

ORNITOLOGÍA COLOMBIANA

Julio - Diciembre 2023 | Número 24



Ornitología Colombiana

<http://asociacioncolombianadeornitologia.org/revista-ornitologia-colombiana/>



Imagen de la portada: *Machaeropterus pyrocephalus*
Fotografía: Catalina Giraldo

CONTENIDO

- 1 **Nota editorial**
Loreta Rosselli, F. Gary Stiles & Ron Fernández-Gómez
1
- 2 **El efecto de la concentración del néctar sobre las estrategias de forrajeo entre colibríes (Aves: Trochilidae) en bebederos artificiales**
The effect of nectar concentration on foraging strategies among hummingbirds (Aves: Trochilidae) at artificial feeders
Nicolas Téllez-Colmenares & Alejandro Rico-Guevara
2-22
[Artículo](#)
- 23 **Primeros registros del Saltarín cabeza de fuego *Machaeropterus pyrocephalus* en Colombia**
First records of the Fiery-capped Manakin (Pipridae: *Machaeropterus pyrocephalus*) in Colombia
Diego Carantón-Ayala
23-27
[Nota breve](#)
- 28 **El Guardacaminos norteño (*Chordeiles minor*): Un transeúnte anual por el noroccidente de Colombia**
Common nighthawk (*Chordeiles minor*): An annual passage migrant through northwest Colombia
Martha Rubio, Nicholas J. Bayly, Fabio Jiménez & Camila Gómez
28-36
[Nota breve](#)
- 37 **Seasonal variation in the predation on avian resources by the Toco Toucan (*Ramphastos toco*) in Brazil, based on community science data**
Variación estacional de la depredación de recursos aviares por parte del Tucán toco (*Ramphastos toco*) en Brasil, basado en datos de ciencia participativa
Talita M.A. Oliveira & Dárius P. Tubelis
37-45
[Artículo](#)

46 Reseña de: Maglianesi, M.A. 2022. Avifauna neotropical: ecología y conservación

Loreta Rosselli
46-48
[Reseña](#)

49 Uso de hábitat y coexistencia de *Penelope perspicax* y *Ortalis columbiana* (Cracidae) en la Reserva Nacional Forestal Bosque de Yotoco (Bosque subandino), valle del río Cauca, Colombia

Habitat use and coexistence of *Penelope perspicax* and *Ortalis columbiana* (Cracidae) in Bosque de Yotoco Natural Forest Reserve (Sub-Andean Forest) in the Cauca valley river, Colombia

Néstor Roncancio-Duque
49-58
[Artículo](#)

59 Mujeres en la ornitología colombiana: Perspectivas históricas y tendencias de participación en dos contextos académicos

Women in colombian ornithology: Historical perspectives and participation trends in two academic contexts

Juliana Soto-Patiño, Natalia Pérez-Amaya, Nelsy Niño-Rodríguez, Gabriela Muñoz-Quintana & Natalia Ocampo-Peñuela
59-74
[Artículo de revisión](#)

Nota editorial número 24

Apreciados lectores: Terminamos este número y el año 2023 con la satisfacción de completar tres años continuos publicando dos números anuales y de seguir avanzando en nuestro objetivo de modernizarnos, incorporando herramientas tecnológicas de indexación y manteniéndonos en Scopus y ahora CrossRef. Estas herramientas facilitan la búsqueda, citación y acceso de los trabajos, además de incorporar instrumentos antiplagio; todo esto con beneficios para autores y lectores. Seguimos avanzando no solo en nuestro contenido científico sino en la disponibilidad y relevancia de nuestra revista en la era digital.

Continuamos conmemorando los 20 años de OC en esta edición con las contribuciones especiales en forma de revisiones de temas ornitológicos en las últimas décadas. En este trabajo un grupo de sobresalientes ornitólogas analizan el papel de las mujeres en la ornitología colombiana a través de su participación en OC y los Congresos de Ornitología Colombiana. Este interesante artículo nos invita a reflexionar sobre la inequidad entre hombres y mujeres en esta rama de la ciencia, los posibles retos y barreras y ayuda a dar visibilidad y reconocimiento a la participación de la mujer proveyendo información valiosa para instituciones, tomadores de decisiones y organizaciones que busquen mejorar la representación de género en el campo científico y tecnológico. Este número incluye también un novedoso trabajo sobre colibríes y néctar en bebederos artificiales, un tema bastante popular entre observadores y científicos; un análisis sobre depredación de aves por parte de tucanes basado en información de ciencia ciudadana, un aspecto cada vez más relevante y presente para la obtención de datos; y un análisis de las interacciones entre dos especies de Cracidae, una familia con muchas especies amenazadas, en un área protegida.

En las notas breves encontrarán un nuevo registro para Colombia además de datos nuevos sobre una migratoria cuya ruta es poco conocida. Esperamos que disfruten de esta entrega mientras seguimos con la mirada puesta en el futuro con nuestro compromiso de alentar la innovación y colaboración entre la comunidad ornitológica.

Agradecemos a los maravillosos evaluadores que colaboraron con este número y aseguran la excelencia académica de nuestro contenido, en esta ocasión fueron: Orlando Acevedo (Estados Unidos), Elisa Bonaccorso (Ecuador), Kristina Cockle (Argentina), Federico Chinchilla (Costa Rica), Alejandra Echeverry (Estados Unidos), Nestor Fariña (Argentina), Fernando González (México), Aquiles Gutiérrez Zamora (Colombia), Alex Jahn (Estados Unidos), Lia Nahomi

Kajiki (Brasil), Marco Aurelio Pizo (Brasil), Claudia Isabel Rodríguez Flórez (México), Jhan C. Salazar (Estados Unidos), Olga Villalba (Argentina). Tatian Celeita R, nuestra coordinadora de comunicaciones hace magia y malabares para que la comunicación entre editores, autores y evaluadores sea fluida además de diagramar la revista, sin ella esta publicación no sería posible.

El efecto de la concentración del néctar sobre las estrategias de forrajeo entre colibríes (Aves: Trochilidae) en bebederos artificiales

The effect of nectar concentration on foraging strategies among hummingbirds (Aves: Trochilidae) at artificial feeders

Nicolas Téllez-Colmenares ^{1*} & Alejandro Rico-Guevara ^{2,3}

¹Instituto de Ciencias Naturales ICN, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia

²Department of Biology, University of Washington. Seattle, WA, Estados Unidos

³Burke Museum of Natural History and Culture, University of Washington. Seattle, WA, Estados Unidos

* ✉ ntellezc@unal.edu.co

DOI: 10.59517/oc.e568

Resumen

Recibido

06 de abril de 2022

Aceptado

26 de junio de 2023

Publicado

12 de septiembre de 2023

ISSN 1794-0915

Citación

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>

Los colibríes son nectarívoros especializados y su comportamiento de alimentación en bebederos artificiales es altamente variable. No todos los individuos eligen de la misma forma su alimento, ya que algunos presentan preferencias por el consumo de ciertos recursos. En este estudio evaluamos los patrones de forrajeo de néctar en un ensamblaje de colibríes en el Centro de Investigación Colibrí Gorriazul. Realizamos grabaciones de videos de alta velocidad en un experimento de tres réplicas, analizamos las visitas a jeringas modificadas como comederos con diferentes concentraciones del néctar; registramos cinco periodos en el día, durante cuatro días por mes y cuatro meses. Cuantificamos datos de consumo de néctar, número de tomas, número de visitas y tiempo de visita. Adicionalmente, comparamos datos con y sin competidores. Se presentó alta duración de las visitas y número de tomas bajo. En presencia de competidores, el patrón de forrajeo se alteró, aumentando el tiempo de visitas y número de tomas. El consumo y cantidad de visitas fueron menores en bebederos con concentraciones extremas altas o bajas, y aumentaron en las concentraciones intermedias, particularmente a 20% (concentración común en flores ornitófilas). Los patrones de forrajeo difirieron entre especies, las pequeñas tuvieron visitas más cortas y con menos tomas respecto a las especies de mayor tamaño. Para especies que pueden identificarse el sexo por dicromatismo sexual, se registraron más visitas de machos que de hembras en visitas sin competidores. Por otro lado, las variables de forrajeo no presentaron correlación con la hora, pero a largo plazo, el consumo de néctar varió considerablemente entre meses. Los resultados de este trabajo permiten observar a detalle, con casi 3.000 registros, las estrategias de forrajeo en ambientes intervenidos, analizando recurso de diferente calidad (variedad de concentraciones) y con la inclusión del factor de competencia. Se requieren estudios adicionales para evaluar el efecto de otros factores (individuo, anatomía floral, disposición espacial) que se conoce que condicionan el forrajeo.

Palabras clave: análisis costo-beneficio, Colombia, comederos artificiales, consumo de néctar, interferencia

Abstract

Hummingbirds are specialized nectarivores and their feeding behavior at artificial feeders is highly variable. Not all hummingbirds select their food in the same way, hence there are preferences for the consumption of specific resources. In this study, foraging patterns around feeders were evaluated in a hummingbird assemblage at the Colibrí Gorriazul Research Center. We recorded high-speed videos in a three-replicate experiment analyzing hummingbirds' visits to syringes modified as feeders with varying nectar concentrations at five daily time intervals, four days a month, for four months. We quantified nectar consumption, the number of feeding bouts, the number of visits and visit duration. Additionally, we compared data from visits with and without competitors. We found that hummingbirds performed visits of long duration and a low number of feeding bouts. When competitors were present, the foraging pattern was altered, increasing both the visit duration and the number of feeding bouts. Nectar consumption and the number of visits were lower in feeders with extremely low/high concentrations, and these values increased in intermediate concentrations, especially at 20% concentration (which is commonly found in ornithophilous flowers). Foraging patterns differed among species, smaller ones performed shorter visits and fewer feeding bouts than larger species. In the instances in which we inferred the sex of individuals based on plumage dichromatism, males visited the experimental setup more frequently



than females, in the absence of competitors. The abovementioned foraging variables were not correlated to the time of day, but nectar consumption varied considerably among the months studied. These results allow us to observe in detail, with almost 3000 records, hummingbird foraging strategies in modified environments, analyzing resource quality (varied nectar concentrations), and including competition. Future studies should complement these results with the evaluation of other factors (individual-level data, floral anatomy, resource location) known to modulate foraging behavior.

Key words: artificial feeders, Colombia, cost-benefit analysis, interference, nectar consumption

Introducción

La dieta a base de néctar es beneficiosa para sus consumidores, ya que al componerse principalmente de azúcar y agua (aunque también tiene baja proporción de aminoácidos, electrolitos y otros componentes; Chalcoff *et al.* 2008), resulta ser una excelente fuente de energía para la mayoría de pequeños polinizadores. Además, este alimento varía ampliamente en composición de azúcares y concentración (Pyke & Waser 1981; Baker *et al.* 1998), que en flores puede llegar a variar entre 5% y 66% masa/volumen (Nicolson 2002).

Las características de las flores polinizadas por colibríes han sido objeto de selección para que sean atractivas para ellos, como el néctar diluido (poco viscoso), flores con distribución en parches, flores visibles y defendibles que se llenan de néctar cada cierto tiempo, picos de floración recurrentes y predecibles, y además por su estructura floral se dificulta el acceso a otros polinizadores como los insectos (Stiles 1981). La distribución de las flores predecible y por parches permite que los colibríes puedan recordar qué fuentes de alimento les surten los mejores recursos (Irwin 2000) y de este modo pueden explotarlo por un tiempo relativamente largo. En entornos naturales las flores visitadas por aves especializadas producen pequeños volúmenes de néctar (valores aproximados a 0,01–0,03 ml; Nicolson 2007, Johnson & Nicolson 2008) de concentraciones por lo general superiores a 15% (Mancina *et al.* 2017). Un colibrí debe visitar cientos de flores diariamente para cumplir sus requerimientos energéticos (Hainsworth & Wolf 1972, Stiles 1995) y el número de flores que visita se relaciona con la cantidad de néctar disponible en el área circundante (Araújo *et al.* 2011, Weinstein & Graham 2016).

