

## TRADUCCIÓN AL ESPAÑOL DEL ARTÍCULO TITULADO:

### “POTENTIAL EFFECTS OF ARTIFICIAL FEEDERS ON HUMMINGBIRDS-PLANT INTERACTIONS: ARE GENERALIZATIONS YET POSSIBLE?”

Publicado en: [REVISTA ORNITOLOGÍA COLOMBIANA](#)  
[DOI: 10.59517/oc.e576](#)

**Autor de la traducción: MARÍA ANGELA ECHEVERRY-GALVIS\***

### **Efectos potenciales de los bebederos artificiales en la interacción colibrí-planta: ¿es posible hacer generalizaciones?**

María Angela Echeverry-Galvis, Nicolás Téllez-Colmenares, Laura Ramírez-Uribe, Juan Sebastián Cortes-Cano, Felipe A. Estela & Alejandro Rico-Guevara

#### **Resumen**

La influencia humana en los ecosistemas y las interacciones entre especies han sido observadas en variados estudios ornitológicos. Este fenómeno es evidente en áreas donde se proveen alimentos a diferentes comunidades de fauna, como en los bebederos de colibríes. Esta suplementación artificial de recursos plantea preguntas sobre su impacto en aspectos como la polinización, visitas florales y movilidad de los colibríes. A partir de una revisión sistemática de literatura se realizó la identificación de los posibles cambios y/o efectos que la presencia de bebederos artificiales podría tener sobre la relación polinizador-planta. Se identificaron 26 artículos que mencionan temas sobre bebederos y su rol en la interacción planta-animal, catalogando los posibles impactos como positivos, negativos o neutros (sin impacto). Se encontró una baja producción científica sobre el tema, donde no fue posible determinar si hay un impacto claro a causa de los bebederos. Adicionalmente, varios investigadores afirman que algunos de los efectos e interacciones de los bebederos en la relación planta-animal podrían estar asociados a un efecto especie-específico, por lo que las generalizaciones son inadecuadas. La literatura de soporte es insuficiente y no concluyente, resaltando la necesidad de estudios rigurosos para evaluar cómo los bebederos pueden afectar la biología reproductiva, la distribución espacial y los procesos ecosistémicos de los colibríes a diferentes escalas y aspectos como la biología reproductiva, la distribución espacial de los colibríes y sobre la modificación de procesos ecosistémicos. Complementariamente, se hizo una búsqueda por Google® para identificar páginas de difusión masiva que den información al público en general; de los resultados se tomaron las 40 primeras páginas y sobre ellas se indagó con relación a las fuentes que sustentaban la información planteada, encontrando un vacío de fuentes verificables, como artículos científicos. Consideramos fundamental impulsar la idea de que la divulgación de información de dominio público debe de ser en mayor medida sustentada por datos y estudios ornitológicos concretos.

#### **Palabras claves**

Relación planta-animal, polinización, suplementación de alimento, mutualismo, bebederos.

#### **Abstract**

Human influence on ecosystems and species interactions has frequently been observed by ornithologists. This is most evident where food is provided to wildlife, such as around hummingbird feeders. This artificial contribution of resources raises questions about its impact on aspects like pollination, floral visits, and movement within and among landscapes. Through a systematic literature review, we compiled hypothetical changes and effects that the presence of artificial feeders could have on pollinator-plant relationships. We found 26 articles discussing the role of feeders in plant-animal interaction dynamics,

categorizing potential impacts as positive, negative, or neutral (no impact). We found that scientific output on this topic is limited, and that determining clear impacts of feeders was challenging. Several researchers also note that feeder effects and interactions in plant-pollinator relationships could be species-specific, rendering generalizations inappropriate. We conclude that the supporting literature is insufficient and inconclusive, underscoring the need for rigorous studies to assess how feeders might influence reproductive biology, hummingbird spatial distribution, and ecosystem processes modification. Additionally, we performed a systematic Google® search to identify widely disseminated pages that provide the information that ultimately reaches the general public and thus becomes the accepted common knowledge. From the first 40 pages on this topic, we examined the sources used to support the information, revealing a dearth of verifiable sources such as scientific papers. We deem it essential to advocate that the dissemination of public domain information regarding the use of feeders should be substantiated by concrete ornithological studies.

## **Keywords**

Food supplementation, hummingbird feeders, mutualisms, plant-animal relation, pollination

## **Introducción**

Las relaciones mutualistas entre los colibríes y las flores son fundamentales tanto para su éxito reproductivo como para su supervivencia, al tiempo que ofrecen servicios ecosistémicos como la polinización de cultivos (Bascombe 2009, Losapio *et al.* 2021). Las modificaciones antropogénicas de los ecosistemas son un factor principal de afectación de la biodiversidad y las interacciones entre especies, como las interacciones mutualistas. Los continuos procesos de urbanización, deforestación y expansión agrícola han sido particularmente significativos en el cambio de las comunidades naturales, tanto en su composición como en su distribución (Loreau *et al.* 2022), efectos que se verán exacerbados por el cambio climático (Velásquez *et al.* 2013). Sin embargo, en las últimas décadas se ha producido un aumento de las actitudes positivas hacia la naturaleza dentro de las sociedades humanas. Por ejemplo, más personas se han trasladado a las zonas rurales, y las actividades al aire libre como el turismo basado en la naturaleza y en la observación de aves (Kellert 1985, Horn & Johansen 2013, Jaung & Carrasco 2022, Vimal 2022) se destacan cada vez más por su impacto positivo en la salud y el bienestar humano (Kim *et al.* 1997, White *et al.* 2019). En consecuencia, se ha incrementado la popularidad de la observación y la fotografía de aves, cuyo éxito depende en gran medida de la atracción y la interacción con la fauna silvestre (por ejemplo, Kellert 1985, Sekercioglu 2002, Glowinski 2008, Jones 2011), a menudo utilizando alimentación suplementaria (Goddard *et al.* 2013, Baicichi *et al.* 2015). Los comederos permiten observar más de cerca especies que de otro modo serían difíciles de encontrar o fotografiar, como los colibríes, facilitando el turismo de naturaleza (Keniger *et al.* 2013). Sin embargo, hasta la fecha existe un gran debate sobre cuál es el rol ecológico de este suministro suplementario de alimento.

Para cebar a la fauna silvestre se utilizan diversos tipos de atrayentes, como semillas, frutos y néctar artificial (Prescott *et al.* 2000, Sonne *et al.* 2016). Los comederos podrían mitigar la mortalidad causada por la escasez temporal de recursos, y su presencia podría mejorar también el éxito reproductivo (Robb *et al.* 2008), así como alterar los patrones temporales reproductivos mediante la ampliación de las temporadas de cría debido a la mayor disponibilidad de fuentes de alimento (Schoech & Hahn 2007). Dado el declive de las poblaciones de varias especies de aves en todo el mundo, se ha considerado que los comederos pueden aumentar el número de individuos, siempre que la alta disponibilidad de alimento suplementario se mantenga constante (Sherman 1913, Wilson 2001, Wethington & Russell 2003).

Considerando estos avances, además de los resultados investigativos, se estima que un tercio de los hogares en Europa, y una quinta parte en América del Norte y Australia, tienen comederos de semillas

para aves (Fuller *et al.* 2008). La inversión económica en comederos y comida para aves silvestres es considerable, solo en Estados Unidos se gastaron más de cinco mil millones de dólares en comida para aves en 2011 (U.S. Fish and Wildlife Service, & U.S. Census Bureau 2018). Determinar la conexión precisa entre el coste y la cantidad de alimento suplementado es difícil, sin embargo, Glue (2003) sugiere que, a partir de 2003, los hogares en el Reino Unido proporcionaron más de 60.000 toneladas de semillas en comederos anualmente (Glue 2003), sin estimación específica respecto al uso de azúcar para comederos de néctar.

Un tipo de comedero comúnmente utilizado proporciona néctar artificial a las aves, los bebederos; estos vienen en una variedad de formas y arreglos, ofreciendo alimento para diversas aves como tangaras, ictéridos y otros pájaros carpinteros de Norte América (por ejemplo, Teixeira *et al.* 2012) y para colibríes y otros nectarívoros (Hewes *et al.* 2022, Rico-Guevara obs. pers.). Además, se han observado insectos, principalmente abejas y murciélagos (Chiroptera) visitando bebederos artificiales de néctar (Rico-Guevara obs. pers., Maguiña & Muchhala 2017). Aunque los bebederos para colibríes han ganado popularidad (Sonne *et al.* 2016), la investigación sobre sus posibles efectos a largo plazo en la ecología de las aves a diferentes escalas, desde individuos hasta poblaciones y comunidades, sigue siendo limitada (Jones 2011). Hasta la fecha, los efectos de la suplementación alimentaria siguen sin estudiarse a suficiencia a nivel mundial, y la investigación experimental sobre especies tropicales es limitada (Scheuerlein & Gwinner 2002, Class & Moore 2013). Los bebederos se han utilizado ampliamente como herramientas de investigación en diversas disciplinas, desde el comportamiento y la ecología (Brodin & Clark 2008, Robb *et al.* 2008, Jones 2011), hasta la biomecánica y la dinámica de fluidos (por ejemplo, Stromberg & Johnsen 1990, Ballantyne *et al.* 2011, Rico-Guevara *et al.* 2019).

