinámico (bandada).

Esta condición obedece a que el comportamiento de bandada es uno de los factores más importantes para pronosticar el número de aves que pueden chocar; por ende, las bandadas pueden estar involucradas hasta en el 58 % de los impactos con aves (Maragakis, 2009; Civil Aviation Authority [CAA], 2002).

Cincuenta (50) individuos o más. Esto es la abundancia absoluta o la suma de las abundancias absolutas de las aves en la bandada (considerando que la abundancia es una propiedad inherente de las especies), es decir, cincuenta como número cardinal y no como unidad porcentual (abundancia relativa). Esta condición tan explícita se propone siguiendo algunos estudios que establecen a las bandadas de cincuenta o más individuos como las más peligrosas para las aeronaves (Marateo *et al.*, 2011; Hu *et al.*, 2020; Ning y Chen, 2014). Esta es la columna angular del concepto y es introducida para tener un referente condicional mínimo que permita filtrar objetivamente los sitios potenciales en función del número efectivo de individuos.

Esta condición favorece la implementación del concepto, debido a que las bandadas grandes (≥ 50 individuos) son más fáciles de detectar y rastrear para el observador de campo que los grupos más pequeños, las parejas o los individuos solitarios; además, desestima a los grupos pequeños (< 50 individuos) porque asume que, aunque estos puedan congregarse para formar bandadas grandes, eso es un supuesto menos realista que las bandadas grandes que han sido confirmadas por la evidencia observacional.

Consideraciones

Una reflexión es inherentemente propositiva, por eso el concepto de SAA no acude a las metodologías disponibles para la regulación de la subjetividad como, por ejemplo: una Matriz de Jerarquías Analíticas (AHP) o un método DELPHI, entre otras, por cuanto no son indispensables para reflexionar. Además, no se espera un aporte sustancial de estas debido a la falta de suficientes estados opcionales para la tesis que permitiera consultar a biólogos expertos en el control de fauna aeroportuario para ponderar sus juicios y mejorar la consistencia de esta propuesta.

La definición presentada de SAA deja constancia de que no es extensa sino más bien concreta, precisamente para evitar que palabras redundantes o innecesarias desvíen la atención de las ideas centrales del concepto; enseguida, cada una de esas ideas argumentativas se amplían para aportar mayor claridad. Además, se precisa que la definición de SAA no desea conciliar o arreglar los tres conceptos alternativos presentados anteriormente, ni es heredera de estos; por el contrario, aborda el asunto desde otros criterios operativos para delimitar mejor el concepto. También es de notar, dadas las diferencias conceptuales de riesgo y peligro, que la noción de SAA sugiere que esta es apenas peligrosa, en primera instancia, pues su nivel de riesgo todavía no ha sido evaluado.

La denominación de este concepto implica que los sitios son una amenaza por su relación con las aves y no por sí mismos, por eso separa a las aves, como elemento de riesgo, de los factores que las atraen, enfocándose en las primeras. Así, se evitan deducciones equivocadas que dispersen los esfuerzos en sitios irrelevantes para el riesgo, como aquellos que puedan presentar fuertes condiciones atractivas para la avifauna pero que no presenten aves (por ejemplo: sitios con olores ofensivos, con otro tipo de fauna, con acumulación de residuos no orgánicos, etc.), o sitios con condiciones atractivas efímeras y aleatorias (por ejemplo: animales muertos y sus restos, etapas fenológicas en la agricultura, placentas posparto del sector pecuario, mala disposición de residuos mixtos, etc.), o sitios con

especies de riesgo nulo (como aquellas que nunca se han registrado en el aeropuerto), o sitios con pocos individuos, entre otros.

Lo anterior implica que es intrascendente la naturaleza de los SAA o el uso que las aves puedan hacer de estos, de modo que no es muy importante si es un frigorífico, un basurero, un potrero, un edificio de apartamentos, etc., o si las aves usan el lugar para alimentarse, aparearse, perchar durante el día o pernoctar en la noche, etc.; todo aquello es irrelevante en la relación aves-aeronaves como los dos actores necesarios y suficientes para que ocurra un impacto, lo cual es perfectamente armónico con la definición de peligro aviario. Dicho de manera terminante: solo importan las aves.