Las decisiones de forrajeo de los colibríes se basan en

una gran cantidad de factores, entre ellos, la concentración de azúcar de las flores (Stiles 1976). Pero el consumo de un recurso dado depende del grado de sensibilidad a la concentración de azúcar del individuo o especie (Bateson & Kacelnik 1998) y sus decisiones de visita se condicionan por la calidad y cantidad de la recompensa (Calder *et al.* 1990, Carpenter *et al.* 1991, Roberts 1996, González-Gómez & Vásquez 2006, Bacon *et al.* 2010), así como por la probabilidad de acceder al recurso (*e.g.*, Pyke 1978). Debido a la necesidad de escoger los recursos que generan mayores recompensas, estas aves pueden llegar a distinguir concentraciones que difieren solo en un 1% (Blem *et al.* 2000), y aunque los nectarívoros también visitan flores que no ofrecen recompensas óptimas (Irwin 2000, Nachev *et al.* 2017), generalmente se observa preferencia en el consumo por el tipo de recurso más provechoso (*e.g.*, Stiles 1976, Stromberg & Johnsen 1990, Blem *et al.* 2000, Fleming *et al.* 2004).

Las flores polinizadas por colibríes (ornitófilas) por lo general tienen néctares más diluidos que aquellas polinizadas por insectos (entomófilas), presentando concentraciones entre 20 y 25% (Percival 1974, Baker 1975, Stiles & Freeman 1993, Leseigneur & Nicolson 2009). Esto concuerda con estudios teóricos como el de Kingsolver & Daniel (1983) que proponen que el nivel óptimo de néctar para consumo de colibríes se encuentra entre 20–25% para volúmenes pequeños y entre 35–40% para volúmenes grandes. De forma similar, Heyneman (1983) afirma mediante el análisis de modelos matemáticos que la concentración con mayor eficiencia de absorción de azúcar depende de la composición del néctar, para soluciones puras en sacarosa el óptimo es de 22% y en presencia de otros componentes es de 26%, sin embargo, estos estudios se fundamentan en mecanismos de captura de néctar en la lengua por capilaridad, pero la lengua de los colibríes es una estructura dinámica que funciona con

trampas de fluido y micro-bombas elásticas (Rico-Guevara & Rubega 2011, Rico-Guevara *et al.* 2015, Rico-Guevara *et al.* 2019). De forma complementaria, se ha reportado que ciertas especies de colibríes prefieren porcentajes altos de sacarosa (60%; Roberts 1996); investigaciones en condiciones semejantes reflejan que algunas especies no muestran predilección por ninguna concentración específica (Blem *et al.* 1997). Estos resultados deben ser reevaluados bajo condiciones naturales para conocer cuáles son las concentraciones óptimas de consumo de néctar y las preferencias de las diferentes especies.

Como se ha mencionado, gran parte de los estudios que determinan las concentraciones de azúcar en el néctar preferidas por colibríes se han realizado en condiciones de laboratorio; estos pueden incluir sesgos y discrepancias respecto a las preferencias de los colibríes en ensamblajes naturales (Chalcoff *et al.* 2008), donde las cuales son generalmente desconocidas. Los colibríes en condiciones naturales presentan preferencia por ciertas fuentes de néctar según características del área (Miller *et al.* 1985, Brown & Gass 1993) y el beneficio energético ofrecido (Bacon *et al.* 2010). Por lo tanto, el objetivo principal del presente estudio es realizar una caracterización de los patrones de forrajeo y dilucidar si existe preferencia del ensamblaje de colibríes por alguna concentración en particular. Para esto, se evaluó un amplio espectro (10% a 60%, análogo al encontrado en flores ornitófilas), reevaluando los resultados planteados por modelos matemáticos y estudios previos (*e.g.*, Kingsolver & Daniel 1983, Leseigneur & Nicolson 2009) en los cuales se reportan como óptimos los recursos con concentración entre 20-25%. Por ello y para la realización de este estudio sobre alimentación (en condiciones con individuos libres y buscando la caracterización más completa), se planteó un análisis de preferencia del recurso analizando el consumo general, la duración de la visita y la cantidad de tomas en cada concentración.

Cabe resaltar que los patrones de forrajeo no son homogéneos en todas las especies de colibríes inclusive en bebederos artificiales, como señalan Collins (2008) y Avalos *et al.* (2012), la habilidad de extraer néctar depende de las características

morfológicas de cada especie (*e.g.*, la longitud del pico; Wolf *et al.* 1975, Feinsinger & Colwell 1978). Así mismo, los requerimientos energéticos de los individuos son dependientes del tamaño corporal (Wolf & Hainsworth 1977, Brown *et al.* 1978, Beuchat *et al.* 1990) y por lo tanto cambian entre especies. Debido a esto, se analizó la preferencia por el recurso artificial discriminando según la especie, bajo la hipótesis de que pueden generarse variaciones entre las especies presentes (*e.g.*, Krebs 1982, Tobias 1997, Richards 2002, Bacon *et al.* 2010) e incluso en la misma especie, en aquellas con dicromatismo sexual marcado.

El objetivo principal de este estudio es caracterizar los patrones del comportamiento de forrajeo y de preferencia por el recurso en el ensamblaje y por especie por medio de variables como la cantidad de visitas, el consumo volumétrico y calórico, la duración de las visitas y el número de tomas.

Efecto de características externas sobre el forrajeo.-

Simultáneamente, se evaluaron características externas que pudieran estar interfiriendo en el comportamiento de forrajeo: la temporalidad de acceso al recurso y la presencia de competidores.

En condiciones naturales los colibríes ajustan su forrajeo puesto que el néctar varía en concentración y volumen a lo largo del día (Ramírez-Burbano *et al.* 2021), por lo cual, se esperaba que los patrones de visita pudieran cambiar al variar la hora (Kohler *et al.* 2006), al igual que puede ocurrir con el consumo calórico (Snow & Snow 1988, Martínez del Rio *et al.* 2001). En condiciones estables del recurso, se esperaba que el consumo y los patrones de visita se mantuvieran parcialmente invariables en el tiempo. Por lo cual, las variables para caracterizar el forrajeo se evaluaron a lo largo del día y algunas se compararon entre meses.

La presencia de competidores en el área puede afectar el acceso al recurso, ya sea por desplazamiento o por explotación del recurso remanente (Begon *et al.* 2006). Factores como la cantidad del néctar (Wolf 1970, Stiles & Wolf 1970) y el aumento del porcentaje de sacarosa incrementa las

interacciones y persecuciones entre individuos (Camfield 2006, Rousseu *et al.* 2014). Lo anterior implica que el forrajeo pueda cambiar en presencia de competidores, y para ello, las variables de forrajeo se analizaron en función de esto. Como objetivo secundario se pretendió analizar la variación temporal de los patrones de forrajeo (a corto y largo plazo) y la influencia de la competencia por el recurso en las variables de ingesta de néctar mencionadas.

Variantes y novedades del estudio.- La ecología de forrajeo de colibríes también puede estudiarse en condiciones seminaturales como las analizadas en el presente estudio, por ejemplo en áreas intervenidas con la implementación de fuentes suplementarias de alimento como los bebederos artificiales, cuya popularidad ha aumentado considerablemente en las últimas décadas (Kummer & Bayne 2015). Pero, este tipo de intervención humana puede operar a varios niveles, causando modificaciones en el hábitat y en el comportamiento de las especies (*e.g.*, Mast *et al.* 2003, Arizmendi *et al.* 2008, Mcaffrey & Wethington 2008, Jones 2011). Si bien los bebederos artificiales brindan recursos con composición agua-azúcar similar a aquellos que ofrecen las flores visitadas por colibríes en condiciones naturales, los bebederos generan una serie de condiciones diferentes para su forrajeo. De hecho, los bebederos artificiales son fuentes de néctar que generalmente podrían considerarse ilimitadas y permanentes y, en estos espacios, es usual la ausencia de variabilidad espacial y temporal, la falta de restricciones de acceso y la disponibilidad de perchas artificiales, que generan dinámicas ecológicas atípicas (Avalos *et al.* 2012). Los bebederos atraen especies que no se avistan frecuentemente en situaciones naturales debido a sus preferencias de microhábitats distintas (como sotobosque y dosel) y se generan interacciones (como jerarquías de dominancia) diferentes a las que ocurren en situaciones naturales. Por el contrario, los individuos que se alimentan en bebederos incrementan la eficiencia en la consecución del recurso (Brodin & Clark 2007), disminuyendo el tiempo de forrajeo, el gasto energético de conseguirlo, y reduciendo el riesgo de tener que explorar una fuente de alimento nueva (Greenberg 1984) o de menor calidad (Bacon *et al.* 2010) y también el gasto energético relacionado con el

desplazamiento entre recursos.

Si bien el estudio de los comportamientos de los colibríes en bebederos no es necesariamente una proyección idéntica de su preferencia de forrajeo en flores, este estudio proporciona información valiosa y novedosa, pues existe muy poca información sobre la preferencia por la concentración de azúcar del recurso analizando especies del Neotrópico, y menos incluyendo en conjunto el ensamblaje de colibríes o estudiando el comportamiento de forrajeo con individuos libres (*e.g.*, O'Connor 2017, Cortes-Cano 2018, Ramírez-Burbano *et al.* 2021). En efecto, los estudios con individuos libres prescinden de algunas limitaciones de los estudios del laboratorio, como aquellas relacionadas con el estrés inducido por el cautiverio, el movimiento no restringido, las interacciones entre los colibríes, y además permiten atraer números altos de individuos, que hacen posible análisis estadísticos más potentes. Por otro lado, los estudios llevados a cabo en Colombia no han analizado una amplia variación de concentraciones (como la del presente estudio, entre 10-60%), no se enfocan en su totalidad en registrar la actividad entorno a bebederos (Ramírez-Burbano *et al.* 2021) y han trabajado con cantidades menores de observaciones (Cortes-Cano 2018). Por lo cual, los resultados de este trabajo permiten estudiar en detalle los comportamientos de este grupo de aves en ambientes parcialmente intervenidos, conocer cómo se desarrollan las estrategias de forrajeo fuera de las flores; con la ventaja que la inclusión del factor de competencia libre posibilita entender las dinámicas inter e intraespecíficas que se generan para acceder a los recursos.

Materiales y métodos

Área de estudio.- El Centro de Investigación Colibrí Gorriazul está situado en la vertiente occidental de la cordillera oriental de los Andes, en el departamento de Cundinamarca, en la vía entre La Aguadita y Fusagasugá, Vereda Tierra Negra (04°23'N y 74°21'W), a 1712 m de elevación en Colombia. La zona tiene un patrón de lluvias bimodal, con dos picos de precipitación, uno en abril – mayo, y otro en octubre – noviembre. El área de estudio está ampliamente

intervenida, si bien se presentan unos pocos parches y cercas vivas de vegetación nativa pertenecientes a coberturas naturales o seminaturales (rastros y vegetación secundaria, bosques en pendientes, guaduales), en el área predominan pastizales y cultivos de frutas de clima templado, hortalizas, y especialmente de café y plátano, entremezclados con árboles aislados remanentes. Los recursos florales se componen tanto de especies y variedades nativas (*Calliandra pittieri*, *Erythrina edulis*, *E. poeppigiana*, *Trichanthera gigantea*, *Inga* sp., *Pyrostegia venusta*, *Melaleuca citrina*, *Streptosolen jamesonii*, entre otras más raras), como foráneas introducidas en patios o jardines (*Abutilon* spp. o *Thunbergia alata*), todas estas plantas son consumidas por colibríes, dando lugar a un ensamblaje de visitantes con preferencias y requerimientos de hábitat diversos.

En los análisis se incluyeron únicamente las especies más comunes en el área dado que las interacciones entre otras especies fueron mínimas (menos del 1% de las visitas), según su masa corporal se registraron: *Saucerottia cyanifrons*, *Amazilia tzacatl*, *Colibri cyanotus*, *Phaethornis guy*, *Colibri delphinae*, *Chalybura buffoni*, *Anthracothorax nigricollis* (de las últimas dos especies se registraron los datos de machos adultos y sub-adultos independientemente de hembras y juveniles, puesto que presentan un claro dicromatismo sexual) y *Colibri coruscans*. Las especies de este ensamblaje varían en preferencia de hábitat (espacios abiertos, zonas de regeneración y bordes de bosque), la abundancia entre especies o sexos no es equitativa comparativamente, y además, es variable a lo largo del año; los bebederos atraen especies con diferentes estrategias de forrajeo y especificidad en flores (ver detalle de las características de las especies del ensamblaje de visitantes en la Tabla 1); se presentaron medidas de masa de 641 individuos de la población local de colibríes Rico-Guevara *et al.* Datos no publ.; los datos de la abundancia, jerarquía de dominancia y grado de especificidad en flores también se especifican a partir de datos tomados en el Centro de Investigación Colibrí Gorriazul; la estrategia se toma a partir de observaciones personales en el mismo Centro de Investigación). Dado que para algunas especies se pueden distinguir comportamientos entre sexos, se maneja el término

especie-sexo para hacer referencia a todas las categorías empleadas para los análisis.