Los bebederos para colibríes han suscitado preocupación por la salud y la salubridad debido a que varios individuos visitan el mismo punto de alimentación, lo que podría aumentar las tasas de infección por hongos y bacterias (Galbraith *et al.* 2017). Un mito persistente es que los bebederos podrían promover la diabetes en las aves, aspecto que ya ha sido falseado (Chen & Welch 2014). A pesar de estas preocupaciones, el aspecto que atrae la mayor atención es el impacto potencial de los bebederos en las relaciones mutualistas planta-animal entre los nectarívoros y las plantas que visitan, donde las aves obtienen néctar, un recurso energéticamente rico, previsible y constante, mientras que las plantas adyacentes podrían tener servicios de polinización mejorados o reducidos (Stiles 1978, Stiles 1981, Rico-Guevara *et al.* 2021). Por otro lado, los bebederos pueden ofrecer ventajas energéticas, ya que los colibríes pueden evitar el costoso vuelo estacionario, pueden tener acceso a más néctar del que pueden beber en una comida y extraer el líquido más rápidamente, lo que conduce a tasas de libado más rápidas (Ewald & Williams 1982, Rico-Guevara *et al.* 2015), disminuyendo así, el tiempo de manipulación para obtener una cantidad dada de recompensa energética (Gass & Roberts 1992). True (1995) estimó que una ingesta diaria de néctar en el norte de Estados Unidos es equivalente a realizar entre 2000 y 5000 visitas florales, cuando los colibríes visitan un único bebedero. Sin embargo, esta afirmación carece de otras variables e información ecológica y biológica, como el número de visitas por individuo, la tasa de ingesta por visita, la correspondencia o acople flor-pico, las interacciones específicas de cada especie, la concentración de azúcar, el volumen de las recompensas florales, la estrategia de forrajeo, entre otras. A diferencia de los bebederos, el ajuste pico-corola en las flores determina la distancia punta del pico-superficie del néctar, que puede aumentar a medida que se agota la cámara de néctar en el interior de la corola (Rico-Guevara *et al.* 2021). Además, visitar diversos recursos florales dispersos en el paisaje exige tiempo y energía en búsqueda y desplazamiento (Tello-Ramos *et al.* 2019, Sargent *et al.* 2021). Por el contrario, los bebederos son recursos fijos, normalmente fiables, que suelen estar agrupados (McCaffrey & Wethington 2008). El ahorro de tiempo y energía asociado a los bebederos podría permitir una mayor inversión en actividades de reproducción, por ejemplo, el cortejo; donde se ha documentado que algunos colibríes realizan exhibiciones en proximidad a bebederos artificiales (Rico-Guevara *et al.* 2022).

Varios aspectos importantes de los efectos de la alimentación suplementaria permanecen poco explorados: (1) si se trata de un recurso de bajo coste, podría dotar a los colibríes de más energía para la reproducción y el reclutamiento de nuevos individuos a la población local -un efecto intergeneracional-, (2) si la abundancia local de colibríes aumenta debido a los bebederos, los individuos que no pueden alimentarse activamente de ellos, buscarían recursos cercanos a las flores silvestres y mejorarían así las tasas de polinización de las plantas cercanas -un efecto indirecto-, (3) si los colibríes visitan los bebederos mucho más que las plantas de los alrededores, la polinización disminuirá -un efecto de corta distancia-, y (4) la posibilidad de distorsionar los patrones de migración (latitudinal, altitudinal, entre montañas, islas, etc.), donde los colibríes que de otro modo migrarían, deciden quedarse en un lugar con bebederos, rompiendo el vínculo temporal con otras posibles plantas polinizadas en otras partes de sus áreas de distribución geográfica -efecto de larga distancia-.

La introducción de bebederos artificiales plantea importantes interrogantes sobre la posible interferencia con los procesos ecológicos y evolutivos, en particular las visitas a las flores y la polinización. Sin ignorar otras preguntas sin respuesta sobre el tipo de impactos que podrían tener los bebederos, esta revisión bibliográfica se centró en los estudios que evalúan el segundo efecto esbozado en el párrafo anterior, sobre los posibles efectos de los bebederos en las relaciones planta-polinizador a nivel de comunidad para plantas y colibríes. Nuestro objetivo era evaluar si dada la información científica disponible a la fecha, era posible realizar una generalización sobre el impacto negativo o positivo de los bebederos para colibríes en su rol ecológico de la polinización en los ecosistemas, basándonos en un estudio bibliográfico. A la vez que contrastamos la información de base científica con la divulgación pública proveniente de recursos de Internet de acceso abierto.

## **Métodos**

Se realizaron búsquedas estructuradas en cinco motores de búsqueda (Scopus, Web of Science, Scielo, Redalyc y GoogleScholar) cubriendo la literatura disponible en inglés, español y portugués. Se utilizaron las bases de datos completas de cada motor de búsqueda sin limitación de tiempo, empleando ecuaciones de búsqueda en tres idiomas (Tabla 1). Para acceder a las tablas y figuras del artículo, remítase a la versión original en <https://doi.org/10.59517/oc.e574>. Se recuperaron un total de 973 publicaciones, abarcando el uso de bebederos de colibríes en diversas áreas del conocimiento, como ingeniería (mimética, aerodinámica, aviación), neurobiología (experimentos de asociación), cognición (procesamiento matemático en animales) y robótica (movimiento). Se excluyeron los trabajos no relacionados con la interacción planta-polinizador, así como los estudios taxonómicos dentro de las ciencias naturales (por ejemplo, captura de colibríes en bebederos para estudios de sistemática).

Tras ese primer filtro, quedaron 209 referencias. Un segundo filtro buscó información específica en el resumen sobre las relaciones colibrí-planta, polinización, bebederos para colibríes e información metabólica relativa a las interacciones entre colibríes y plantas, tras lo cual se eliminaron otras referencias adicionales. Cuatro investigadores determinaron, de forma independiente, si el manuscrito contenía información sobre bebederos de colibríes relativa a las interacciones planta-animal, definiéndolas como relevantes o no para el ámbito de la revisión. En los casos en que sólo uno de los evaluadores se opuso a los otros tres, se tomó una decisión por mayoría (no hubo ningún caso en que dos investigadores estuvieran a favor y dos en contra de incluir un determinado artículo).

De este último filtro, se eligieron 60 referencias para una revisión completa. De ellas, 29 tenían información genérica sobre la suplementación alimenticia para aves (incluyendo el uso de bebederos en otras especies que se alimentan de néctar en lugares como Australia), y otras eran trabajos de grado que se eliminaron del conjunto de datos. Esto condujo a un grupo final de 26 referencias (Fig.1) (Tabla

suplementaria 1). Se determinaron los datos bibliométricos de cada estudio (año, autores, revista, entre otros), país de investigación, ecosistema o hábitat (si no se encontró en el manuscrito, se asignó en base a imágenes temporales de Google Earth) y la pregunta central u objetivo del trabajo, junto con la duración y métodos utilizados. Por último, se identificaron y tabularon los principales resultados, conclusiones y recomendaciones.

Debido al limitado tamaño de la muestra en el estudio bibliográfico, agrupamos los trabajos de investigación en seis temas principales en función de sus objetivos primordiales: 1) descripción de historia natural, 2) relaciones con el paisaje, 3) interacciones bióticas, 4) enfermedades, 5) preferencias en la dieta (incluyendo trabajos en los que se evalúa la presencia o ausencia de bebederos sobre las cargas de polen en colibríes), así como investigaciones en las que se consideran los registros de visitas a flores en la vecindad de los bebederos, y 6) comportamiento. Tras la clasificación, registramos si se referían a los efectos de los bebederos como positivos, negativos o neutros.

**Información pública en internet.** Además de la búsqueda bibliográfica, se realizó una búsqueda abierta en Google®, utilizando combinaciones de cuatro palabras utilizadas en los buscadores bibliográficos, con dos combinaciones específicamente centradas en la relación planta-animal ("hummingbird feeder effects", "Efectos bebederos colibríes", "Hummingbird feeders & plants" y "Comederos de colibríes y plantas"). Se seleccionaron los diez primeros resultados de cada combinación, solo aquellas que abarcaban páginas oficiales e institucionales, empresas de turismo ornitológico, universidades, autoridades regionales, blogs especializados en avifauna o empresas de objetos relacionados con los comederos para aves. De las 40 páginas web identificadas (Tabla Suplementaria 2), sólo doce proporcionaban información relevante sobre la influencia de los bebederos para colibríes en las interacciones entre plantas y polinizadores. Para estas páginas web, evaluamos si identificaban los bebederos con un impacto neutro, positivo o negativo en la relación planta-animal. Los resultados de esta búsqueda en Internet se mantuvieron separados de los obtenidos en bases de datos científicas, pero se clasificaron en las mismas categorías generales de la literatura científica.

## **Resultados y discusión**

Se identificó un pequeño número de estudios que evaluaban las relaciones planta-animal alrededor de bebederos (Tabla 1, Tabla Suplementaria 1). Es preocupante el escaso número de estudios en todo el mundo. Basándonos en las ecuaciones de búsqueda propuestas, sólo se identificaron 26 manuscritos relativos al uso de bebederos para colibríes y sus repercusiones en esta relación mutualista planta-animal, lo cual resulta sorprendente, ya que los bebederos existen desde hace más de un siglo (Sherman 1913). Además, parece haber un desconocimiento general de esta literatura en las fuentes de información disponibles para el público en general; entre las primeras 40 páginas web que proporcionan información sobre las interacciones colibrí-planta y los bebederos, sólo nueve de ellas hacen referencia a literatura científica (Tabla Suplementaria 2).