Por otra parte, el objetivo de este concepto no es evaluar el riesgo de los SAA, ni mucho menos evaluar el riesgo de las aves; por eso, solo incluye el número mínimo de individuos en la bandada, por las razones expuestas, y no incluye más variables inherentes a las aves tales como masa, área superficial, historial de impacto, maniobrabilidad o susceptibilidad al hostigamiento, etc., para lo cual ya existen en la literatura muchos índices de riesgo especie-específicos. Así que, aunque aquellas son variables importantes que posteriormente pueden evolucionar del nivel de riesgo de las especies a una variable para evaluar el riesgo de los SAA, por lo pronto, tal como lo plantea la sexta condición, el riesgo especie-específico de las aves es un requisito previo para la definición de SAA, por consiguiente, esta se refiere a las aves riesgosas y no a las aves peligrosas.

Ahora, para iniciar el proceso de selección de los SAA, antes es indispensable acudir al conocimiento local del lugar y a la observación intuitiva de los sitios potenciales para obtener tanto un necesario punto de partida, como un panorama amplio del área de influencia, y luego someterlos a la definición excluyente que aquí se presenta. Así mismo, los SAA requieren actualización en cada periodo de evaluación para ajustarse a los cambios temporales que reflejan la realidad y evitar así su inutilidad.

Aquí, es preciso advertir que estas interpretaciones teóricas no pueden descartar *a priori* las regulaciones establecidas sobre el uso del suelo, dada su utilidad

normativa para la planificación a largo plazo; también, deben conservar el principio de precaución, según el cual cuando exista presunción razonable de un peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como pretexto para postergar la adopción de medidas que impidan o minimicen los daños (Arthur, 2008). De modo que, aunque algunos hábitats atractivos de fauna puedan ser irrelevantes para el riesgo teórico porque no se someten a esta definición, no necesariamente lo son para el riesgo real, debido a la variabilidad e imprevisibilidad de la fauna o cuando son interpretados desde otras escalas ecológicas o espaciotemporales; esto último también puede entenderse como el principio de incertidumbre de todo SAR. Por eso, es recomendable continuar con un seguimiento discreto de todos los sitios potenciales (Andersson *et al.*, 2017), pero los únicos a los que procederá la eventual evaluación del riesgo serán en efecto los verdaderos SAA.

Conclusiones

El desarrollo del concepto SAA ofrece una respuesta idónea a la pregunta central del artículo, en el que se plantea el concepto como una herramienta depuradora de los hábitats atractivos de fauna que permite identificar adecuadamente los SAA y preparar el camino para su posterior evaluación del riesgo, lo que facilitará el SAR, y por tanto el WHMP y el SGO, para finalmente contribuir con importantes mejoras en la seguridad aérea. No obstante, esta propuesta es refutable y no aspira a ser definitiva, solo pretende ofrecer una primera aproximación teórica debatible y útil para estimular nuevas propuestas que exploren otras alternativas metodológicas y perfeccionar el concepto, o al menos generar conciencia sobre esta necesidad no atendida.

Vale la pena indicar que este trabajo es solo un aporte puntual para la solución de una problemática más amplia de los procesos metodológicos del SAR. Por eso, el siguiente paso debería orientarse a la formulación de una metodología para la evaluación del riesgo de los SAA que sea clara y equilibrada entre la

objetividad científica y la practicidad técnico-administrativa para una implementación viable y regular en la mayoría de los aeropuertos, especialmente en los pequeños aeropuertos regionales de los países en vías de desarrollo. También, debería orientarse a la formulación de una metodología expresa para el monitoreo de las aves fuera del aeropuerto, dirigida a la estimación de la abundancia de las especies más constantes antes que a la detección de la mayor cantidad de especies, es decir, a la riqueza.

Por último, es oportuno señalar que la ausencia de análisis y discusión de resultados en este trabajo obedece a los términos propios del formato reflexivo, y a que este todavía es un planteamiento teórico que debe ser sometido a la práctica. En tal sentido, se subraya que no hubo oportunidad para el progreso de esta reflexión desde su formulación hasta la implementación y posterior evolución a un artículo de investigación, debido a obstáculos de diversa naturaleza. Desde ese punto de vista, este artículo puede considerarse el preludio de trabajos complementarios; por lo tanto, se recomienda que próximos trabajos den continuidad a estas ideas mediante su implementación en aeropuertos activos para evaluar el desempeño práctico del concepto; pero en efecto, para que estos sean integrales, sería más productivo hacerlos cuando se resuelvan las cuestiones pendientes sobre la metodología de monitoreo y la evaluación del riesgo. Queda claro que estos asuntos exceden los límites de esta reflexión, pero pueden discutirse ampliamente en el futuro.

Agradecimientos

A la matemática Viviana Márquez por su asesoría en las traducciones, y al biólogo Yeiner Molina por sus comentarios y sugerencias.