Realización del montaje y grabación.- Se realizó un montaje donde se dispusieron en línea recta cuatro bebederos tipo jeringa (de 60 ml sin aguja) a los que se les adaptó en la punta una banda elástica de color rojo que sirve como atrayente (Fig. 1). Estos bebederos fueron separados entre sí 40 cm, distancia probada con ensayos previos al experimento para asegurar que no hubiese interferencia física (choques o agresiones) entre individuos alimentándose simultáneamente (N. Téllez, com. pers). Los cuatro bebederos se ubicaron en línea (ordenados aleatoriamente), cada uno con una concentración de néctar diferente (10%, 20%, 40% y 60%), a esta agrupación se le denominó montaje. Cada día se cambiaron de posición los bebederos dentro del montaje según un patrón de ordenación aleatorio. Se realizaron tres series iguales de cada montaje y se replicaron los muestreos. Las concentraciones de néctar fueron medidas y confirmadas con un refractómetro (ATAGO, Master-53T y Master-4T, Brix 0,0% a 53,0% y 45,0% a 82,0% respectivamente). El registro de los patrones de forrajeo se realizó en cinco momentos de 45 minutos continuos (iniciando a las 7:00, 9:00, 12:00, 14:00 y 16:00 horas) durante cuatro días cada mes en septiembre, octubre y diciembre de 2016 y febrero de 2017. Los registros de las tres series se grabaron simultáneamente con videocámaras JVC GC-PX100 (resolución 640×360, velocidad de 60 cuadros por segundo). Cada día, los bebederos se presentaron a los individuos una hora antes de iniciar el registro, para que de esta manera probaran, distinguieran, y reconocieran la posición de las diferentes concentraciones. Adicionalmente, hay que tener en cuenta que desde antes de la ejecución de los muestreos, se encontraban otros bebederos permanentes en el área (a más de 10 m del ensayo), cuya concentración osciló entre 18–20%.

Patrones de forrajeo.- Un colibrí al llegar a un montaje pudo consumir de uno o varios bebederos, es decir, que un individuo que visitó dos bebederos realizó dos visitas. Cada visita se subdividió en tomas, se consideró como una toma desde el momento en que el individuo ingresó su pico a la boquilla del bebedero

Tabla 1. Características de las especies más comunes en la zona registradas e incluidas en los muestreos. Los niveles de abundancia se dividen en Alto, Medio y Bajo. La variación de la abundancia hace referencia a si la especie permanece todo el tiempo en el área (Constante) o presenta cambios debido a migraciones locales o ausencia en bebederos (Variable). El nivel jerarquía está determinado por resultados de análisis jerárquicos bayesianos y cantidad de interacciones de las especies en la zona: Bajo (especies con pocas interacciones o alta cantidad de derrotas); Medio (niveles variables de agresión, pero que no alcanzan rangos altos de las jerarquías); Alto (especies muy agresivas, alta cantidad de victorias y niveles altos en la jerarquía). Estrategia típica de forrajeo: Territorial (defiende activamente un recurso); Oportunista (ocasionalmente defiende, pero varían según las distribuciones de flores y los competidores); Rutero (se desplaza en ruta por varios recursos sin defenderlos). Estrato típico de forrajeo: Sotobosque (forrajea en estratos bajos de vegetación, casi siempre menor a 3 metros de altura), Dosel (forrajea en el estrato alto de la vegetación); Intermedio (estrato entre el sotobosque y dosel); Múltiple (usa dos o más niveles previamente descritos). Grado especificidad en flores: Generalista (aprovecha cualquier recurso floral presente en el área); Intermedio (usa varios recursos florales, pero de una limitada cantidad de especies); Especialista (por su morfología de pico es estricto en el consumo de flores).

Abreviatura	Especie/Sexo	Masa (g) Del Hoyo et al. 1992 y Billerman et al.	Masa (g) Rico-Guevara et al. Datos no publ.		N	Longitud total cm. (Ayerbe Quiñones 2015)	Climen total mm. (Ayerbe Quiñones 2015)	Habitat (Billerman et al. 2022)	Abundancia (Téllez-Colmenares et al. en prep.)	Variación abundancia en el periodo de muestreo	Nivel jerarquía (Téllez-Colmenares et al. en prep.)	Elevación (m) (Ayerbe Quiñones 2022)	Estrategia típica de forrajeo	Estrato típico de forrajeo	Grado especificidad en flores (Fernandes Datos no publ.)
			X	DE (°)											
SCY	<i>Saucerottia cyanifrons</i>	5	4,93	0,36	79	9	18	Bosques abiertos, bordes de bosques húmedos subtropicales, zonas de claros en matrices de arbustos, hábitats abiertos secos, jardines y áreas cultivadas.	Alta	Constante	Bajo	400-2100	Oportunista	Múltiple	Generalista
ATZ	<i>Amazilia tzacatl</i>	5	5,1	0,36	55	9	20	Áreas variadas incluidos claros, jardines, bordes de bosque y algunos bosques secundarios.	Alta	Constante	Bajo	0-1900	Oportunista	Múltiple	Generalista
CCY	<i>Colibri cyanotus</i>	4,8-5,3	5,44	0,4	23	9,3	20	Bordes de bosque montano, claros y pastizales con árboles.	Media	Variable	Medio	600-3200	Oportunista	Múltiple	Intermedio
PGU	<i>Phaethornis guy</i>	6	6,51	0,77	5	12,5	43	Sotobosque de bosques montanos, bordes de bosque y bosques secundarios altos adyacentes.	Baja	Constante	Bajo	600-2200	Rutero	Sotobosque	Especialista
CDE	<i>Colibri delphinae</i>	5,5-8,0	6,82	0,55	30	10,5	18	Dosel y bordes de bosque húmedo, vegetación secundaria alta, hábitats semiabiertos como plantaciones de café y claros en zonas de arbustales.	Baja	Variable	Alto	600-2600	Territorial	Múltiple	Intermedio
CBUh	<i>Chalybura buffoni</i> Hembra	5,9-6,9	5,89	0,35	16	11	25	Bosques secos, nublados y húmedos, bordes de bosque, cafetales, hábitats semiabiertos y de crecimiento secundario.	Baja	Variable	Medio	0-1800	Oportunista	Intermedio	Intermedio
CBUm	<i>Chalybura buffoni</i> Macho	6,0-7,3	7,17	0,48	93	11	25		Media	Variable	Alto	0-1800	Territorial	Intermedio	Intermedio
ANih	<i>Anthracothorax nigricollis</i> Hembra	6,0-7,1	7,9	0,63	15	10,5	25	Vegetación abierta con presencia de arbustos y árboles dispersos, parques y jardines en áreas pobladas, plantaciones agrícolas, bordes de bosques, bordes de ríos, bordes de caminos y otros paisajes fragmentados y degradados.	Media	Variable	Medio	0-2000	Oportunista	Dosel	Intermedio
ANIm	<i>Anthracothorax nigricollis</i> Macho	6,9-7,5	7,92	0,49	226	10,5	25		Media	Variable	Alto	0-2000	Territorial	Dosel	Intermedio
CCO	<i>Colibri coruscans</i>	5,8-8,5	8,64	0,72	99	13	25	Bordes de bosque, zonas de bosque abierto, jardines, cultivos, subpáramo y páramo.	Media	Variable	Alto	1200-3600	Territorial	Múltiple	Intermedio

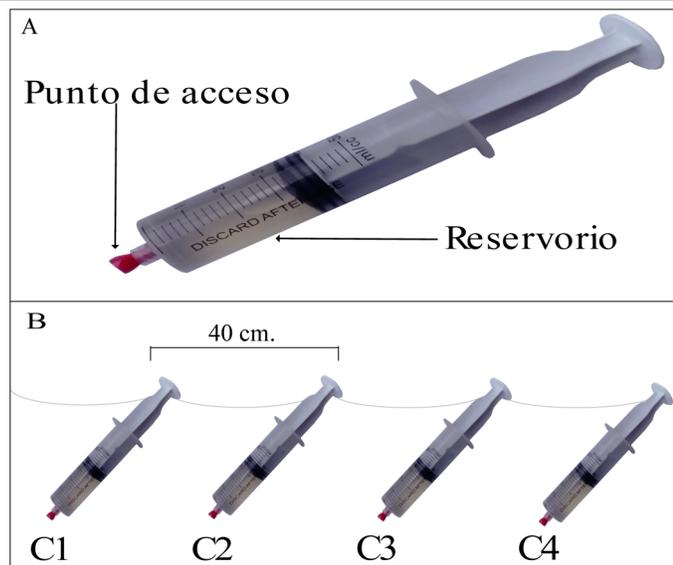


Figura 1. (A) Detalle del tipo de bebedero artificial empleado en el presente estudio señalando sus partes (B) Especificaciones sobre la organización del montaje y el espaciado entre bebederos; C1, C2, C3 y C4 corresponden cada una a concentraciones diferentes, según la disposición aleatoria establecida para cada día de grabación.

para tomar el néctar hasta el momento en que lo retiró; es decir, una visita puede constar de una o más tomas. De cada visita se obtuvieron datos de duración y número de tomas. Por otro lado, el consumo general volumétrico se cuantificó midiendo el volumen de néctar restante en cada bebedero al finalizar el intervalo de grabación, es decir, se obtuvo un dato por bebedero e intervalo de 45 minutos. Para cuantificar el consumo calórico se consideró que 1 grado brix equivale a 1g de sacarosa en 100g (o ml) de solución.

Competidores: Para analizar las posibles diferencias comportamentales por competencia, los datos de visitas y tomas fueron organizados en dos grupos dependiendo de la ausencia o presencia de competidores: 1) Visita de escogencia libre (sin interferencia) - VEL: Al iniciar la visita el individuo tenía todas las opciones libres y mientras consumía no era molestado por otro colibrí ni por abejas. 2) Visita con interferencia - VIN: Casos en los cuales el primer individuo que llegaba al montaje (individuo focal) podía elegir entre todas las opciones y luego sufría una o varias interrupciones debido a la llegada o ataque de otros colibríes.

Síntesis forrajeo: Por lo tanto, para caracterizar los patrones de forrajeo se cuantificó el uso del recurso mediante las siguientes variables: 1) Cantidad o número de visitas (de VEL y VIN, por concentración y por especie/sexo); 2) Consumo general volumétrico y calórico, consumo mensual (discriminando por concentración); 3) Tiempo de visita (duración) y 4. Número de tomas por visita (cantidad de veces que el individuo accede a la boquilla de un bebedero), estas dos últimas se evaluaron según la concentración del recurso, la especie/sexo y la hora. La temporalidad y los sets de datos con o sin competidores son categorías para la descripción del forrajeo.

Análisis estadísticos.-Todos los análisis presentados se llevaron a cabo en el programa R 4.1.2 (R Core Team 2020) con los paquetes "stats", "dplyr" (Wickham *et al.* 2021) y "ggplot2" (Wickham 2016). Previo a la aplicación de pruebas estadísticas se evaluaron los criterios de homocedasticidad y probabilidad de procedencia de una distribución normal para los datos.

Número de visitas y consumo general: Se analizó el consumo general de néctar de todas las especies en términos de mililitros y de consumo calórico. Luego se analizaron los datos de cada concentración en términos de consumo total y mensual, para ello se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) no paramétricos de una vía (test de Kruskal-Wallis). Además, se establecieron comparaciones pareadas empleando la prueba de suma de rangos de Wilcoxon para la variable dependiente (consumo total) en función de la concentración.

Se realizaron análisis descriptivos (composición y distribución de variables; complementado con histogramas y gráficos de barras) de la variable dependiente número de visitas, discriminando por set de datos (VEL y VIN), por concentración y por especie (variables independientes). Complementariamente, se hizo una comparación por medio de una prueba χ^2 ("ji cuadrado") de las observaciones de sumatoria de visitas por especie entre los grupos VEL y VIN.