Los resultados revelaron que México y Estados Unidos tienen seis artículos de investigación cada uno. Brasil les siguió de cerca con cuatro referencias, todas publicadas después de 2012, explorando aspectos más allá de las interacciones entre animales y plantas, incluyendo cambios de comportamiento asociados con los bebederos, desplazamiento de conespecíficos y preferencias de néctar (Fig. 2). Las preguntas relacionadas con el uso de bebederos y sus implicaciones en las interacciones ecológicas son relativamente recientes, el estudio más antiguo data de 1981, con incrementos anuales en los últimos 20 años, sin superar los cuatro estudios publicados en 2008. En Colombia, los estudios se realizaron principalmente alrededor de Cundinamarca y Valle del Cauca, donde el uso de bebederos parece estar más extendido y popular para atraer colibríes, ya sea con fines estéticos o como sitios para observadores de aves. Encontramos un artículo que abarcaba toda América y que investigaba las percepciones de la

gente sobre la relación entre los bebederos y los colibríes y su posible impacto en la polinización (Dunn & Tessaglia 1994).

De los 26 manuscritos revisados, el 11% representan publicaciones accesibles en idiomas distintos del inglés. Entre estos estudios, el 36% se centran en interacciones observadas en bosques tropicales de montaña, desde bosques montanos húmedos hasta zonas adyacentes al páramo, con ejemplos en vegetación de pinos (México) o encenillos (bosques nubosos). La siguiente categoría comprende el 24% de los estudios realizados en bosques templados, tanto en las regiones septentrionales como meridionales, mientras que el resto de las investigaciones se desarrollaron en hábitats diversos, como bosques secos, la Mata Atlántica, zonas urbanas y periurbanas, o regiones caracterizadas por un mosaico de vegetación autóctona y zonas cultivadas. A lo largo de estos estudios, se examinaron un total de 89 especies de colibríes y 91 especies de plantas, con la comunidad de colibríes más extensa compuesta por 37 especies (Schondube & Martínez Del Rio 2003).

**Comportamiento y preferencias.** El comportamiento agresivo de los colibríes es evidente tanto en las flores como en los bebederos. Sin embargo, en relación con los bebederos que ofrecen néctar con una concentración parecida a las concentraciones naturales de azúcar en las flores, los que presentan mayores concentraciones producen mayores tasas de interacción agresiva y son visitados por individuos de mayor tamaño (Lanna *et al.* 2017). Cuanto más grande (más pesada) es la especie, mayor es la agresividad en los bebederos, excepto para las especies “ruterías” como *Phaetornis* spp. que no se identifican como agresivas en los bebederos ni en las fuentes naturales de néctar (Lanna *et al.* 2017, Téllez-Colmenares 2018). Entre los estudios examinados, las especies que muestran comportamientos agresivos mientras se alimentan de flores tienden a mostrar un menor incremento en agresividad en los bebederos (Lanna *et al.* 2017). Por otro lado, las especies con poca o ninguna tendencia defensiva o agresiva cerca de las flores pueden o no mostrar agresividad en los bebederos. Como resultado, el comportamiento agresivo de las especies territoriales observado en su hábitat natural parece ser coherente con su comportamiento en los bebederos artificiales (Lanna *et al.* 2017).

El uso de bebederos está estrechamente ligado a las preferencias alimentarias de cada especie de colibrí. El arreglo o disposición de los puntos de libación dentro del bebedero puede influir en el acceso a especies específicas, favoreciendo o limitando a ciertos grupos (Maglianesi *et al.* 2015, por ejemplo, los *Eutoxeres* spp. rara vez visitan los bebederos, Rico-Guevara obs. pers.). Las concentraciones de néctar que oscilan entre 20-30% son generalmente preferidas por la mayoría de las especies dentro de una comunidad de colibríes (Blem *et al.* 2000, Tello-Ramos *et al.* 2019, Téllez-Colmenares & Rico-Guevara 2023), con algunas especies capaces de detectar variaciones dentro de este rango de aproximadamente 1% (Blem *et al.* 2000). Además, los colibríes pueden reconocer bebederos que proporcionan una mayor recompensa y muestran menos errores, utilizando el reconocimiento visual, incluyendo combinaciones de colores UV (Pyke 2016, Téllez-Colmenares 2018, Téllez-Colmenares & Rico-Guevara 2023). Esto ha permitido realizar experimentos de preferencia ofreciendo una selección de diferentes concentraciones y/o diferentes localizaciones, para detectar si existen procesos espaciales de aprendizaje avanzado, recordación de los recursos visitados, y cómo esto podría modificar la visita a las flores y la polinización (por ejemplo, Blem *et al.* 2000, Sonne *et al.* 2016, Lanna *et al.* 2017).

**Diversidad y abundancia.** La presencia de bebederos induce cambios en la abundancia de individuos a diferentes escalas espaciales. Algunos estudios han informado que no hay una correlación significativa entre la abundancia de aves y la presencia de bebederos más allá de 75 metros (Torres *et al.* 2008). Sin embargo, a mayor proximidad de los bebederos, se produce un notable aumento del número de individuos (Torres *et al.* 2008). Sonne *et al.* (2016) observaron un aumento de la abundancia de colibríes más allá de 100 metros de la ubicación de los bebederos, pero no se detectaron diferencias discernibles en la

capacidad de las aves para funcionar como vectores de polen, como indica el número de granos de polen en las cargas de los colibríes que forrajean en zonas con o sin bebederos. Se ha sugerido que el aumento de la presencia de colibríes en las proximidades de los bebederos, dentro de un rango de 100 metros, podría conducir a un aumento de la tasa de visita a más plantas, generando un efecto "salpique" sobre los recursos florales locales (Sonne *et al.* 2016). En un estudio de Avalos *et al.* (2012), de 183 individuos de colibríes examinados, más del 50% no tenían o tenían pocos granos de polen cuando visitaban los bebederos. Sin embargo, pocos estudios han tenido en cuenta las condiciones específicas de cada especie, como el acople funcional entre la corola y el pico de los colibríes, que determinan los beneficios tanto para las plantas como para los nectarívoros en condiciones naturales (Rico-Guevara *et al.* 2021, Avalos 2012).

**Excedentes energéticos.** La presencia de bebederos artificiales en el paisaje puede no disuadir a los colibríes de sus recursos naturales; por el contrario, puede proporcionarles acceso a opciones rápidas de energía (Brockmeyer & Schaefer 2012). En situaciones en las que el suministro regular de alimento de los colibríes se ha visto afectado por cambios ambientales, como la urbanización (Nuñez-Rosas & Arizmendi 2019), estos recursos artificiales pueden ser ventajosos, ya que, en matrices muy transformadas o zonas urbanas, sólo unos pocos jardines privados ofrecen recursos florales con recompensas energéticas adecuadas (Pyke 1981, Arizmendi *et al.* 2008, McCaffrey & Wethington 2008). En consecuencia, los bebederos para colibríes y los jardines o patios amigables para las aves podrían servir potencialmente para iniciar o restaurar paisajes energéticos históricos (Arizmendi *et al.* 2008).

Los colibríes pueden visitar los bebederos como su principal fuente de energía, lo que podría conducir a una reducción o eliminación de sus contribuciones a la polinización si se vuelven excesivamente dependientes de los bebederos cuando las flores locales no están disponibles (Chalcoff *et al.* 2008, Nuñez-Rosas & Arizmendi 2019). Se ha mostrado que la frecuencia de visitas a especies de plantas específicas en presencia de bebederos varía a lo largo de las diferentes estaciones. En Canadá, un estudio a largo plazo realizado mediante siete muestreos de 10 días cada uno a lo largo del año, reveló que los colibríes capturados en las proximidades de bebederos no tenían cargas de polen o eran muy bajas en comparación con los capturados en zonas sin bebederos, sugiriendo un posible rango de efecto de hasta 3 kilómetros (Hurly & Oseen 1999). Sin embargo, este efecto puede estar influenciado por la estación y la abundancia de flores silvestres, con colibríes cerca de bebederos exhibiendo cargas nulas de polen más frecuentemente durante la estación seca en Costa Rica (Avalos *et al.* 2012). Se han hecho observaciones similares basadas en observaciones directas de parches de flores versus bebederos, donde las visitas a bebederos representan hasta el 59% del total en comparación con una amplia gama de flores (Inouye *et al.* 1991, McCaffrey & Wethington 2008); sin embargo, este porcentaje disminuye durante los picos de floración de todas las especies cercanas (Inouye *et al.* 1991, McCaffrey & Wethington 2008). Estos hallazgos subrayan cómo los colibríes toman las decisiones de forrajeo, sugiriendo que los individuos evalúan continuamente la información ambiental mientras consideran los recursos silvestres disponibles y las alternativas artificiales, junto con sus propias limitaciones morfológicas, como el acople pico-corola y los mecanismos de extracción de néctar tanto en condiciones naturales como artificiales (Rico-Guevara & Rubega 2011, Rico-Guevara *et al.* 2015, Rico-Guevara *et al.* 2023).