Referencias

- Allan, J. R. (2000). A protocol for bird strike risk assessment at airports. *International Bird Strike Proceedings*, 25(11), 29-46. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.199.3893&rep=rep1&type=pdf>
- Andersson, K., Davis, C. A., Blackwell, B. F. y Heinen, J. R. (2017). Wetland bird abundance and safety implications for military aircraft operations. *Wildlife Society Bulletin*, 41(3), 424-433. <https://doi.org/10.1002/wsb.804>
- Arthur, J. R. (2008). General principles of the risk analysis process and its application to aquaculture. En Food and Agriculture Organization (FAO), *Understanding and applying risk analysis in aquaculture* (pp. 20-25). FAO. https://www.researchgate.net/profile/Marnie-Campbell/publication/257307945_Introduced_marine_species_risk_assessment_-_aquaculture/links/00b7d524dfc3c13e18000000/Introduced-marine-species-risk-assessment-aquaculture.pdf#page=21
- Australian Transport Safety Bureau (ATSB). (2019). *Australian aviation wildlife strike statistics 2008-2017*. https://www.atsb.gov.au/publications/2018/ar-2018-035/#footnote_3
- Blackwell, B. F., Seamans, T. W., Fernández-Juricic, E., Devault, T. L. y Outward, R. J. (2019). Avian responses to aircraft in an airport environment. *The Journal of Wildlife Management*, 83(4), 893-901. <https://doi.org/10.1002/jwmg.21650>
- Blackwell, B. F., DeVault, T. L., Fernández-Juricic, E. y Dolbeer, R. A. (2009). Wildlife collisions with aircraft: A missing component of land-use planning for airports. *Landscape and Urban Planning*, 93(1), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.07.005>
- Civil Aviation Authority (CAA). (2002). *Aerodrome bird control. Report prepared by the Safety Regulation Group*. Civil Aviation Authority.
- Caro-Caro, C. I., Torres-Mora, M. A. y Barajas-Barbosa, M. P. (2014). Ecosistemas estratégicos y disponibilidad de hábitat de la avifauna del piedemonte llanero (Colombia), como posible peligro aviar. *Revista Luna Azul*, (39), 25-39. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/lunazul/article/view/1758>
- Centro de Escritura Javeriano. (2018). *Artículo de reflexión*. <https://www.javerianacali.edu.co/centro-escritura/recursos/articulo-de-reflexion>
- Coccon, F., Zucchetta, M., Bossi, G., Borrotti, M., Torricelli, P. y Franzoi, P. (2015). A land-use perspective for birdstrike risk assessment: The attraction risk index. *PLoS One*, 10(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128363>
- Corpac s.A. (2008). *Programa para el control de la fauna silvestre aeropuerto Padre Aldamiz de Puerto Maldonado, Perú*. http://www.corpac.gob.pe/Docs/gestion_ambiental/programa_control_fauna