Tiempo de visita y número de tomas: para las otras dos variables dependientes, tiempo de visita y el

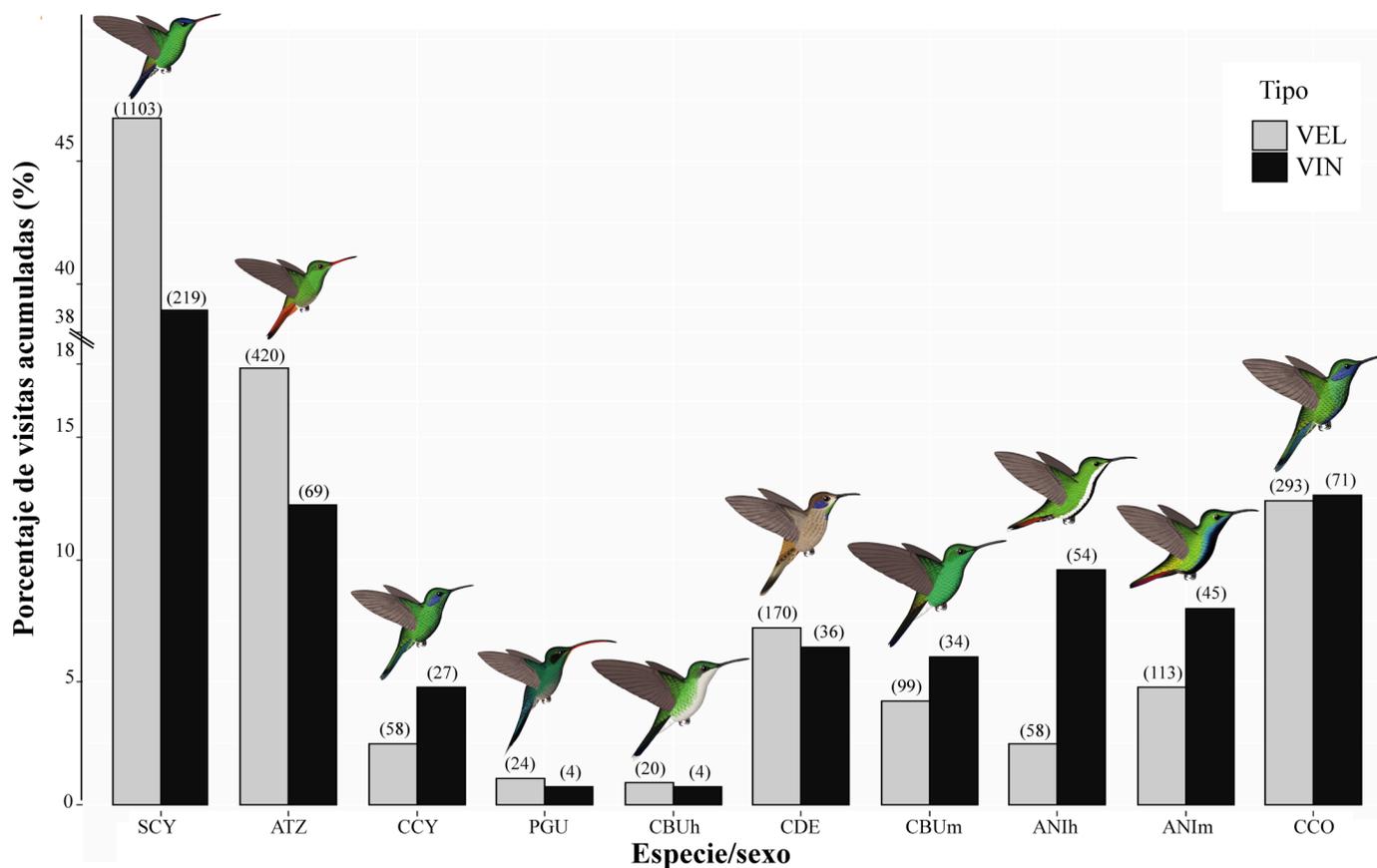


Figura 2. Proporción acumulativa de las visitas de todo el muestreo registradas para cada especie o sexo respecto a cada set de datos (VEL - visita de escogencia libre y VIN- visita con interferencia). Sobre cada barra se presenta la sumatoria de las visitas registradas. Las especies están ordenadas de menor a mayor masa corporal (Del Hoyo *et al.* 1999 y Billerman *et al.* 2022). Para los códigos (o abreviaturas) de especie y/o sexo, véase Tabla 1. Ilustraciones colibríes: Fernando Ayerbe Quiñones.

número de tomas, se evaluó el efecto sobre estas de la concentración del recurso, la especie y la hora, por medio de análisis de varianza ANDEVA no paramétricos de una vía (test de Kruskal-Wallis) y de dos vías. Finalmente, para las dos primeras variables (concentración del recurso y especie) se realizaron comparaciones pareadas empleando la prueba de suma de rangos de Wilcoxon, con ajuste del valor- p (P) mediante el método de Benjamini & Hochberg (1995).

Resultados

Número de visitas.- Se registraron y validaron 2.921 visitas a los bebederos. En el grupo VEL se incluyeron 2.358, con un promedio de duración de la visita de $7,78 \pm 7,46$ segundos (mediana=5,78 s). Por otra parte, en el grupo VIN se registraron 563 visitas, con tiempo promedio de duración de $12,08 \pm 10,15$ segundos

(mediana=10,40 s).

Las especies más pequeñas acumularon el mayor porcentaje de visitas, especialmente en ausencia de competidores, *S. cyanifrons* reportó el 46,78% en datos VEL y 38,9% en datos VIN, seguida de *A. tzacatl* (VEL: 17,81%; VIN: 12,26%). Por el contrario, las especies más grandes (*C. coruscans*, *C. buffoni* machos y *A. nigracollis* ambos sexos) presentaron un número intermedio de visitas, pero los registros fueron más frecuentes en presencia de competidores (VIN, Fig. 2). Las hembras de *C. buffoni* y *P. guy* fueron los dos grupos con menor proporción total de llegadas, cada uno registró valores del 1% o menos en cada set de datos (Fig. 2).

Consumo general.- En cuanto al consumo de néctar, éste cambió en función de la concentración de azúcar en el néctar (volumen consumido (ml)): Kruskal-Wallis

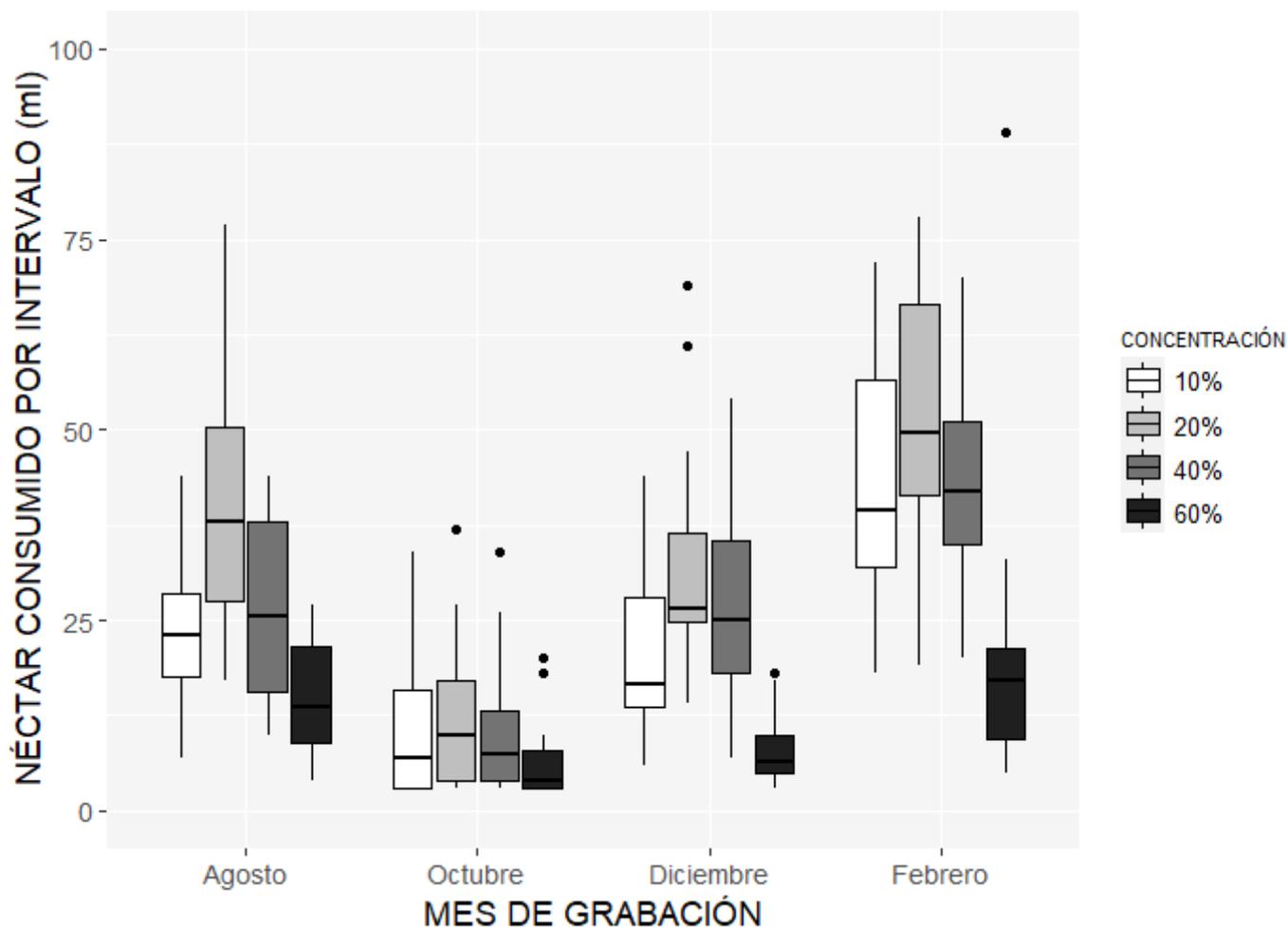


Figura 3. Consumo promedio volumétrico general (VEL - visita de escogencia libre y VIN- visita con interferencia, todas las especies) por intervalo y réplica diferenciando los meses de grabación y las distintas concentraciones de néctar. Se señala la mediana en cada elemento del box-plot. *Valores semejantes entre las muestras con néctar del 10% y 40% (Wilcoxon= 0,42). Entre los meses el consumo volumétrico varió significativamente en función de la concentración (Kruskal-Wallis $\chi^2=116,810$, $gl=3$, $P<0,001$).

$\chi^2=65,421$, $gl=3$, $P<0,001$; calorías consumidas (cal): Kruskal-Wallis $\chi^2=100,320$, $gl=3$, $P<0,001$). Todas las concentraciones difirieron entre sí en cuanto a volumen y calorías consumidas (Wilcoxon $<0,05$). Con respecto al volumen, la preferencia fue mayor en la concentración del 20% y menor en la del 60% y se presentaron valores semejantes entre las muestras con néctar del 10% y 40% (Fig. 3; Wilcoxon= 0,42). Sin embargo, al evaluar las calorías aportadas por la cantidad de néctar consumido, se presentó un consumo calórico mayor en la concentración de 40%, seguido por 20 y 60%, que no presentaron diferencias significativas (Wilcoxon= 0,87) y en último lugar la de 10% (Fig. 4).

Así mismo, entre los meses evaluados, el consumo

volumétrico varió significativamente en función de la concentración (Kruskal-Wallis $\chi^2=116,810$, $gl=3$, $P<0,001$; Fig. 3), tal como ocurrió con el consumo general calórico (Kruskal-Wallis $\chi^2=98,073$, $gl=3$, $P<0,001$; Fig. 4), siendo mayor en febrero y menor en octubre, aunque el comportamiento según la concentración se mantuvo constante entre meses. El número de visitas varió en función de cada concentración (Kruskal-Wallis $\chi^2=21,687$, $gl=3$, $P<0,001$), de igual forma, la concentración de 10% registró un menor aprovechamiento y se diferenció de las demás (Wilcoxon $<0,05$).