Varios estudios destacan la importancia de dilucidar las relaciones específicas de cada especie al estudiar los efectos de los bebederos en la interacción planta-animal. En una de dos especies de plantas evaluadas en detalle en el Valle del Cauca, Colombia, la proximidad a bebederos para colibríes no tuvo ninguna asociación con el número de semillas producidas, mientras que, en la otra especie de planta, la proximidad a bebederos se correlacionó con una menor producción de semillas (Ramírez-Burbano *et al.* 2022). Durante 22 meses, Ramírez-Burbano *et al.* (2022) estudiaron 20 especies de colibríes y 55 especies de plantas, con muestreos mensuales en áreas donde se encontraban bebederos. Los estudios

incluyeron la medición de la producción de néctar de todas las flores, las frecuencias de visita de los colibríes (mediante grabaciones en video), la determinación de la abundancia mensual, y otras variables. Encontraron que el 76% de las visitas a plantas pueden considerarse legítimas, es decir, en las que existe un acople entre pico y corola (o fuente del recurso) que permitiría una extracción eficiente del recurso (Wolf *et al.* 1972) y los correspondientes beneficios de polinización (Rico-Guevara *et al.* 2021), mientras que la coincidencia morfológica entre picos de los colibríes y bebederos sólo se dio en el 23% de las visitas (Ramírez-Burbano *et al.* 2022). Con base en tales datos, concluyeron que las redes de interacción planta-colibrí no se alteraron en presencia de bebederos artificiales, incluso cuando se consideraron métricas de acople morfológico entre recursos y colibríes.

En el contexto de las interacciones a nivel de comunidad, un estudio comparó la diversidad microbiana y fúngica de los bebederos con la de recursos florales (Lee *et al.* 2019). Los resultados revelaron diferencias significativas en las comunidades microbianas, observándose una mayor abundancia y riqueza en los bebederos, en particular con un mayor recambio bacteriano a lo largo de un periodo de tres días, aunque no se observó ninguna variación significativa en la diversidad fúngica (Lee *et al.* 2019). Esta variabilidad se asoció con una disminución en la frecuencia de visitas de colibríes a lo largo del tiempo, lo que indica la posible existencia de un mecanismo para detectar "néctares viejos" (Lee *et al.* 2019), tal vez porque la fermentación del néctar podría producir volátiles que los colibríes percibirían (Goldsmith & Goldsmith 1982, Kim *et al.* 2021). Además, en relación con los ácaros foréticos, que bajan del pico del colibrí y se mueven hacia la fuente de néctar durante la visita, las tasas de deposición aumentaron con la concentración de azúcar en los bebederos (Márquez-Luna *et al.* 2016). Esto llama la atención para un análisis más profundo en toda la comunidad de los posibles efectos de los bebederos en las relaciones simbióticas, incluyendo cuándo en el día el polen está disponible y los estigmas son receptivos en cada especie de planta. Los bebederos con mayores concentraciones de azúcar recibieron más visitas y más ácaros florales, que potencialmente podrían transferirse a las flores silvestres o a otros bebederos (Márquez-Luna *et al.* 2016), dando lugar a un ciclo de infección.

Los colibríes parecen aumentar su actividad en las proximidades de los bebederos (Baum & Grant 2001) y la riqueza de especies también parece estar influenciada por la disponibilidad de néctar (Montgomerie & Gass 1981). Se observa que el número de individuos en los bebederos disminuye cuando hay un elevado número de flores en el entorno y viceversa (Inouye *et al.* 1991, Arizmendi *et al.* 2008, McCaffrey & Wethington 2008). Adicionalmente, la preferencia por los bebederos puede cambiar en escalas temporales cortas, por ejemplo, a lo largo del día, cuando disminuye la cantidad de néctar en las flores, ya sea por los ritmos naturales de producción o debido al agotamiento progresivo del néctar por parte de los visitantes que buscan alimento (McCaffrey & Wethington 2008). Esta mezcla de visitas de flores y bebederos puede tener su origen en el hecho de que el agua azucarada de los bebederos, con una concentración del 20% (sugerida para los bebederos, y cuyo principal componente es la sacarosa), no satisface todos los requerimientos energéticos y nutricionales, y los individuos deben consumir otros componentes presentes en el néctar de las plantas, como glucosa y fructosa (Baker & Baker 1983), más aún, cuando los colibríes descomponen la sacarosa en glucosa y fructosa con la enzima sucrasa (Martínez del Río 1990). Igualmente, los colibríes visitan frecuentemente los bebederos en horas en las que el néctar de las plantas debería ser escaso (McCaffrey & Wethington 2008, Téllez-Colmenares per. obs.).

Arizmendi *et al.* (2007, 2008) encontraron que en algunos casos la tasa de polinización de las plantas cercanas a los bebederos disminuía. Aunque la disminución de la tasa de visitación puede suponer un reto a nivel de ecosistema, podría verse compensada por la alta densidad de población y diversidad de especies de polinizadores presentes (Arizmendi *et al.* 1996). Es importante interpretar los resultados de estos tres estudios con cautela, ya que los autores señalan unos efectos fuertes observados, pero diferentes para cada especie de planta y colibrí. En el caso de algunas especies, es probable que la instalación de

bebederos en hábitats no perturbados atraiga a distancia a individuos adicionales, desviándolos de las zonas que habitarían de forma natural (Arizmendi *et al.* 2007).

Algunas especies de colibríes son más oportunistas que especialistas, por lo que muestran adaptabilidad a zonas perturbadas (*p. ej.*, Ramírez-Burbano *et al.* 2022). Varios investigadores (Savard *et al.* 2000; Arizmendi *et al.* 2008; Fuller *et al.* 2008) sugieren que el uso de bebederos artificiales puede influir en las distribuciones de las especies, provocando un aumento de la riqueza y/o el desplazamiento de especies. Un caso bien documentado en Norteamérica es la expansión del área de distribución del colibrí de Anna (*Calypte anna*), que ha colonizado territorios septentrionales y ha experimentado un crecimiento poblacional en toda su área de distribución, probablemente influido por factores antropogénicos como la disponibilidad de bebederos, la introducción de eucaliptos, recursos alimenticios en jardines urbanos, los lugares de nidificación adecuados y los entornos urbanos más cálidos (Greig *et al.* 2017, Battey 2019, English *et al.* 2021). En entornos con un grado importante de intervención humana, los bebederos pueden modificar eficazmente la calidad y disponibilidad del hábitat, posibilitando el acceso de recursos alimenticios a especies que de otro modo no podrían habitar esas zonas (Fuller *et al.* 2008) y así favorecer la supervivencia individual y poblacional (Rodríguez-Ramírez 2020). A pesar de la posible relevancia de los bebederos en los esfuerzos de conservación, aún existe un vacío de conocimiento en cuanto a parámetros ecológicos como la tasa de consumo de los colibríes en los bebederos, sus requisitos energéticos, estrategias de forrajeo (Rico-Guevara *et al.* 2021), patrones de desplazamiento (Sargent *et al.* 2021), y cómo estos sistemas se comparan con los ambientes naturales. Un paso importante en esta dirección es el estudio de Ramírez-Burbano *et al.* (2022), que examina las redes de interacción con y sin suplementación alimenticia.

**Otros efectos.** Más allá del estudio bibliográfico, identificamos otros posibles efectos negativos del uso de comederos, incluidos los bebederos para colibríes. Por ejemplo, la presencia de comederos puede provocar una pérdida temporal de ciertos comportamientos exploratorios de búsqueda de alimento en los colibríes debido a la fiabilidad de la fuente de alimento (Brittingham & Temple 1992). La propagación de enfermedades es otra preocupación asociada a los comederos, con estudios que indican que el número de individuos, el tipo de comedero y el hábitat pueden influir en el riesgo de infección (Fischer *et al.* 1997, Süld *et al.* 2014), esto puede ser potenciado si hay una higiene deficiente de los bebederos. Incluso, los bebederos pueden aumentar el riesgo de depredación de los colibríes por aves rapaces (Dunn & Tessaglia 1994), mantis religiosas (Nyffeler *et al.* 2017) y gatos (Lepczyk *et al.* 2003). Las colisiones con ventanas cercanas a los bebederos también se han señalado como una amenaza para los colibríes (Klem *et al.* 2004). Además, la instalación de comederos en paisajes urbanos o periurbanos puede atraer a especies invasoras, lo que aumenta la competencia y puede desplazar a varias especies de aves autóctonas (Chace & Walsh 2006, Parsons *et al.* 2006). Estas consecuencias negativas de los comederos resaltan la importancia de considerar los impactos potenciales de estos sobre las poblaciones de colibríes y los ecosistemas.

Dieciocho de los artículos identificados señalan efectos neutros de los bebederos, seguidos de 10 que identifican efectos negativos, 7 con positivos y 10 que identifican efectos mixtos basados en la identidad de las especies (Tabla 2). El tema más común evaluado en la interacción planta-colibrí ha sido el relativo a la preferencia y los recursos energéticos adicionales (Tabla 2).

Cabe destacar que, aunque pretendimos limitar esta revisión a estudios sobre la interacción entre plantas y colibríes, algunos también incluyen evaluaciones de otros nectarívoros. Por ejemplo, algunos Passeriformes (Icteridae, Parulidae, Tyrannidae) suelen visitar bebederos con mayor concentración de azúcares (Teixeira *et al.* 2012), y tampoco se tienen claras sus relaciones mutualistas con las plantas silvestres. Esto también ocurre con algunas especies de murciélagos que no se reconocen como

polinizadores, pero sí visitan bebederos (Maguiña & Muchhala 2017), o los murciélagos *Glossophaga* que sí se reportan como polinizadores (Rojas-Sandoval *et al.* 2008). En los casos en los que los murciélagos sí polinizan plantas silvestres y visitan bebederos, en una investigación de cuatro meses, no se identificaron diferencias en la carga polínica de estos mamíferos en función de la presencia de bebederos que también utilizaron (Maguiña & Muchhala 2017).