- Coy, H. (2016). *Instructivo para la elaboración de artículos de reflexión para publicación en revistas de investigación*. Corporación Unificada Nacional de Educación Superior. <https://es.slideshare.net/hectorcoy/el-articulo-de-reflexin-65837295>
- Delfín-Alfonso, C. A., Gallina-Tessaro, S. A., y López-González, C. A. (2011). El hábitat: definición, dimensiones y escalas de evaluación para la fauna silvestre. En Gallina Tessaro, S. A., & López-González, C. A. (Eds). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Vol. 1 (pp. 351-377). Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología.
- DeVault, T. L., Blackwell, B. F., Seamans, T. W., Begier, M. J., Kougher, J. D., Washburn, J. E., Miller, P. R. y Dolbeer, R. A. (2018). Estimating interspecific economic risk of bird strikes with aircraft. *Wildlife Society Bulletin*, 42(1), 94-101. <https://doi.org/10.1002/wsb.859>
- DeVault, T. L., Blackwell, B. F., Seamans, T. W. y Belant, J. (2016). Identification of off-airport interspecific avian hazards to aircraft. *The Journal of Wildlife Management*, 80(4), 746-752. <https://doi.org/10.1002/jwmg.1041>
- Dipilla, A. (2021). *An aeroecological assessment of aircraft bird strike predictability using weather radar and citizen science* [tesis de maestría, University of Science and Arts of Oklahoma]. Repositorio institucional USAO. <https://hdl.handle.net/11244/329549>
- Dolbeer, R. A. (2011). Increasing trend of damaging bird strikes with aircraft outside the airport boundary: Implications for mitigation measures. *Human-Wildlife Interactions*, 5(2), 235-248. <https://doi.org/10.26077/dnvn-x958>
- Dolbeer, R. A., Begier, M. J., Miller, P. R., Weller, J. R. y Anderson, A. L. (2021). *Wildlife strikes to civil aircraft in the United States, 1990-2019 (No. DOT/FAA/TC-21/11)*. USDA.
- El-Sayed, A. (2019). *Bird strike in aviation: Statistics, analysis and management*. John Wiley & Sons.
- Federal Aviation Administration (FAA). (2020). *Advisory Circular (AC) 150/5200-33C. Hazardous Wildlife Attractants on or Near Airports*. https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150-5200-33C.pdf
- Fernández-Juricic, E., Brand, J., Blackwell, B. F., Seamans, T. W. y DeVault, T. L. (2018). Species with greater aerial maneuverability have higher frequency of collisions with aircraft: A comparative study. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6(17). <https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00017>
- Gerringer, M., Lima, S. y DeVault, T. (2016). Evaluation of an avian radar system in a midwestern landscape. *Wildlife Society Bulletin*, 40(1), 150-159. <https://doi.org/10.1002/wsb.614>
- Godínez, E. (2018). *Aves y aeronaves: riesgos y peligros*. Kindle, Amazon.
- Government of Canada. (2019). Canada Bird Strike Information System (CBSIS). <https://www.wapps.tc.gc.ca/Saf-Sec-Sur/2/bsis/>
- Hasılıcı, Z. y Boğoçlu, M. (2020). Determining the effect of bird parameters on bird strikes to commercial passenger aircraft using the central composite design method. *International Journal of Aeronautics and Astronautics*, 2(1), 1-8. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa/issue/62592/945053>
- Hernández-Silva, D., Pulido, M., Zuria, I., Gallina, S. y Sánchez-Rojas, G. (2018). El manejo como herramienta para la conservación y aprovechamiento de la fauna silvestre: Acceso a la sustentabilidad en México. *Acta Universitaria*, 28(4), 31-41. <https://doi.org/10.15174/au.2018.2171>
- Hu, Y., Xing, P., Yang, F., Feng, G., Yang, G. y Zhang, Z. (2020). A birdstrike risk assessment model and its application at Ordos Airport, China. *Scientific Reports*, 10(1), 1-7. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76275-z>
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2020). *Doc. 9137. Airport Services Manual. Part 3. Wildlife Control Hazard Management*. ICAO.
- Jeffery, R. y Buschke, F. (2019). Urbanization around an airfield alters bird community composition, but not the hazard of bird-aircraft collision. *Environmental Conservation*, 46(2), 124-131. [10.1017/S0376892918000231](https://doi.org/10.1017/S0376892918000231)
- Maragakis, I. (2009). *Bird population trends and their impact on aviation safety 1999-2008*. European Aviation Safety Agency. <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/615.pdf>
- Marateo, G., Grilli, P., Ferretti, V. y Bouzas, N. (2011). Diagnóstico de riesgo aviario en un aeródromo de un aérea megadiversa del Perú. *Revista CONEXAO SIPAER*, 3(2), 203-227.
- Martin, J. A., Belant, J. L., DeVault, T. L., Blackwell, B. F., Burger Jr., L. W., Riffell, S. K. y Wang, G. (2011). Wildlife risk to aviation: A multi-scale issue requires a multi-scale solution. *Human-Wildlife Interactions*, 5(2), 198-203. <https://www.jstor.org/stable/24868880>
- Martín-Vélez, V., Mohring, B., Van Leeuwen, C. H. A., Shamoun-Baranes, J., Thaxter, C. B., Baert, J. M., Camphuysen, C. J. y Green, A. J. (2020). Functional connectivity network between terrestrial and aquatic habitats by a generalist waterbird, and implications for biovectoring. *Science of the Total Environment*, 705, 135886. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135886>