Tiempo de visita.- Considerando los datos de escogencia libre (VEL), el tiempo de visita de todas las especies-sexos en cada concentración fue

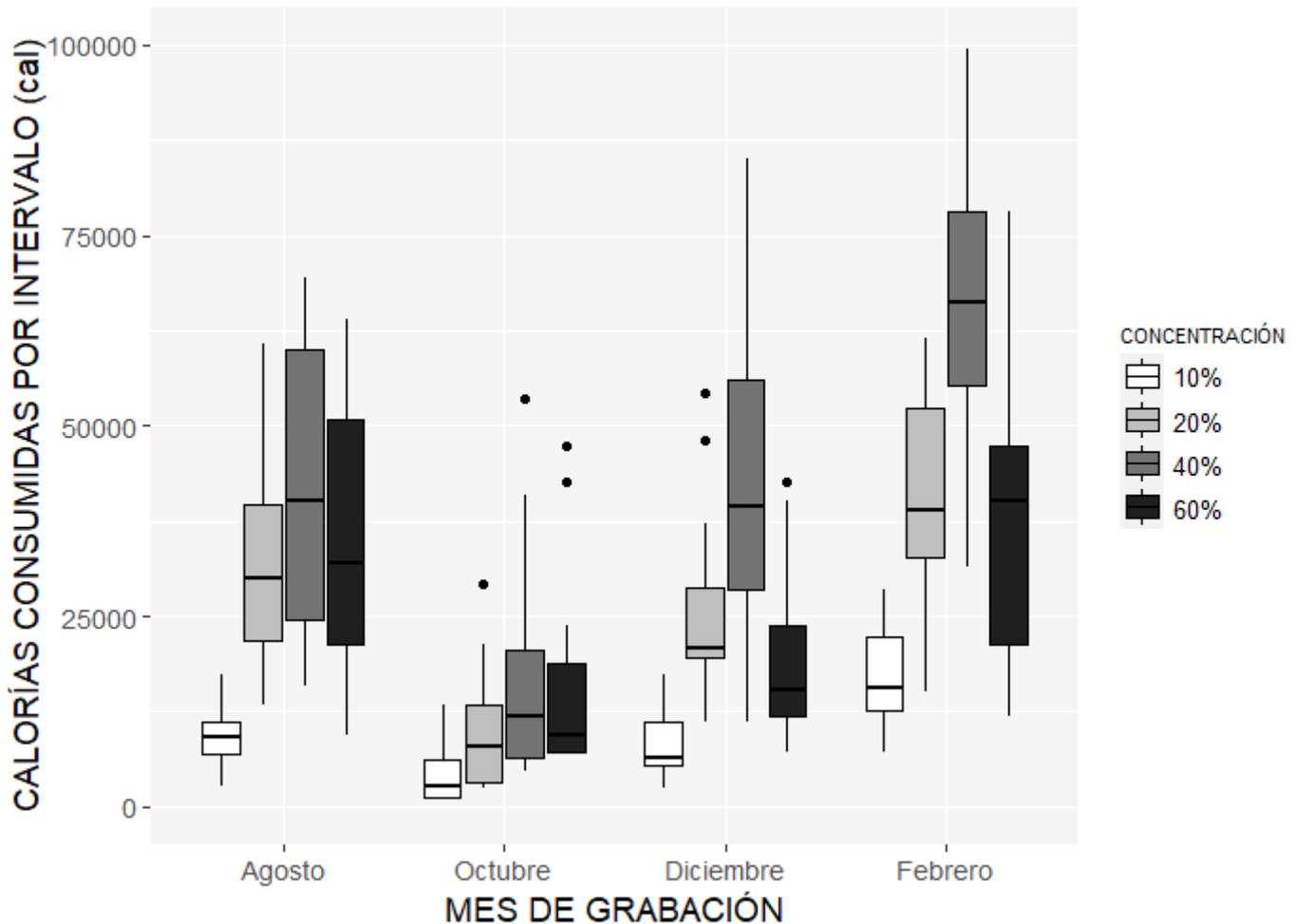


Figura 4. Calorías promedio consumidas (VEL - visita de escogencia libre y VIN- visita con interferencia, todas las especies) por intervalo diferenciando los meses de grabación y las distintas concentraciones de néctar. Se señala la mediana en cada elemento del box-plot. *Valores semejantes entre las muestras con néctar del 20% y 60% (Wilcoxon= 0,87). Entre los meses el consumo calórico varió significativamente en función de la concentración (Kruskal-Wallis $\chi^2=98,073$, $gl=3$, $P<0,001$).

significativamente diferente (Kruskal-Wallis $\chi^2=112,420$, $gl=3$, $P<0,001$). La concentración de 10% fue la que presentó menores tiempos de visitas (10%: $5,2 \pm 5,6$ s; 20%: $8,1 \pm 7,1$ s; 40%: $8,8 \pm 7,8$ s; 60%: $8,5 \pm 8,1$ s) y fue la única concentración que evidenció diferencias significativas con las otras tres (Wilcoxon $<0,001$). En cuanto a VIN, si bien la concentración también influyó en el tiempo de visita (Kruskal-Wallis $\chi^2=14,324$, $gl=3$, $P<0,01$), en todas las concentraciones la duración promedio de visita fue mayor que para VEL (10%: $9,7 \pm 9,2$ s; 20%: $11,3 \pm 8,6$ s; 40%: $12,6 \pm 9,6$ s; 60%: $14,3 \pm 12,3$ s) y sólo se presentaron diferencias entre la concentración de 10% y las dos mayores (40% y 60%; Wilcoxon $<0,01$).

De la misma forma, entre especies-sexos se presentaron diferencias significativas en la duración de

las visitas VEL (Kruskal-Wallis $\chi^2=54,106$, $gl=9$, $P<0,001$). Las hembras de *A. nigricollis* fueron el único grupo en presentar un promedio de tiempo de visita mayor a 10 segundos (11,7 segundos). Según la comparación pareada de Wilcoxon (Tabla 2), aquellas especies con tiempos de visita más semejantes fueron *S. cyanifrons* y los machos de *C. buffoni* (0,953); *C. cyanotus* con las dos especies anteriormente mencionadas y con *C. coruscans* (0,959); y *P. guy* con las hembras de *C. buffoni* y *C. delphinae* (cada una con valor de 0,959). Por el contrario, las especies-sexos con mayor grado de discrepancia en el tiempo de visita fueron *A. tzacatl* y las hembras de *A. nigricollis* (Wilcoxon $<0,001$), esta última también presentó un patrón significativamente diferente a varias de las especies registradas; *C. delphinae* aparte de diferir con *C. cyanotus* lo hace con la otra especie

Tabla 2. Análisis comparativo del tiempo de visita entre especies/sexos por medio de comparaciones pareadas de los valores de probabilidad de la prueba de suma de rangos de Wilcoxon (*Wilcoxon<0,05; ** Wilcoxon<0,01; y *** Wilcoxon<0,001). Se incluyen datos de visita de escogencia libre (VEL; matriz triangular inferior) y visita con interferencia (VIN; matriz triangular superior). Se muestra el promedio y mediana de cada grupo. Para los códigos (o abreviaturas) de especie y/o sexo, véase Tabla 1.

	SCY	ATZ	CCY	PGU	CBUh	CDE	CBUm	ANih	ANIm	CCO	\bar{x} / Mediana	n
SCY	-	0,226	0,97	0,97	0,423	0,4	0,423	0	0,23	0,23	9,83 / 7,82	219
ATZ	0,241	-	0,62	0,97	0,623	0,97	0,995	0,29	0,97	1	12,20 / 11,50	69
CCY	0,959	0,673	-	0,97	0,623	0,62	0,623	0,23	0,62	0,62	10,69 / 5,78	27
PGU	0,235	0,112	0,32	-	0,623	0,97	0,974	0,62	0,97	0,97	10,36 / 12,05	4
CBUh	0,188	0,111	0,27	0,96	-	0,68	0,623	1	0,97	0,68	14,84 / 14,88	4
CDE	<0,001	<0,001	0,04	0,96	0,858	-	0,974	0,42	0,97	0,97	12,81 / 10,64	36
CBUm	0,953	0,709	0,96	0,27	0,23	<0,01	-	0,42	0,97	1	13,12 / 11,39	34
ANih	<0,001	<0,001	0,02	0,46	0,858	0,24	<<0,05	-	0,62	0,42	17,19 / 14,61	54
ANIm	0,241	0,103	0,55	0,57	0,365	0,2	0,358	0,04	-	0,97	13,87 / 12,98	45
CCO	0,858	0,323	0,96	0,32	0,235	<0,01	0,86	<0,01	0,42	-	13,46 / 9,66	71
\bar{x} / Mediana	7,49 /	6,71 /	7,88 /	10,03 /	10,17 /	9,58 /	7,55 /	11,7 /	8,66 /	8,01 /		
	5,55	4,4	5,68	8,01	9,75	8,5	5,62	10,9	6,83	5,75	-	-
n	1103	420	58	24	20	170	99	58	113	293	-	-

del mismo género (*C. coruscans*), también con *S. cyanifrons*, *A. tzacatl* y con machos de *C. buffoni*.

En las visitas VIN, igualmente, el tiempo de visita varió en función de la especie-sexo (Kruskal-Wallis $\chi^2=25,579$, gl= 9, $P<0,01$). Sin embargo, en este set de datos únicamente se registraron diferencias significativas entre *S. cyanifrons* y las hembras de *A. nigricollis* (Wilcoxon<0,01); para el resto de especies la semejanza entre categorías fue bastante alta, donde la mayor semejanza se presentó entre *A. tzacatl*, *P. guy* y los machos de *A. nigricollis* (Tabla 2).

Complementariamente, el tiempo de visita varió levemente por influencia conjunta de la concentración y la especie-sexo (ANDEVAs dos vías), pero los resultados no son estadísticamente significativos ($F=1,422$; $P=0,074$. Anexo 1). En los datos VEL, algunas especies-sexo presentaron tiempos similares en todas las concentraciones, aunque con una ligera baja en el tiempo de visita en la concentración de 10%. Los individuos de *C. delphinae* y *C. cyanotus* registraron adicionalmente un bajo tiempo de visita de la

concentración más alta (promedio bajo aunque para la segunda especie los datos contaron con alta variación). Por otro lado, las hembras de *A. nigricollis* además de bajo tiempo de consumo en 10%, presentaron una alta duración de visita en la concentración de 40%. Los individuos de *P. guy* visitaron por más tiempo la concentración de 60% (el promedio de visita fue el más alto de todas las especies, aunque la variabilidad fue amplia). De manera contraria, las hembras de *C. buffoni* registraron tiempos elevados de visita en la concentración de 10% (con pocos datos) y 40%, con un bajo tiempo en la concentración de 20% (Anexo 1).

El mismo comportamiento se presentó en las visitas VIN, el tiempo de visita en *S. cyanifrons* aumentó por lo general gradualmente a medida que la concentración fue mayor, de igual manera ocurrió con las hembras de *A. nigricollis*, aunque la diferencia entre el tiempo de visita de 40% y 60% no fue significativa estadísticamente ($F=1,206$; $P=0,226$. Anexo 2). Además, *A. tzacatl* fue la única especie con tiempos de visita semejantes entre concentraciones.

Las hembras de *C. buffoni* e individuos de *P. guy* presentaron un consumo elevado de 10% y 20%. Por otro lado, *C. delphinae* y *C. cyanotus* se destacaron por el bajo tiempo de consumo en el alimento a 10%; y la otra especie del género, *C. coruscans*, por la preferencia en tiempo de visita por el néctar a 40%. Los machos de *A. nigricollis* presentaron elevado tiempo de consumo en 60%, seguida por la concentración de 10%; mientras tanto los machos de *C. buffoni* registraron mayor tiempo en el alimento a 20% y luego 60% (Anexo 2). Por otro lado, en ninguno de los ensayos el tiempo de visita fue susceptible a la temporalidad diaria (VEL: Kruskal-Wallis $\chi^2=3,821$, $gl=4$, $P=0,431$; VIN: Kruskal-Wallis $\chi^2=8,156$, $gl=4$, $P=0,086$).

Tomas.- El número de tomas VEL varió dependiendo de la concentración (Kruskal-Wallis $\chi^2=22,532$, $gl=3$, $P<0,001$). Se observó que en la concentración de 10% solo se presentó una toma por visita y difirió con respecto a las tres concentraciones restantes (dos tomas). Por otro lado, en el número de tomas VIN no se presentaron diferencias entre concentraciones (Kruskal-Wallis $\chi^2=4,670$, $gl=3$, $P=0,198$).