**Información pública en internet.** Consideramos 12 de los 40 resultados iniciales de sitios web, que indicaban algún efecto sobre las interacciones planta-animal (Tabla 3). Estos sitios web no tenían más de 10 años en funcionamiento, cuatro eran producto de interpretaciones de blogueros profesionales, siete pertenecían a entidades públicas o privadas y uno era un sitio web universitario. De las 12 páginas web que mencionan la interacción planta-polinizador, sólo tres están escritas en español (los otros portales son fácilmente traducibles con el servicio en línea de diferentes buscadores web, sin embargo, esto no implica que la traducción sea exacta).

Tres sitios web refieren un impacto neutro (dos de ellos con apoyo bibliográfico científico) (Tabla 2 y Tabla suplementaria 2), un sitio expresa cautela al determinar efectos positivos o negativos mostrados, pero no cuenta pruebas en la literatura para apoyar las afirmaciones. Otros cuatro sitios web describen un efecto positivo, todos ellos caracterizados por promocionar bebederos, de los cuales sólo uno tenía apoyo bibliográfico accesible. Otros cuatro sitios web identifican efectos negativos (Tabla 2), uno con apoyo científico independiente y otro como referencia general de una guía de aves.

En una página web se pedía precaución respecto al metabolismo del azúcar en los colibríes (HummingWorld 2022) una preocupación que se ha demostrado infundada desde 2014 (Chen & Welch 2014) y que fue comprobada por Latorre-Valencia (2020), demostrando que los colibríes que bebían de bebederos tenían una concentración de glucosa en sangre menor que los que se alimentaban de recursos silvestres.

**Interrogantes pendientes.** Los colibríes son muy diversos, con más de 350 especies (Clements *et al.* 2022, Remsen *et al.* 2022). Al mismo tiempo, las plantas polinizadas por colibríes abarcan aproximadamente 1340 especies, repartidas en más de 404 géneros de 68 familias botánicas (Arizmendi & Rodríguez-Flores 2012, Serrano-Serrano *et al.* 2017, Abrahamczyk & Steudel 2022). Dado el gran número de interacciones implicadas y sus posibles resultados, definir los efectos de bebederos sobre todas como positivas, negativas o neutras plantea una tarea inconmensurable. Por lo tanto, nos gustaría plantear algunas preguntas abiertas que pueden contribuir como herramientas de toma de decisiones para el uso, o la abstención, de los bebederos.

(1) ¿Cuál es la influencia del paisaje en la intensidad de uso de los bebederos de colibríes y cómo puede influir en los beneficios o perjuicios? Las especies de colibríes muestran variaciones en sus patrones de movimiento e inversiones en movilidad (Brittingham & Temple 1992, Morneau *et al.* 1999, Sargent *et al.* 2021). A medida que los cambios en el uso del suelo inducidos por el hombre conducen a entornos fragmentados, la movilidad de ciertas especies de colibríes puede verse limitada (Savard *et al.* 2000, Fuller *et al.* 2008, Hadley & Betts 2009). En dichos casos, los lugares con bebederos disponibles podrían servir de conectores escalonado para los colibríes, facilitando los movimientos locales e incluso la migración, ayudando así al flujo genético entre las poblaciones de plantas (por ejemplo, Torres-Vanegas *et al.* 2019) a través de diferentes parches o tipos de paisaje. Aunque estos conceptos están empezando a ser explorados (Restrepo-Zuleta 2017), se necesitan más y más amplios estudios para obtener una comprensión integral de estas dinámicas.

(2) Comederos como medio de atracción para la restauración. Dado que los bebederos podrían actuar como potenciadores de energía para las aves, ¿es pertinente utilizarlos en una primera etapa de atracción, permitiendo interacciones en áreas potenciales para la restauración junto con la implantación de jardines de flores autóctonas? Los bebederos para colibríes pueden crear interacciones en zonas con comunidades de polinizadores limitadas, especialmente en ecosistemas con transformaciones históricas. El suministro de alimento suplementario a través de bebederos atrae y mantiene a los colibríes, fomentando la actividad polinizadora y mejorando potencialmente los servicios de polinización en paisajes alterados por el hombre y en zonas urbanas. También son beneficiosos en entornos urbanos donde escasean los polinizadores, como demuestran los trabajos de M del C Arizmendi y sus colegas en México.

(3) Cambios en la producción de semillas. En el marco de interacciones específicas para cada especie, ¿cuál es el efecto sobre la producción de semillas de plantas polinizadas por colibríes, cuando los bebederos están más cerca o más lejos? Aunque los colibríes pueden ser polinizadores clave para muchas plantas, ¿cuál es la proporción de fertilización que se genera a partir de una posible reducción de las visitas? Esto plantea una disyuntiva entre la calidad y la cantidad de la polinización, y cómo puede verse influida por el uso de bebederos. Tejeda-Valencia (2020) descubrió que los bebederos podían reducir el número de frutos y semillas hasta a 500 metros de distancia, y van Duuren (2012) sugirió que una de cada cuatro especies de plantas estudiadas podría verse afectada en términos de producción de semillas por la presencia de bebederos, aunque estos dos estudios eran exploratorios. Se necesitan más investigaciones en este ámbito para comprender mejor las implicaciones de los bebederos en la producción de semillas y las interacciones entre plantas y polinizadores (Rico-Guevara *et al.* 2021).

(4) Diseño de comederos. Si las interacciones son específicas también en términos morfológicos, ¿sería adecuado diseñar nuevos comederos que permitan una mejor integración de estos elementos artificiales en entornos silvestres específicos? Por ejemplo, una forma de comedero que ofrezca una mayor correspondencia entre la morfología del pico y la geometría del comedero (Ibarra *et al.* 2015, Maglianesi *et al.* 2015). Del mismo modo, ¿podría una concentración específica de solución azucarada beneficiar a una especie más que a otra? Si se dispone de néctar superconcentrado, las especies ruterias pueden acceder a los comederos sin ser excluidos. Por ejemplo, los colibríes *Phaethornis* beberán fácilmente una solución con un 60% de azúcar, pero otras especies no beben néctar con una concentración tan alta (Téllez-Colmenares 2018, Téllez-Colmenares & Rico-Guevara 2023).

(5) Variación de las interacciones entre gradientes. ¿Se dan de la misma manera los patrones de comportamiento y las asociaciones planta- polinizador- bebederos a través de gradientes latitudinales o altitudinales? ¿Cómo cambian las asociaciones en función de la estructura de la comunidad, la oferta total, la estacionalidad de las plantas y la historia de vida de cada especie? Si las relaciones entre los entornos naturales y los bebederos artificiales no son sólo específicas de cada especie, sino más bien específicas de cada ensamble biótico, ¿cuáles son los aspectos críticos que determinan la estabilidad de la red resultante?

(6) Efecto sobre la supervivencia y/o reproducción de los colibríes. ¿Podría el suplemento alimenticio conducir a un mayor éxito en la supervivencia? ¿Los colibríes que visitan los bebederos viven más que los que no lo hacen? O ¿Es posible establecer si los colibríes que tienen la energía extra de los bebederos tienen más nidadas, y/o más crías sobrevivientes, y/o crías de mejor calidad (por ejemplo, polluelos más pesados)?

(7) Fenología de las plantas para las interacciones con los polinizadores. Es necesario comprender mejor la fenología local de la floración, la distribución de los recursos y los patrones de producción y concentración de néctar, para luego comparar su estacionalidad (o falta de ella) con la oferta de los

bebederos. Dado que algunos colibríes cambian la frecuencia de visita a los bebederos en función de los recursos de flores silvestres, se necesitan datos a largo plazo para determinar si el nuevo recurso podría efectivamente complementar temporalmente la dieta y evolucionar hacia una nueva situación ecológica estable.

En conclusión, a pesar del uso generalizado de bebederos, los efectos de su utilización en la relación entre los colibríes y las plantas que polinizan siguen siendo en gran medida desconocidos. El limitado alcance de los estudios realizados tanto en especies de colibríes como de plantas sugiere que los efectos pueden variar en función de la especie concreta de que se trate. Es importante destacar que la ausencia de pruebas científicas definitivas ha dado lugar a mensajes contradictorios en los medios de comunicación y las plataformas en línea, lo que ha provocado una posible polarización sobre el tema. Por lo tanto, hacemos hincapié en la necesidad de (1) generar contenidos en línea imparciales e informativos, que representen con precisión los conocimientos actuales e identifiquen los vacíos en la información; (2) abordar con cautela la información ampliamente distribuida sin respaldo científico, y (3) promover mayor investigación científica en los temas identificados en este estudio como las áreas clave de incertidumbre. Lograr un equilibrio y avanzar en investigación minuciosa será crucial para comprender el impacto general del uso de bebederos en todos los niveles ecológicos.