- Martínez Moreno, L. K. (2019). *Planeación del suelo en torno al aeropuerto: consideraciones para un ordenamiento territorial compatible* [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional Unal. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69867>
- Matamoros, A. G. y Torres, C. A. (2014). Identificación de los factores de atracción de fauna en las proximidades del Aeropuerto Toncontín. *Ciencias Espaciales*, 7(2), 96-108. <https://doi.org/10.5377/ce.v7i2.2522>
- Metz, I. C., Ellerbroek, J., Mühlhausen, T., Kügler, D. y Hoekstra, J. M. (2020). The Bird Strike Challenge. *Aerospace*, 7(3), 26. <https://doi.org/10.3390/aerospace7030026>
- Metz, I. C., Ellerbroek, J., Mühlhausen, T., Kügler, D., Kern, S. y Hoekstra, J. M. (2021a). The Efficacy of Operational Bird Strike Prevention. *Aerospace*, 8(1), 17. <https://doi.org/10.3390/aerospace8010017>
- Metz, I. C., Ellerbroek, J., Mühlhausen, T., Kügler, D. y Hoekstra, J. M. (2021b). Analysis of Risk-Based Operational Bird Strike Prevention. *Aerospace*, 8(2), 32. <https://doi.org/10.3390/aerospace8020032>
- Ning, H. y Chen, W. (2014). Bird strike risk evaluation at airports. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 86(2), 129-137. <https://doi.org/10.1108/AEAT-07-2012-0111>
- Novoselova, N. S., Novoselov, A. A., Macarrão, A., Gallo-Ortiz, G. y Silva, W. R. (2020). Remote sensing applications for abating aircraft-bird strike risks in Southeast Brazil. *Human-Wildlife Interactions*, 14(1), 8. <https://doi.org/10.26077/3z5d-eb31>
- Ojasti, J. y Dallmeier, F. (2000). Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. *SI/MAB Series #5*. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program.
- Pfeiffer, M. B., Blackwell, B. F. y DeVault, T. L. (2020). Collective effect of landfills and landscape composition on bird-aircraft collisions. *Human-Wildlife Interactions*, 14(1), 9. <https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1579&context=hwi>
- Pfeiffer, M. B., Kougher, J. y DeVault, T. L. (2018). Civil airports from a landscape perspective: A multi-scale approach with implications for reducing bird strikes. *Landscape and Urban Planning*, 4(9), 38-45. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.07.004>
- Sadava, D., Heller, H., Orians, G., Purves, W. y Hillis, D. (2009). *Vida. La ciencia de la biología*. Editorial Médica Panamericana.
- Shao, Q., Zhou, Y., Zhu, P., Ma, Y. y Shao, M. (2020a). Key factors assessment on bird strike density distribution in airport habitats: Spatial heterogeneity and geographically weighted regression model. *Sustainability*, 12(18), 7235. <https://doi.org/10.3390/su12187235>
- Shao, Q., Zhou, Y. y Zhu, P. (2020b). Spatiotemporal analysis of environmental factors on the birdstrike risk in high plateau airport with multi-scale research. *Sustainability*, 12(22), 9357. <https://doi.org/10.3390/su12229357>
- Smith, T. M. y Smith, R. L. (2007). *Ecología. Propiedades de las poblaciones*. Pearson Educación.
- Sowden, R., Kelly, T. y Dudley, S. (2007). *Airport bird hazard risk assessment process*. 2007 Bird Strike Committee USA/Canada, 9th Annual Meeting, Kingston, Ontario. <https://digitalcommons.unl.edu/birdstrike2007/8>
- Steele, W. K. y Weston, M. A. (2021). The assemblage of birds struck by aircraft differs among nearby airports in the same bioregion. *Wildlife Research*, 48(5), 422-455. <https://doi.org/10.1071/WR20127>
- Van Gasteren, H., Krijgsveld, K. L., Klauke, N., Leshem, Y., Metz, I. C., Skakuj, M., Sorbi, S., Schekler, I. y Shamoun-Baranes, J. (2018). Aeroecology meets aviation safety: early warning systems in Europe and the Middle East prevent collisions between birds and aircraft. *A Journal of Space and Time in Ecology*, 42(5), 899-911. <https://doi.org/10.1111/ecog.04125>
- Wang, J. y Herricks, E. E. (2012). Risk assessment of bird-aircraft strikes at commercial airports: Submodel development. *Transportation Research Record*, 2266(1), 78-84. <https://doi.org/10.3141/2266-09>
- World Organization for Animal Health (OIE). (2019). *Análisis del riesgo asociado a las importaciones*. https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/chapitre_import_risk_analysis.pdf
- Zhao, B., Wang, N., Fu, Q., Yan, H. y Wu, N. (2019). Searching a site for a civil airport based on bird ecological conservation: An expert-based selection (Dalian, China). *Global Ecology and Conservation*, 20, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00729>
- Zuluaga, S., Speziale, K. y Lambertucci, S. A. (2021). Global aerial habitat conservation post-COVID-19 anthropause. *Trends in Ecology & Evolution*, 36(4), 273-277. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.01.009>