Entre especies también se presentaron diferencias en el número de tomas VEL (Kruskal-Wallis $\chi^2=53,947$, $gl=9$, $P<0,001$) y VIN (Kruskal-Wallis $\chi^2=28,676$, $gl=9$, $P<0,001$). Para el primer caso, los machos de *A. nigricollis* registraron un mayor número de tomas (Tabla 3), separándose del resto de especies-sexos, y no presentaron diferencias significativas con las hembras de su propia especie. La especie *C. coruscans* reportó variación respecto a la mayoría (5 de las 9 especies o sexos evaluados). Por el contrario, las especies-sexos que presentaron un patrón semejante en el número de tomas fueron las hembras de *C. buffoni* y *P. guy* (Wilcoxon=1,00), los machos de *C. buffoni* y *A. tzacatl*, *C. cyanotus* y *C. delphinae* (Wilcoxon=0,968), y el mismo *C. cyanotus* con hembras de *A. nigricollis* (Wilcoxon=0,912).

Complementariamente, entre intervalos de horas de grabación no se presentó variación del número de tomas VEL (Kruskal-Wallis $\chi^2=5,669$, $gl=4$, $P=0,225$), ni tampoco en las VIN (Kruskal-Wallis $\chi^2=10,382$, $gl=4$, $P<0,05$).

Discusión

Las decisiones de visita de un recurso se condicionan por la calidad y cantidad de la recompensa y la probabilidad de acceder al recurso (e.g., Pyke 1978); sin embargo, los colibríes también emplean recursos no óptimos. Por lo tanto, la preferencia de cada especie o individuo (Bateson & Kacelnik 1998), regula el patrón de forrajeo (o visita de los recursos). Igualmente, en el área intervenida del Centro de Investigación Colibrí Gorriazul y alrededores, las aves modifican sus comportamientos de alimentación y exploración (Marzluff *et al.* 2001).

Patrones de forrajeo.- Visitas, preferencia y consumo:

Se espera que al acceder a los recursos de alimentación los individuos prefieran el que ofrece mayor recompensa y beneficio neto (Roberts 1996, González-Gómez & Vásquez 2006, Bacon *et al.* 2010). En este estudio, el consumo general volumétrico y calórico del ensamblaje fue menor en 60% y 10% y mayor en las concentraciones intermedias, 20% en el análisis volumétrico y 40% en consumo calórico.

La preferencia general obtenida a partir del número total de visitas fue más alta en la concentración de 20%, tal como ocurre en otros estudios de ensamblajes de colibríes (Ruschi 1953, Teixeira *et al.* 2012), seguida luego por las concentraciones más altas y en último lugar por la más baja (10%), análogo a lo encontrado en nectarívoros paseriformes del género *Nectarinia* por Lotz & Nicolson (1996). Este resultado es consistente con el hecho de que concentraciones cercanas a 20% son las más frecuentes en las flores ornitófilas (Percival 1974, Baker 1975, Stiles & Freeman 1993, Leseigneur & Nicolson 2009); además, es acorde a que la calidad de néctar artificial es semejante a la ofrecida en el período previo al experimento y presente en los bebederos vecinos, por ende los colibríes pueden estar acostumbrados a consumir el recurso en esa concentración (Ruschi 1953, Bacon *et al.* 2010).

En este caso, a pesar de tener recursos con mayor concentración (40% y 60%), los individuos no siempre eligieron concentraciones de mejor calidad (contrario a Stiles 1976, Tamm & Gass 1986) y no consumieron

Tabla 3. Análisis comparativo del número de tomas entre especies/sexos por medio de comparaciones pareadas de los valores de probabilidad de la prueba de suma de rangos de Wilcoxon (*Wilcoxon<0,05; ** Wilcoxon<0,01; y *** Wilcoxon<0,001). Se incluyen datos de escogencia libre (VEL; matriz triangular inferior) y visita con interferencia (VIN; matriz triangular superior). Se muestra el promedio y mediana de cada grupo. Para los códigos (o abreviaturas) de especie y/o sexo, véase Tabla 1.

	SCY	ATZ	CCY	PGU	CBUh	CDE	CBUm	ANlh	ANlm	CCO	\bar{x} / Mediana	n
SCY	-	0,102	0,102	0,857	0,857	1	1	0,036	0,027	0,857	2,8 / 2	219
ATZ	0,075	-	0,79	0,611	0,857	0,3	0,3	0,424	0,274	0,133	3,1 / 3	69
CCY	0,81	0,328	-	0,469	0,857	0,172	0,177	0,857	0,857	0,103	3,7 / 3	27
PGU	0,452	0,857	0,424	-	0,857	0,857	0,857	0,469	0,388	0,926	2,3 / 2	4
CBUh	0,566	0,857	0,461	1	-	0,857	0,857	0,806	0,697	0,806	2,8 / 2,5	4
CDE	0,776	0,152	0,968	0,425	0,496	-	1	0,102	0,062	0,857	2,7 / 2	36
CBUm	0,438	0,968	0,436	0,857	0,857	0,424	-	0,102	0,062	0,857	2,6 / 3	34
ANlh	0,655	0,255	0,912	0,424	0,451	0,857	0,424	-	0,857	0,062	3,9 / 4	54
ANlm	<0,001	<0,001	0,05	<0,05	0,05	<0,01	<0,001	0,086	-	0,038	4,2 / 4	45
CCO	<0,001	0,217	0,045	0,857	0,857	<0,01	0,436	0,05	<0,001	-	2,7 / 2	71
\bar{x} / Mediana	1,8 / 1	1,7 / 1	1,8 / 1	1,4 / 1	1,6 / 1	1,9 / 1	1,7 / 1	2,0 / 1	2,7 / 2	1,8 / 1	-	-
n	1103	420	58	24	20	170	99	58	113	293	-	-

mayor volumen de estas. A partir de lo que se conoce hasta ahora sobre la mecánica de extracción de néctar por micro-bombeo no hay modelos matemáticos sobre la preferencia de néctar, pero se sugiere que las restricciones físicas sean las principales determinantes de la relación polinizador-concentración de néctar (Rico-Guevara *et al.* 2015). Pero también se espera que los colibríes no siempre prefieran las concentraciones más altas, sino aquella en la que se maximice la absorción de energía y en la cual el costo mecánico por obtenerla sea bajo (*e.g.*, Tamm & Gass 1986), buscando mantener un costo-beneficio entre lo que cuesta extraer el néctar y el retorno energético obtenido. La recompensa óptima puede no obtenerse cuando el colibrí consume el néctar más concentrado, pues algunas propiedades del líquido como la densidad, la viscosidad y el volumen pueden representar dificultades para moverlo mecánicamente tanto en la lengua como en el pico (Heyneman 1983, Rico-Guevara 2014), e incluso para procesarlo y digerirlo (Beuchat *et al.* 1990, McWhorter & Martínez del Río 2000, Suarez & Gass 2002).

Tiempo en visita y tomas: Las características generales del patrón de forrajeo que se presentaron en esta investigación (duración de visita y número de tomas) presentaron alta variabilidad en los dos grupos de datos (VEL y VIN) como se muestra en las Tablas 2 y 3. Además, el tiempo de visita promedio general (VEL= 7,78 s; VIN= 12,08 s) de las especies estudiadas en vida libre fue mayor a lo reportado en estudios previos (Broom 1976, Pike 1978, Collins 2008), únicamente asemejándose a los resultados de Wolf & Hainsworth (1977) en experimentos en condiciones de laboratorio. La duración considerablemente alta encontrada pudo deberse parcialmente a la longitud corta del acceso al bebedero –análogo a una corola corta– haciendo más fácil el contacto con el néctar y por ende permite mayor ingesta (Temeles & Roberts 1993, Collins 2008), y a la elevada cantidad de néctar disponible para consumo (Montgomerie 1984), que a su vez está ligado a la recompensa total de azúcar (Fenster *et al.* 2006). En contraposición, el número de tomas halladas fue muy bajo respecto a lo encontrado en flores y bebederos por Broom (1976) y Bacon *et al.* (2010), la diferencia considerable con respecto a flores

puede explicarse parcialmente a que la recompensa volumétrica de néctar en bebederos tipo jeringa es mucho más alta que en las flores (Carpenter 1987), y por lo tanto el colibrí puede continuar ingiriendo sin necesidad de cambiar de punto de alimentación. En presencia de competidores, varias de las especies o sexos subordinados aumentaron en mayor proporción el número de tomas (*A. tzacatl*, *C. cyanotus* y las hembras de *A. nigricollis*), es probable que en cercanía de otro competidor el estado de alerta para evitar ser atacados conlleve a mayor cantidad de interrupciones (F.G Stiles, com. pers).

La preferencia general del ensamblaje por ciertas concentraciones se combina con métodos particulares de acceso al recurso y de aprovechamiento del recurso floral. Por ello, el tiempo de las visitas y las tomas no fueron homogéneas en todas las concentraciones, los bajos valores de duración de la visita en la concentración de 10% pudieron deberse a la baja recompensa energética que genera que los individuos la evadan para optimizar su forrajeo (Baum & Grant 2001). Aunque un tiempo de visita corto también pudo significar la extracción de gran volumen de néctar debido a su baja viscosidad (Baker 1975, Heyneman 1983), una concentración baja requiere tiempos largos y tomas repetidas para extraer una recompensa energética adecuada.

Variación de los patrones de forrajeo por especie-sexo: Los patrones de forrajeo pueden diferir entre especies-sexos inclusive en bebederos artificiales, como señalan Collins (2008), Avalos *et al.* (2012), estos patrones se condicionan por características morfológicas que controlan la habilidad de extraer néctar (*e.g.*, la longitud del pico; Wolf *et al.* 1975, Feinsinger & Colwell 1978) y los requerimientos energéticos, que son dependientes del tamaño corporal (Wolf *et al.* 1975, Wolf & Hainsworth 1977, Brown *et al.* 1978, Beuchat *et al.* 1990; o como proponen Feinsinger *et al.* 1979 del ala y la carga del disco). Dichas particularidades conllevan a tasas de extracción diferenciales de néctar y por ende se espera que variables como la cantidad de visitas, la duración de cada una y el número de tomas sean particulares de cada especie. La variación en la frecuencia de las visitas estuvo ligada a la abundancia

de individuos de cada especie: las especies *S. cyanifrons* y *A. tzacatl* presentaron mayor cantidad de visitas muy probablemente por presentar mayores abundancias en la zona de estudio (Téllez-Colmenares *et al.* en prep.); por el contrario *C. cyanotus* y *P. guy* fueron especies con baja cantidad de individuos, y además subordinadas en la jerarquía de dominancia (Téllez-Colmenares 2018), por lo cual con alta probabilidad fueron segregadas y resultaron probando menor cantidad de bebederos (Justino *et al.* 2012). Estas dos últimas especies pudieron optar por un comportamiento diferente, siendo *C. cyanotus* una especie oportunista, cuyo comportamiento agresivo es ocasional y depende de los contrincantes y del recurso. Por otro lado, *P. guy* como los ermitaños, tiene un comportamiento de "trapliner" o rutero (Colwell 1973, Feinsinger & Chaplin 1975, Gill 1988), en el cual sigue una ruta de forrajeo en un área extensa en búsqueda de recursos (Machado 2009) visitando flores no defendidas que contienen abundante cantidad de néctar de alta calidad (Feinsinger & Colwell 1978, Stiles & Wolf 1979).

En el caso de las especies con dicromatismo sexual evidente, en los datos VEL fueron más frecuentes las visitas de machos que de hembras (análogo a Chalcoff *et al.* 2008), esto pudo deberse a dos factores fundamentales, el primero de ellos que los machos fueran más abundantes en bebederos (Téllez-Colmenares 2018; A.M. Fernandes, com. pers) y por lo tanto, que su cantidad de llegadas a forrajear sea mayor, y/o segundo, que la dominancia competitiva mayor de los machos sobre las hembras pudiera llevar a la exclusión de éstas en presencia de competidores (Téllez-Colmenares 2018).