## Literatura citada

- ABRAHAMCZYK, S. & B. STEUDEL. 2022. Why are some hummingbird-pollinated plant clades so species-rich? *American Journal of Botany* 109(7):1059–1062. <https://doi.org/10.1002/ajb2.16018>
- ARIZMENDI, M.C. & C.I. RODRÍGUEZ-FLORES. 2012. ¿How many plant species do hummingbirds visit? *Ornitología Neotropical* 23(Supplement):49–54. <https://sora.unm.edu/node/133579>
- ARIZMENDI, M.C., C.A. DOMINGUEZ & R. DIRZO. 1996. The role of an avian nectar robber and of hummingbird pollinators in the reproduction of two plant species. *Functional Ecology* 10(1): 119–127. <https://doi.org/10.2307/2390270>
- ARIZMENDI, M.C., C. MONTEERRUBIO-SOLÍS, L. JUAREZ, I. FLÓREZ-MORENO & E. LÓPEZ-SAUT. 2007. Effect of the presence of nectar feeders on the breeding success of *Salvia mexicana* and *Salvia fulgens* in a suburban park near México City. *Biological Conservation* 136(1):155–158. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.11.016>
- ARIZMENDI, M.C., E. LÓPEZ-SAUT, C. MONTEERRUBIO-SOLÍS, L. JUÁREZ, I. FLORES-MORENO & C. RODRÍGUEZ-FLORES. 2008. Efecto de la presencia de bebederos artificiales sobre la diversidad y abundancia de los colibríes y el éxito reproductivo de dos especies de plantas en un parque suburbano de la ciudad de México. *Ornitología Neotropical* 19:491–500. <https://sora.unm.edu/node/133507>
- AVALOS, G. 2012. What's the impact of hummingbird feeders? The School for Field Studies blog. <https://fieldstudies.org/2012/02/whats-the-impact-of-hummingbird-feeders/>
- AVALOS, G., A. SOTO & W. ALFARO. 2012. Effect of artificial feeders on pollen loads of the hummingbirds of Cerro de La Muerte, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 60(1):65–73. <https://doi.org/10.15517/rbt.v60i1.2362>
- BAICICHI, P., M.A. BARKER & C.L. HENDERSON. 2015. *Feeding Wild Birds in America*. Texas A & M University Press.
- BAKER, H. & I. BAKER. 1983. Floral nectar constituents in relation to pollinator type. In U. S. Van Nost. Reinhold (Ed.), Jones CE, Little RJ (Handbook, pp. 117–141).
- BALLANTYNE, R., J. PACKER & L.A. SUTHERLAND. 2011. Visitors' memories of wildlife tourism: Implications for the design of powerful interpretive experiences. *Tourism Management* 32(4):770–779. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2010.06.012>
- BASCOMPTE, J. 2009. Mutualistic networks. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7(8):429–436. <https://doi.org/10.1890/080026>

- BATTEY, C.J. 2019. Ecological release of the Anna's Hummingbird during a northern range expansion. *American Naturalist* 194(3):306–315. <https://doi.org/10.1086/704249>
- BAUM, K.A. & W.E. GRANT. 2001. Hummingbird foraging behavior in different patch types: Simulation of alternative strategies. *Ecological Modelling* 137(2–3):201–209. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(00\)00436-1](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00436-1)
- BLEM, C.R., L.B. BLEM, J. FELIX & J. VAN GELDER. 2000. Rufous Hummingbird sucrose preference: Precision of selection varies with concentration. *Condor* 102(1):235–238. <https://doi.org/10.2307/1370432>
- BRITTINGHAM, M.C & TEMPLE, S.A. 1992. Use of winter feeders by Black-Capped Chickadees. *The Journal of Wildlife Management* 56(1):103–110. <https://doi.org/10.2307/3808797>
- BROCKMEYER, T. & H.M. SCHAEFER. 2012. Do nectar feeders in Andean nature reserves affect flower visitation by hummingbirds? *Basic and Applied Ecology* 13(3):294–300. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2012.02.005>
- BRODIN, A. & CLARK, C.W. 2008. Energy Storage and Expenditure. In D. W. Stephens, J. S. Brown, & R. C. Ydenberg (Eds.), *Foraging* (Stephen, D, pp. 221–270). University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/9780226772653-009>
- CHACE, J.F. & J.J. WALSH. 2006. Urban effects on native avifauna: A review. *Landscape and Urban Planning* 74(1):46–69. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.08.007>
- CHALCOFF, V.R., M.A. AIEN & L. GALETTO. 2008. Sugar preferences of the green-backed firecrown hummingbird (*Sephanoides sephaniodes*): A field experiment. *Auk* 125(1):60–66. <https://doi.org/10.1525/auk.2008.125.1.60>
- CHEN, C.C.W. & K.C. WELCH. 2014. Hummingbirds can fuel expensive hovering flight completely with either exogenous glucose or fructose. *Functional Ecology* 28(3):589–600. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12202>
- CLASS, A.M. & I.T. MOORE. 2013. Effects of food supplementation on a tropical bird. *Oecologia* 173(2):355–362. <https://doi.org/10.1007/S00442-013-2636-5>
- CLEMENTS, J.F., T.S. SCHULENBERG, M.J. ILIFF, S.M. BILLERMAN, T.A. FREDERICKS, J.A. GERBRACHT, D. LEPAGE, B.L. SULLIVAN & C.L. WOOD. 2022. The eBird/Clements checklist of Birds of the World: v2022. <https://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/>
- DUNN, E.H. & D.L. TESSAGLIA. 1994. Predation of Birds at Feeders in Winter. *Journal of Field Ornithology* 65(1):8–16. <http://www.jstor.org/stable/4513887>
- DUUREN, I.V. 2012. Hummingbird-pollination in the rainforest of Un poco del Chocó Do artificial hummingbird feeders interfere with pollination? (Issue August). Hageschool Hasdenbosch, Germany.
- ENGLISH, S.G., C.A. BISHOP, S. WILSON & A.C. SMITH. 2021. Current contrasting population trends among North American hummingbirds. *Scientific Reports* 11(1):1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97889-x>
- EWALD, P.W. & W.A. WILLIAMS. 1982. Function of the Bill and Tongue in Nectar Uptake by Hummingbirds. *Auk* 99(3):573–576. <https://doi.org/10.1093/auk/99.3.573>
- FISCHER, J.R., D.E. STALLKNECHT, M.P. LUTTRELL, A.A. DHONDT, & K.A. CONVERSE. 1997. Mycoplasmal Conjunctivitis in Wild Songbirds: The Spread of a New Contagious Disease in a Mobile Host Population. *Emerging Infectious Diseases* 3(1):69–72. <https://doi.org/10.3201/eid0301.970110>
- FULLER, R.A., P.H. WARREN, P.R. ARMSWORTH, O. BARBOSA & K.J. GASTON. 2008. Garden bird feeding predicts the structure of urban avian assemblages. *Diversity and Distributions* 14(1):131–137. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00439.x>
- GALBRAITH, J.A., M.C. STANLEY, D.N. JONES & J.R. BEGGS. 2017. Experimental feeding regime influences urban bird disease dynamics. *Journal of Avian Biology* 48(5):700–713. <https://doi.org/10.1111/jav.01076>
- GASS, C.L. & W.M. ROBERTS. 1992. The Problem of Temporal Scale in Optimization: Three Contrasting Views of Hummingbird Visits to Flowers. *The American Naturalist* 140(5):829–853.

<https://doi.org/10.1086/285443>

- GLOWINSKI, S. 2008. Bird-watching, Ecotourism, and Economic Development: A Review of the Evidence. *Applied Research in Economic Development* 5(3):65–77. [http://ocean.otr.usm.edu/~w301497/teaching/archives\\_teaching/ghy350\\_spring2010/temp\\_docs\\_350/glowinski\\_2008v5n3.pdf](http://ocean.otr.usm.edu/~w301497/teaching/archives_teaching/ghy350_spring2010/temp_docs_350/glowinski_2008v5n3.pdf)
- GLUE, D. 2003. Variety at Winter Bird Tables. *Bird Populations* 7:212–215.
- GODDARD, M.A., A.J. DOUGILL & T.G. BENTON. 2013. Why Garden for wildlife? Social and ecological drivers, Motivations and barriers for biodiversity management in residential landscapes. *Ecological Economics* 86:258–273. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.07.016>
- GOLDSMITH, K.M. & T.H. GOLDSMITH. 1982. Sense of Smell in the Black-Chinned Hummingbird. *The Condor* 84(2):237–238. <https://doi.org/10.2307/1367678>
- GREIG, E.I., E.M. WOOD & D.N. BONTER. 2017. Winter range expansion of a hummingbird is associated with urbanization and supplementary feeding. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 284(1852):1–9. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0256>
- HADLEY, A.S. & M.G. BETTS. 2009. Tropical deforestation alters hummingbird movement patterns. *Biology Letters* 5(2):207–210. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2008.0691>
- HEWES, A., D. CUBAN, D. GROOM, A. SARGENT, D. BELTRÁN & A. RICO-GUEVARA. 2022. Variable evidence for convergence in morphology and function across avian nectarivores. *Journal of Morphology* 289(12):1483–1504. <https://doi.org/10.1002/jmor.21513>
- HORN, D.J. & S.M. JOHANSEN. 2013. A comparison of bird-feeding practices in the United States and Canada. *Wildlife Society Bulletin* 37(2):293–300. <https://doi.org/10.1002/wsb.281>
- HUMMINGWORLDS. 2022, July 30. Receta de néctar casero para colibríes. <https://www.hummingworlds.com/es/receta-de-nectar-casero-para-colibríes/>
- HURLY, A.T. & M.D. OSEEN. 1999. Context-dependent, risk-sensitive foraging preferences in wild rufous hummingbirds. *Animal Behaviour* 58(1):59–66. <https://doi.org/10.1006/anbe.1999.1130>
- IBARRA, V., M. ARAYA-SALAS, Y.P. TANG, C. PARK, A. HYDE, T.F. WRIGHT & W. TANG. 2015. An RFID based smart feeder for hummingbirds. *Sensors* 15(12):31751–31761. <https://doi.org/10.3390/s151229886>
- INOUE, D.W., W.A. CALDER & N.M. WASER. 1991. The effect of floral abundance on feeder censuses of hummingbird populations. *The Condor* 93(2):279–285. <https://doi.org/10.2307/1368943>
- JAUNG, W. & L.R. CARRASCO. 2022. A big-data analysis of human-nature relations in newspaper coverage. *Geoforum* 128:11–20. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2021.11.017>
- JONES, D. 2011. An appetite for connection: Why we need to understand the effect and value of feeding wild birds. *Emu* 111(2):i–vii. [https://doi.org/10.1071/MUv111n2\\_ED](https://doi.org/10.1071/MUv111n2_ED)
- KELLERT, S.R. 1985. Birdwatching in American society. *Leisure Sciences* 7(3):343–360. <https://doi.org/10.1080/01490408509512129>
- KENIGER, L.E., K.J. GASTON, K.N. IRVINE & R.A. FULLER. 2013. What are the benefits of interacting with nature? *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10(3):913–935. <https://doi.org/10.3390/ijerph10030913>
- KIM, A.Y., D.T. RANKIN & E.E.W. RANKIN. 2021. What is that smell? Hummingbirds avoid foraging on resources with defensive insect compounds. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 75(9):132. <https://doi.org/10.1007/s00265-021-03067-4>
- KIM, S., D. SCOTT & J. CROMPTON. 1997. An exploration of the relationships among social psychological involvement, behavioral involvement, commitment, and future intentions in the context of birdwatching. *Leisure Research* 29(3):320–341. <https://doi.org/10.1080/00222216.1997.11949799>
- KLEM, D., D.C. KECK, K.L. MARTY, A.J. MILLER BALL, E.E. NICIU & C.T. PLATT. 2004. Effects of window angling, feeder placement, and scavengers on avian mortality at plate glass. *Wilson Bulletin* 116(1):69–73. [https://doi.org/10.1676/0043-5643\(2004\)116\[0069:EOWAFP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1676/0043-5643(2004)116[0069:EOWAFP]2.0.CO;2)
- KUMMER, J.A. & E.M. BAYNE. 2015. Bird feeders and their effects on bird-window collisions at

- residential houses. *Avian Conservation and Ecology* 10(2):6. <https://doi.org/10.5751/ace-00787-100206>
- LANNA, L.L., C.S. DE AZEVEDO, R.M. CLAUDINO, R. OLIVEIRA & Y. ANTONINI. 2017. Feeding behavior by hummingbirds (Aves: Trochilidae) in artificial food patches in an Atlantic Forest remnant in Southeastern Brazil. *Zoologia* 34:1–9. <https://doi.org/10.3897/zoologia.34.e13228>
- LATORRE-VALENCIA, L. 2020. Effect of artificial feeders on hummingbird blood glucose levels of a cloud forest in Colombia. Universidad Icesi.
- LEE, C., L.A. TELL, T. HILFER & R.L. VANNETTE. 2019. Microbial communities in hummingbird feeders are distinct from floral nectar and influenced by bird visitation. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 286(1898):1–7. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.2295>
- LEPCZYK, C.A., A.G. MERTIG & J. LIU. 2003. Landowners and cat predation across rural-to-urban landscapes. *Biological Conservation* 115(2):191–201. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00107-1](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00107-1)
- LEPCZYK, C.A., A.G. MERTIG & J. LIU. 2004. Assessing Landowner Activities Related to Birds Across Rural-to-Urban Landscapes. *Environmental Management* 33(1):110–125. <https://doi.org/10.1007/s00267-003-0036-z>
- LOREAU, M., B.J. CARDINALE, F. ISBELL, T. NEWBOLD, M.I. O’CONNOR & C. DE MAZANCOURT. 2022. Do not downplay biodiversity loss. *Nature* 601(7894):E27–E28. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04179-7>
- LOSAPIO, G., B. SCHMID, J. BASCOMPTE, R. MICHALET, P. CERRETTI, C. GERMANN, J.P. HAENNI, R. NEUMEYER, F.J. ORTIZ-SÁNCHEZ, A.C. PONT, P. ROUSSE, J. SCHMID, D. SOMMAGGIO & C. SCHÖB. 2021. An experimental approach to assessing the impact of ecosystem engineers on biodiversity and ecosystem functions. *Ecology* 102(2):1–12. <https://doi.org/10.1002/ecy.3243>
- MAGLIANESI, M.A., K. BÖHNING-GAESE & M. SCHLEUNING. 2015. Different foraging preferences of hummingbirds on artificial and natural flowers reveal mechanisms structuring plant-pollinator interactions. *Journal of Animal Ecology*, 84(3):655–664. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12319>
- MAGUIÑA, R. & N. MUCHHALA. 2017. Do artificial nectar feeders affect bat–plant interactions in an Ecuadorian cloud forest? *Biotropica* 49(5):586–592. <https://doi.org/10.1111/btp.12465>
- MÁRQUEZ-LUNA, U., M.M. VÁZQUEZ GONZÁLEZ, I. CASTELLANOS & R. ORTIZ-PULIDO. 2016. Number of hummingbird visits determines flower mite abundance on hummingbird feeders. *Experimental and Applied Acarology* 69(4):403–411. <https://doi.org/10.1007/s10493-016-0047-0>
- MARTÍNEZ DEL RÍO, C. 1990. Sugar preferences in hummingbirds: the influence of subtle chemical differences on food choice. *The Condor* 92(4):1022–1033. <https://doi.org/10.2307/1368738>
- MCCAFFREY, R.E. & S.M. WETHINGTON. 2008. How the presence of feeders affects the use of local floral resources by hummingbirds: A case study from Southern Arizona. *Condor* 110(4):786–791. <https://doi.org/10.1525/cond.2008.8621>
- MONTGOMERIE, R. & C. GASS. 1981. Energy limitation of hummingbird populations in tropical and temperate communities. *Oecologia* 50(2):162–165. <https://doi.org/10.1007/BF00348031>
- MORNEAU, F., R. DÉCARIE, R. PELLETIER, D. LAMBERT, J.L. DESGRANGES, & J.P. SAVARD. 1999. Changes in breeding bird richness and abundance in Montreal parks over a period of 15 years. *Landscape and Urban Planning* 44(2–3):111–121. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(99\)00002-X](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(99)00002-X)
- NUÑEZ-ROSAS, L.E. & M.C. ARIZMENDI. 2019. Differential Use of Nectar Feeders Among Migrant and Resident Hummingbirds. *Tropical Conservation Science* 12(1):1–5. <https://doi.org/10.1177/1940082919878960>
- NYFFELER, M., M.R. MAXWELL & J.V. REMSEN. 2017. Bird Predation by Praying Mantises: A Global Perspective. *Wilson Journal of Ornithology* 129(2):331–344. <https://doi.org/10.1676/16-100.1>
- PARSONS, H., R.E. MAJOR & K. FRENCH. 2006. Species interactions and habitat associations of birds inhabiting urban areas of Sydney, Australia. *Austral Ecology* 31(2):17–227. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2006.01584.x>