Especies de tamaño pequeño registraron corta duración de visitas, tal como reporta Broom (1976); además, la eficiencia de extracción de estas especies con pico corto no siempre es mayor en flores con corola corta (análogo a bebederos de acceso corto) por tener mayor cercanía al néctar (Wolf 1978, Temeles *et al.* 2002, Weinstein & Graham 2016, Dalsgaard *et al.* 2021). Las diferencias en el tiempo de consumo de estas especies pudieron también estar relacionadas con su comportamiento oportunista (Mendonca & Anjos 2005, Gómez-Rosas *et al.* 2013),

por medio del cual tratan de compensar el hecho que son frecuentemente atacadas por especies dominantes; por este motivo en los datos VIN, estas especies presentaron disminución en la proporción de visitas respecto a los datos sin competidores (VEL). Por el contrario, algunas especies de mayor tamaño corporal tendieron a visitar los bebederos durante más tiempo (*e.g.*, hembras de *A. nigricollis*, machos de *C. buffoni* y *C. delphinae*), la duración de consumo mayor en algunas especies de pico largo pudo estar sujeta a que estos colibríes tardan más en transportar el néctar en la sección intraoral, ya que el líquido atraviesa distancias superiores que en picos cortos (Rico-Guevara *et al.* 2023). Entre las especies de mayor tamaño, *A. nigricollis* y las especies del género *Colibri*, se presentaron diferencias en el tiempo de visita y cantidad de tomas, esto ocurre entre competidores con requerimientos semejantes, pues la competencia es más intensa (Lyon 1976, Araújo-Silva & Bessa 2010) y resulta conveniente optar por diferentes estrategias de forrajeo. La estrategia de forrajeo empleada también depende de la calidad del néctar (Wolf *et al.* 1972), por ello, entre especies se registraron cambios en la preferencia por determinadas concentraciones (Arizmendi 2001, Fleming *et al.* 2004) y de igual manera fueron afectadas en presencia de competidores. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que en condiciones naturales según el tipo de flor varía la tasa de extracción de néctar (Wolf *et al.* 1972), la estandarización de los bebederos del montaje puede favorecer a ciertas especies sobre otras, por ejemplo, aquellas de picos cortos o medios con mayor eficiencia de extracción, lo cual hace que varíen los patrones respecto a condiciones naturales (*e.g.*, respecto a flores con corolas cortas; Stiles 1981).

Variación temporal.- El tiempo en visita y la cantidad de tomas no presentaron susceptibilidad a la hora del día. Esto es contrario a lo que ocurre en flores, donde los colibríes ajustan su forrajeo teniendo en cuenta la variación en la concentración y el volumen del néctar a lo largo del día (Ramírez-Burbano *et al.* 2021), debido al ciclo de producción de las plantas que no es homogéneo en el tiempo y a factores externos que regulan la dinámica de este líquido. En este caso, el patrón de consumo de los colibríes se mantuvo

constante a lo largo del día ya que la fuente de alimento era predecible e inexhaustible. Es importante considerar que los patrones de visita y forrajeo pueden ser ocasionalmente constantes entre individuos (González-Gómez & Vásquez 2006, Gómez-Rosas *et al.* 2013), pero no necesariamente entre especies y en el ensamblaje. Sin embargo, también hay que considerar la variación potencial entre individuos, cada colibrí presenta diferentes niveles energéticos, riesgo de inanición (Bacon *et al.* 2010) y motivación para alimentarse (Krebs 1982, Tobias 1997, Richards 2002), por lo tanto, dado que no se tienen individuos marcados, es imposible realizar aproximaciones en este estudio a partir de datos generales del ensamblaje.

La variación temporal a largo plazo de visitas de colibríes a sus recursos es frecuente en comunidades neotropicales (Gutiérrez *et al.* 2004), por lo general se relaciona con variación de recursos en el ambiente (Gutiérrez *et al.* 2004, Lasprilla & Sazima 2004, Rojas-Nossa 2013, Maglianesi *et al.* 2022), como los eventos de floración (Fraga *et al.* 1997, Machado 2009), época del año (Wolf 1970), que a su vez se relaciona con periodos lluviosos y secos que afectan la estacionalidad de las especies florales. En algunas comunidades altoandinas se ha registrado que el uso de recursos por parte de algunas especies incrementa durante los períodos de floración de las plantas con las cuáles tienen mejor acople (Gutiérrez-Zamora 2008) e incluso está ligado a otras condiciones fisiológicas de los individuos como la muda y la reproducción (Tolosa-Moreno *et al.* 2014). Para el Centro de Investigación Colibrí Gorriazul no se evaluó la floración, pero el consumo mensual de néctar más bajo en bebederos se registró en el período correspondiente a la época lluviosa (octubre–noviembre; Fig. 3). Adicionalmente, se realizó seguimiento a la cantidad de plantas florecidas en los alrededores de la zona de estudio en varias temporadas (N. Tellez, com. pers), y los datos sugieren que los bebederos pueden incrementar su concurrencia por falta de flores. Debido a lo anteriormente mencionado, se esperaría que en época lluviosa sean más abundantes las visitas de colibríes en flores, mientras que en temporada seca abundan más en bebederos (diciembre, febrero e

incluso agosto), sin embargo, estudios a fondo se requieren para corroborar estas hipótesis.

Afectación por competencia.- Se ha demostrado que la presencia de competidores afecta algunas variables de forrajeo, entre ellas la selectividad del alimento (Pimm *et al.* 1985, Sandlin 2000) y la efectividad del forrajeo debido a que se comparte información sobre el recurso (Smith *et al.* 1999, Fernández-Juricic *et al.* 2004). En este caso, el promedio de la duración de VIN, es decir en presencia de otro competidor, fue mayor para el primer individuo en llegar al grupo de bebederos, esto pudo generarse debido a que los dos o más visitantes simultáneos presentaron alta motivación para permanecer consumiendo (Baum & Grant 2001). La respuesta a la interferencia también pudo estar condicionada por las características del competidor, tamaño, jerarquía u otras variables, ya que las especies pueden calibrar sus respuestas de agresividad según sus similitudes o diferencias (Lyon 1976), aunque esto no fue contemplado en el presente estudio. También es probable que los colibríes interpreten la presencia de otros individuos en cercanía como una señal de competencia por explotación y de una posible limitación en los recursos (Stiles & Wolf 1970, Rousseau *et al.* 2014), y en consecuencia aumenten el consumo porque está comprometida una futura posibilidad de acceso. Por otro lado, la presencia del competidor (VIN) produjo mayor número de tomas, comportamiento que pudo ser desencadenado por un mayor estado de alerta y observación de los demás individuos, o debido a que la actividad de búsqueda del recurso por parte de los individuos aumenta a medida que la densidad de aves es mayor (Fernández-Juricic *et al.* 2004). Este aumento en las tomas también pudo ser ocasionado por el incremento de intentos de visita alternativos en varios bebederos, dado que, en presencia de competidores, los individuos disminuyen su eficiencia de forrajeo (Sandlin 2000), equivocándose en sus elecciones, resultando ser más importante el poder consumir cualquier recurso, más que elegir el de preferencia. Adicionalmente, debido a la alta cantidad de individuos, su proximidad en los bebederos y a que los colibríes son animales altamente visuales con aprendizaje por imitación (Altshuler & Nunn 2001), pudo presentarse mayor cantidad de visitas en un

bebedero específico por imitación de intentos anteriores de otros ejemplares.

Conclusiones y recomendaciones

Patrones de forrajeo en la comunidad y por especie.

La estabilidad de los recursos artificiales hace que el tipo de estrategia de los colibríes sea diferente, permitiendo aprovechar durante más tiempo los recursos (alta duración de las visitas se destaca en comparación con otros estudios previos) y cambiando o alejándose poco de la fuente de alimento (número de tomas fue muy bajo). Aun así, la concentración preferida fue cercana a la ofrecida en los demás bebederos de la zona y acorde con lo encontrado en flores ornitófilas (20%). Los patrones de forrajeo difirieron entre especies/sexos, las más abundantes presentaron mayor proporción de visitas (Fig. 2), mientras que las menos abundantes y/o con menor rango jerárquico (Téllez-Colmenares 2018) llegaron en menos ocasiones. Entre las especies de mayor tamaño se presentaron diferencias en el tiempo de visita (Tabla 2) y cantidad de tomas (Tabla 3), estas variaciones pudieron darse para reducir la competencia entre ellas.

Variación temporal.- Las estrategias de forrajeo (tiempo de visita y número de tomas) no cambiaron a lo largo del día, pero sí a largo plazo (entre meses; Figs. 3 y 4). Estos cambios a diferentes escalas sustentan la idea que, a pesar de la estabilidad del recurso artificial, los colibríes también se condicionan por la calidad y cantidad del alimento presente en la zona, por lo cual, pueden estar relacionados con patrones no evaluados como los eventos de floración y las épocas climáticas.

Afectación por competencia.- Así como ocurre en flores, la presencia de competidores altera el patrón de forrajeo, en este caso, llevando a un aumento del promedio de la duración de la visita y mayor número de tomas. Estos comportamientos pueden ser generados por un aumento de la presión por acceder al recurso, lo cual implica mayor motivación para consumir, acompañado de un mayor estado de alerta o disminución de la eficiencia de forrajeo.

Recomendaciones.- Los patrones de forrajeo en esta investigación fueron descritos a nivel del ensamblaje y por especie, sin embargo, se ha demostrado que son más estables a nivel individual, cada animal adopta comportamientos que mantiene a través del tiempo (Stiles 1976, González-Gómez & Vásquez 2006, Gómez-Rosas *et al.* 2013). A su vez estos patrones están regulados por los requerimientos energéticos de cada individuo (Wolf *et al.* 1975), las características morfológicas como el tamaño corporal y variables del pico que regulan el volumen extraído y la eficiencia de extracción (Temeles & Roberts 1993, Temeles 1996), por lo cual se hace necesario incluir estas variables en futuras investigaciones.

Los bebederos del presente experimento fueron modificados para que su semejanza con flores fuese mayor en cuanto a posición y accesos, además fueron estandarizados entre muestras y concentraciones para evitar la incidencia de limitaciones en la toma del recurso. Aun así, sería adecuado considerar otros factores externos que también se han demostrado influyentes en la actividad de forrajeo, es el caso de variables de la posición de los bebederos (Collias & Collias 1968, Miller & Miller 1971) y de su forma: consideraciones de la morfología floral (Hainsworth & Wolf 1972, Stiles 1975, Montgomerie 1984), la amplitud de la corola o diámetro interno (Temeles 1996, Fenster *et al.* 2006, Dudash *et al.* 2011), su longitud y curvatura (Stiles 1975, Temeles *et al.* 2002). Además, en condiciones naturales las características del arreglo floral y su calidad (Gass & Sutherland 1985, Dudash *et al.* 2011, Fenster *et al.* 2015), la disposición de las flores y cercanía entre sí (Fenster *et al.* 2015), la altura (Dudash *et al.* 2011, Fenster *et al.* 2015), entre otros (Wolf 1978), influyen en los patrones de forrajeo y han demostrado ser determinantes.

Por último, la grabación con cámaras de alta velocidad es un aspecto novedoso que permite realizar análisis a detalle y percibir variaciones sutiles en las características de forrajeo de los colibríes, y la posibilidad de contar con varias réplicas de los montajes permitió dar más solidez a los análisis estadísticos. Se recomienda emular experimentos equivalentes a los presentados aquí en flores y a una escala de grabación macro para poder medir

eficiencia de consumo de néctar a diferentes concentraciones y evaluar su efecto en las estrategias de forrajeo en condiciones silvestres.

Agradecimientos

Agradecemos a Gary Stiles por sus valiosos aportes al manuscrito y Kristina Hurme por apoyar en el desarrollo conceptual y metodológico de la presente investigación; a Fernando Ayerbe por compartir sus ilustraciones; a María Isabel Tellez y Leidy Ocampo por su colaboración en la organización de información en la fase de campo y laboratorio. A todos los colaboradores en el Centro de investigación Colibrí Gorriazul quienes brindaron su ayuda durante la toma de datos: Lorenzo Rico, Magdalena Guevara y toda su familia; sin duda también gracias al apoyo logístico proporcionado por Mary, Lucero y Parmenio. Al semillero del Laboratorio de Ecophysics en Colombia, especialmente a Ana Melisa Fernandes por compartir la evidencia colectada en campo que soporta nuestros datos cualitativos presentados, a colaboradores externos (Alejandro Pinto) y a los revisores anónimos, cuyas contribuciones ayudaron a mejorar el manuscrito.