- PRESCOTT, J.F., D.B. HUNTER & G.D. CAMPBELL. 2000. Hygiene at winter bird feeders in a southwestern Ontario city. *Canadian Veterinary Journal* 41(9):695–698.
- PYKE, G.H. 1981. Hummingbird foraging on artificial inflorescences. *Behaviour Analysis Letters* 1(1):11–15.
- PYKE, G.H. 2016. Plant–pollinator co-evolution: It's time to reconnect with Optimal Foraging Theory and Evolutionarily Stable Strategies. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 19(2016):70–76. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2016.02.004>
- RAMÍREZ-BURBANO, M.B., F.W. AMORIM, A.M. TORRES-GONZÁLEZ, J. SONNE & P.K. MARUYAMA. 2022. Nectar provision attracts hummingbirds and connects interaction networks across habitats. *Ibis* 164(1):88–101. <https://doi.org/10.1111/ibi.12988>
- REMSSEN, J.V., J.I. ARETA, E. BONACCORSO, S. CLARAMUNT, A. JARAMILLO, D.F. LANE, F. PACHECO, M. ROBBINS, F.G. STILES & K.J. ZIMMER. 2022. A classification of the bird species of South America. American Ornithological Society. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>
- RESTREPO-ZULETA, M.F. 2017. Cambios en la composición de especies en una comunidad de colibríes (Trochilidae), asociada a un recurso alimenticio fijo en el tiempo en un bosque nublado de Chicoral. In Universidad ICESI. Universidad Icesi.
- RICO-GUEVARA, A., L. ECHEVERRI-MALLARINO & C. CLARK. 2022. Oh, snap! A within-wing sonation in Black-tailed trainbearers. *Experimental Biology* 225(8). <https://doi.org/10.1242/jeb.243219>
- RICO-GUEVARA, A., T.H. FAN & M.A. RUBEGA. 2015. Hummingbird tongues are elastic micropumps. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 282(1813):1–8. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.1014>
- RICO-GUEVARA, A., K.J. HURME, R. ELTING & A.L. RUSSELL. 2021. Bene"fit" Assessment in Pollination Coevolution: Mechanistic Perspectives on Hummingbird Bill-Flower Matching. *Integrative and Comparative Biology* 61(2):681–695. <https://doi.org/10.1093/icb/icab111>
- RICO-GUEVARA, A., K.J. HURME, M.A. RUBEGA & D. CUBAN. 2023. Nectar feeding beyond the tongue: hummingbirds drink using phase-shifted bill opening, flexible tongue flaps and wringing at the tips. *Journal of Experimental Biology* 226. <https://doi.org/10.1242/JEB.245074>
- RICO-GUEVARA, A. & M.A. RUBEGA. 2011. The hummingbird tongue is a fluid trap, not a capillary tube. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108(23):9356–9360. <https://doi.org/10.1073/pnas.1016944108>
- RICO-GUEVARA, A., M.A. RUBEGA, K.J. HURME & R. DUDLEY. 2019. Shifting paradigms in the mechanics of nectar extraction and hummingbird bill morphology. *Integrative Organismal Biology* 1(1):1–15. <https://doi.org/10.1093/iob/oby006>
- ROBB, G.N., R.A. McDONALD, D.E. CHAMBERLAIN & S. BEARHOP. 2008. Food for thought: Supplementary feeding as a driver of ecological change in avian populations. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6(9):476–484. <https://doi.org/10.1890/060152>
- RODRIGUEZ-RAMIREZ, I. 2020, August 24. ¿Cómo atraer de manera responsable a nuestros vecinos voladores y peludos? *Biología Tropical*. <https://www.biologiatropical.org/blog/como-atraer-de-manera-responsable-a-nuestros-vecinos-voladores-y-peludos>
- ROJAS-SANDOVAL, J., K. BUDDE, M. FERNÁNDEZ, E. CHACÓN, M. QUESADA & J.A. LABO. 2008. Phenology and pollination biology of *Ceiba pentandra* (Bombaceae) in the wet forest of south-eastern Costa Rica. *Stapfia* 80:539–545. <https://doi.org/10.1093/icb/icab124>
- SARGENT, A.J., D.J.E. GROOM & A. RICO-GUEVARA. 2021. Locomotion and Energetics of Divergent Foraging Strategies in Hummingbirds: A Review. *Integrative and Comparative Biology* 61(2):736–748. <https://doi.org/10.1093/icb/icab124>
- SAVARD, J.P.L., P. CLERGEAU & G. MENNECHEZ. 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning* 48(3–4):131–142. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00037-2](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00037-2)
- SCHEUERLEIN, A. & E. GWINNER. 2002. Is Food Availability a Circannual Zeitgeber in Tropical Birds? A Field Experiment on Stonechats in Tropical Africa. *Journal of Biological Rhythms* 17:171–180.

- SCHOECH, S.J. & T.P. HAHN. 2007. Food supplementation and timing of reproduction: Does the responsiveness to supplementary information vary with latitude? *Journal of Ornithology* 148(Supl. 2):S625–S632. <https://doi.org/10.1007/s10336-007-0177-6>
- SCHONDUBE, J.E. & C. MARTÍNEZ DEL RIO. 2003. Concentration-dependent sugar preferences in nectar-feeding birds: Mechanisms and consequences. *Functional Ecology* 17(4):445–453. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2003.00749.x>
- SEKERCIOGLU, C.H. 2002. Impacts of birdwatching on human and avian communities. *Environmental Conservation* 29(3):282–289. <https://doi.org/10.1017/S0376892902000206>
- SERRANO-SERRANO, M.L., J. ROLLAND, J.L. CLARK, N. SALAMIN, & M. PERRET. 2017. Hummingbird pollination and the diversification of angiosperms: An old and successful association in Gesneriaceae. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 284(1852):1–10. <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.2816>
- SHERMAN, R. 1913. Experiments in feeding hummingbird during seven summers. *Journal of Ornithology* xxv(86).
- SONNE, J., P. KYVSGAARD, P.K. MARUYAMA, J. VIZENTIN-BUGONI, J. OLLERTON, M. SAZIMA, C. RAHBEK & B. DALSGAARD. 2016. Spatial effects of artificial feeders on hummingbird abundance, floral visitation and pollen deposition. *Journal of Ornithology* 157(2):573–581. <https://doi.org/10.1007/s10336-015-1287-1>
- STILES, F.G. 1978. Ecological and Evolutionary Implications of Bird Pollination. *American Zoologist* 18:715–727. <https://academic.oup.com/icb/article/18/4/715/2004949>
- STILES, F.G. 1981. Geographical aspects of bird-flower coevolution with particular reference to Central America. *Annals Missouri Botanical Garden* 68(2):323–351. <https://doi.org/10.2307/2398801>
- STROMBERG, M.R. & P.B. JOHNSEN. 1990. Hummingbird Sweetness Preferences: Taste or Viscosity? *The Condor* 92(3):606. <https://doi.org/10.2307/1368680>
- SÜLD, K., H. VALDMANN, L. LAURIMAA, E. SOE, J. DAVISON & U. SAARMA. 2014. An invasive vector of zoonotic disease sustained by anthropogenic resources: The raccoon dog in Northern Europe. *PLoS ONE* 9(5):1–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096358>
- TEIXEIRA, J.G., M.A. ASSUNÇÃO & C. MELO. 2012. Efeito da introdução de bebedouros artificiais na partição de nicho entre Apodiformes (Aves: Trochilidae) e Passeriformes. *Horizonte Científico* 6(1):1–20. <https://seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/14771>
- TEJEDA-VALENCIA, L.D. 2020. Influencia de los bebederos artificiales de colibríes en la polinización de *Centropogon congestus* (Campanulaceae) y *Glossoloma schultzei* (Gesneriaceae). Pontificia Universidad Javeriana Cali.
- TÉLLEZ-COLMENARES, N. 2018. Agresión y forrajeo de néctar en colibríes (Aves: Trochilidae) en comederos artificiales cerca de Fusagasugá, Colombia [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/63686>
- TÉLLEZ-COLMENARES, N. & A. RICO-GUEVARA. 2023. El efecto de la concentración del néctar sobre las estrategias de forrajeo entre colibríes (Aves: Trochilidae) en bebederos artificiales. *Ornitología Colombiana* 24:2–22. <https://doi.org/10.59517/oc.e568>
- TELLO-RAMOS, M.C., C.L. BRANCH, D.Y. KOZLOVSKY, A.M. PITERA & V.V. PRAVOSUDOV. 2019. Spatial memory and cognitive flexibility trade-offs: to be or not to be flexible, that is the question. *Animal Behaviour* 147:129–136. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2018.02.019>
- TORRES-VANEGAS, F., A.S. HADLEY, U.G. KORMANN, F.A. JONES, M.G. BETTS & H.H. WAGNER. 2019. The Landscape Genetic Signature of Pollination by Trapliners: Evidence From the Tropical Herb, *Heliconia tortuosa*. *Frontiers in Genetics* 10(1206):1–12. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.01206>
- TORRES, I., L. SALINAS, C. LARA & C. CASTILLO-GUEVARA. 2008. Antagonists and their effects in a hummingbird-plant interaction: Field experiments. *Ecoscience* 15(1):65–72. [https://doi.org/10.2980/1195-6860\(2008\)15\[65:AATEIA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2980/1195-6860(2008)15[65:AATEIA]2.0.CO;2)
- TRUE, D. 1995. Feeding Hummingbirds. In UNM Press (Ed.), *Hummingbirds of North America*:

- attracting, feeding, and photographing (Ilustrada, pp. 51–89).
- U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE, & U.S. CENSUS BUREAU. 2018. 2011 National survey of fishing, hunting, and wildlife-associated recreation—National Overview.
- VELASQUEZ, J., P. SALAMAN & C.H. GRAHAM. 2013. Effects of climate change on species distribution, community structure, and conservation of birds in protected areas in Colombia. *Regional Environmental Change* 13:235–248 <https://doi.org/10.1007/s10113-012-0329-y>
- VIMAL, R. 2022. The impact of the Covid-19 lockdown on the human experience of nature. *Science of the Total Environment* 803:1–6. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149571>
- WETHINGTON, S. & S.M. RUSSELL. 2003. The seasonal distribution and abundance of hummingbirds in oak woodland and riparian communities in southeastern Arizona. *The Condor* 105(3):484–495. <https://doi.org/10.1093/condor/105.3.484>
- WHITE, M.P., I. ALCOCK, J. GRELLIER, B.W. WHEELER, T. HARTIG, S.L. WARBER, A. BONE, M.H. DEPLEDGE & L.E. FLEMING. 2019. Spending at least 120 minutes a week in nature is associated with good health and wellbeing. *Scientific Reports* 9(1):1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44097-3>
- WILSON, J. 2001. The effects of supplemental feeding on wintering Black-capped Chickadees (*Poecile atricapilla*) in central Maine: Population and individual responses. *Wilson Bulletin* 113(1):65–72. [https://doi.org/10.1676/0043-5643\(2001\)113\[0065:teosfo\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1676/0043-5643(2001)113[0065:teosfo]2.0.co;2)
- WOLF, L.L., R.F. HAINSWORTH & F.G. STILES. 1972. Energetics of foraging: Rate and efficiency of nectar extraction by hummingbirds. *Science* 176(4041):1351–1352. <https://doi.org/10.1126/science.176.4041.1351>

\*La traducción al español es responsabilidad del autor y no ha sido sometida a evaluación por pares ni revisión editorial.