Literatura citada

- ALTSHULER, D.L. & A.M. NUNN. 2001. Observational learning in hummingbirds. *The Auk* 118:795-799
- ARAÚJO, F.P., A.A.A. BARBOSA & P.E. OLIVEIRA. 2011. Floral resources and hummingbirds on an island of flooded forest in Central Brazil. *Flora* 206: 827-835. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2011.04.001>
- ARAÚJO-SILVA, L.E. & E. BESSA. 2010. Territorial behavior and dominance hierarchy of Vieillot 1817 (Aves: Trochilidae) on food resources. *Revista Brasileira de Ornitologia* 18: 89-96. <http://hdl.handle.net/11449/42482>
- ARIZMENDI, M.D.C. 2001. Multiple ecological interactions: nectar robbers and hummingbirds in a highland forest in Mexico. *Canadian Journal of Zoology* 79: 997-1006. <https://doi.org/10.1139/z01-066>
- ARIZMENDI, M.C., E. LÓPEZ-SAUT, C. MONTECUBIO-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.
- AYERBE-QUIÑONES, F. 2015. Colibríes de Colombia. Serie Avifauna Colombiana. Wildlife Conservation Society. Bogotá D.C., Colombia.
- AYERBE-QUIÑONES, F. 2022. Guía Ilustrada de la Avifauna Colombiana. Tercera Edición. Wildlife Conservation Society. Editorial Punto Aparte. Bogotá D.C., Colombia.

- 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: 65–73. <http://hdl.handle.net/10669/26464>
- BACON, I.E., T.A. HURLY & S. HEALY. 2010. Both the past and the present affect risk-sensitive decisions of foraging rufous hummingbirds. *Behavioral Ecology* 21: 626–632. <https://doi.org/10.1093/beheco/arq031>
- BAKER, H.G. 1975. Sugar concentrations in nectars from hummingbird flowers. *Biotropica* 7: 37–41. <https://doi.org/10.2307/2989798>
- BAKER, H.G., I. BAKER & S.A. HODGES. 1998. Sugar composition of nectars and fruits consumed by birds and bats in the tropics and subtropics. *Biotropica* 30: 559–586. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1998.tb00097.x>
- BATESON, M. & A. KACELNIK. 1998. Risk-sensitive foraging: decision making in variable environments. Págs. 297–301 en: Dukas, R. (ed.). *Cognitive Ecology: the evolutionary ecology of information processing and decision making*. University of Chicago. Chicago, Illinois, USA.
- BAUM, K.A. & W.E. GRANT. 2001. Hummingbird foraging behavior in different patch types: simulation of alternatives strategies. *Ecological Modelling* 137: 201–209. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(00\)00436-1](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00436-1)
- BEGON, M., C.R. TOWNSEND & J.L. HARPER. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, Reino Unido.
- BENJAMINI, Y. & Y. HOCHBERG. 1995. Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society Series B*. 57: 289–300. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x>
- BEUCHAT, C.A., W.A. CALDER III & E.J. BRAUN. 1990. The integration of osmoregulation and energy balance in hummingbirds. *Physiological Zoology* 63: 1059–1081. <https://doi.org/10.1086/physzool.63.6.30152633>
- BILLERMAN, S.M., B.K. KEENEY, P.G. RODEWALD & T.S. SCHULENBERG (EDS). 2022. *Birds of the World* Cornell Laboratory of Ornithology. Disponible en: <https://birdsoftheworld.org/bow/home> [Consultado el 20 de marzo de 2023]
- BLEM, C.R., L.B. BLEM & C.C. COSGROVE. 1997. Field Studies of Rufous Hummingbird Sucrose Preference: Does Source Height Affect Test Results?. *Journal of Field Ornithology* 68: 245–252. <https://www.jstor.org/stable/4514222>
- BLEM, C.R., L.B. BLEM, J. FELIX & J. VAN-GELDER. 2000. Rufous hummingbird sucrose preference: precision of selection varies with concentration. *The Condor* 102: 235–238. <https://doi.org/10.1093/condor/102.1.235>
- BRODIN, A. & C.W. CLARK. 2007. Energy storage and expenditure. Págs. 221–272 en: Stephens, D.W., J.S. Brown, & R.C. Ydenberg. (eds). *Foraging: Behavior and Ecology*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.
- BROOM, D.M. 1976. Duration of feeding bouts and responses to salt solutions by hummingbirds at artificial feeders. *The Condor* 78: 135–138. <https://doi.org/10.2307/1366944>
- BROWN, G.S. & C.L. GASS. 1993. Spatial association learning by hummingbirds. *Animal Behaviour* 46: 487–497. <https://doi.org/10.1006/anbe.1993.1217>
- BROWN, J.H., W.A. CALDER III & A. KODRIC-BROWN. 1978. Correlates and consequences of body size in nectar-feeding birds. *American Zoologist* 18: 687–738. <https://doi.org/10.1093/icb/18.4.687>
- CALDER, W.A., L.L. CALDER & T.D. FRAIZER. 1990. The hummingbird's restraint: a natural model for weight control. *Experientia* 46: 999–1002. <https://doi.org/10.1007/BF01940653>
- CAMFIELD, A.F. 2006. Resource value affects territorial defense by Broad-tailed and Rufous hummingbirds. *Journal of Field Ornithology* 77: 120–125. <https://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2006.00031.x>
- CARPENTER, F.L. 1987. Food abundance and territoriality: to defend or not to defend?. *American Zoologist* 27: 387–399. <https://doi.org/10.1093/icb/27.2.387>
- CARPENTER, F.L., M.A. HIXON, A. HUNT & R.W. RUSSELL. 1991. Why hummingbirds have such large crops. *Evolutionary Ecology* 5: 405–414. <https://doi.org/10.1007/BF02214157>
- CHALCOFF, V.R., M.A. AIZEN & L. GALETTO. 2008. Sugar preferences of the green-backed firecrown hummingbird (*Sephanoides sephaniodes*): A field experiment. *The Auk* 125: 60–66. <https://doi.org/10.1525/auk.2008.125.1.60>
- COLLIAS, N.E. & E.C. COLLIAS. 1968. Anna's Hummingbirds trained to select different colors in feeding. *The Condor* 70: 273–275. <https://doi.org/10.2307/1366705>
- COLLINS, B.G. 2008. Nectar intake and foraging efficiency: responses of honeyeaters and hummingbirds to variations in floral environments. *The Auk* 125: 574–587. <https://doi.org/10.1525/auk.2008.07070>
- COLWELL, R.K. 1973. Competition and coexistence in a simple tropical community. *The American Naturalist* 107: 737–760. <https://doi.org/10.1086/282872>
- CORTES-CANO, J.S. 2018. Cambios en la interacción planta-colibrí con la presencia de bebederos artificiales: caso de estudio “Finca el Colibrí Gorriazul” (Fusagasugá). Tesis de grado. Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- DALSGAARD, B., P.K. MARUYAMA, J. SONNE, K. HANSEN, T.B. ZANATA, S. ABRAHAMCZYK & A.M. MARTIN GONZÁLEZ. 2021. The influence of biogeographical and evolutionary histories on morphological trait-matching and resource specialization in mutualistic hummingbird-plant networks. *Functional Ecology* 35: 1120–1133. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13784>
- DEL HOYO, J., A. ELLIOTT & J. SARGATAL. 1999. *Handbook of the birds of the world, Volume 5, Barn-owls to Hummingbirds*. Lynx Edicions, Barcelona, España.
- DUDASH, M.R., C. HASSLER, P.M. STEVENS & C.B. FENSTER. 2011. Experimental floral and inflorescence trait manipulations affect pollinator preference and function in a hummingbird-pollinated plant. *American Journal of Botany* 98: 275–282. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000350>
- FEINSINGER, P. & R.K. COLWELL. 1978. Community organization among neotropical nectar-feeding birds. *American Zoologist* 18: 779–795. <https://doi.org/10.1093/icb/18.4.779>
- FEINSINGER, P. & S.B. CHAPLIN. 1975. On the relationship between wing disc loading and foraging strategy in hummingbirds. *The American Naturalist* 109: 217–224. <https://doi.org/10.1086/282988>
- FEINSINGER, P., R.K. COLWELL, J. TERBORGH & S.B. CHAPLIN. 1979. Elevation and the morphology, flight energetics, and foraging ecology of tropical hummingbirds. *The American Naturalist* 113: 481–497. <https://doi.org/10.1086/283408>
- FENSTER, C.B., G. CHEELY, M.R. DUDASH & R.J. REYNOLDS. 2006. Nectar reward and advertisement in hummingbird-pollinated *Silene virginica* (Caryophyllaceae). *American Journal of Botany* 93: 1800–1807. <https://doi.org/10.3732/>

- ajb.93.12.1800
- FENSTER, C.B., R.J. REYNOLDS, C.W. WILLIAMS, R. MAKOWSKY & M.R. DUDASH. 2015. Quantifying hummingbird preference for floral trait combinations: the role of selection on trait interactions in the evolution of pollination syndromes. *Evolution* 69: 1113–1127. <https://doi.org/10.1111/evo.12639>
- FERNÁNDEZ-JURICIC, E., J.T. ERICHSEN & A. KACELNIK. 2004. Visual perception and social foraging in birds. *Trends in Ecology & Evolution* 19: 25–31. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2003.10.003>
- FLEMING, P.A., B.H. BAKKEN, C.N. LOTZ & S.W. NICOLSON. 2004. Concentration and temperature effects on sugar intake and preferences in a sunbird and a hummingbird. *Functional Ecology* 18: 223–232. <https://doi.org/10.1111/j.0269-8463.2004.00818.x>
- FRAGA, R.M., A.E. RUFFINI & D. GRIGERA. 1997. Interacciones entre el picaflor rubí *Sephanoides sephanioides* y plantas del bosque subantártico en el Parque Nacional Nahuel Huapi, Argentina. *El Hornero* 14: 224–234. http://hdl.handle.net/20.500.12110/hornero_v014_n04_p224
- GASS, C.L. & G.D. SUTHERLAND. 1985. Specialization by territorial hummingbirds on experimentally enriched patches of flowers: energetic profitability and learning. *Canadian Journal of Zoology* 63: 2125–2133. <https://doi.org/10.1139/z85-313>
- GILL, F.B. 1988. Trapline foraging by hermit hummingbirds: competition for an undefended, renewable resource. *Ecology* 69: 1933–1942. <https://doi.org/10.2307/1941170>
- GÓMEZ-ROSAS, L., R. ORTIZ-PULIDO & C. LARA. 2013. Sensibilidad al riesgo durante el forrajeo en los colibríes *Hylocharis leucotis* y *Selasphorus platycercus*. *Huitzil* 14: 7–16. ISSN 1870-7459
- GONZÁLEZ-GÓMEZ, P.L. & R.A. VÁSQUEZ. 2006. A Field Study of Spatial Memory in Green-Backed Firecrown Hummingbirds (*Sephanoides sephanioides*). *Ethology* 112: 790–795. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2006.01223.x>
- GREENBERG, R. 1984. Differences in feeding neophobia in the tropical migrant wood warblers *Dendroica castanea* and *D. pensylvanica*. *Journal of Comparative Psychology* 98: 131–136. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.98.2.131>
- GUTIÉRREZ-ZAMORA, A. 2008. Las interacciones ecológicas y estructura de una comunidad altoandina de colibríes y flores en la cordillera oriental de Colombia. *Ornitología Colombiana* 7: 17–42. <https://asociacioncolombianadeornitologia.org/ojs/index.php/roc/article/view/175>
- GUTIÉRREZ, A., S.V. ROJAS-NOSSA & F.G. STILES. 2004. Dinámica anual de la interacción colibrí-flor en ecosistemas altoandinos. *Ornitología Neotropical* 15: 205–213.
- HAINSWORTH, F.R. & L.L. WOLF. 1972. Energetics of nectar extraction in a small, high altitude, tropical hummingbird, *Selasphorus flammula*. *Journal of Comparative Psychology* 80: 377–387. <https://doi.org/10.1007/BF00696435>
- HEYNEMAN, A.J. 1983. Optimal sugar concentrations of floral nectars-dependence on sugar intake efficiency and foraging costs. *Oecologia* 60: 198–213. <https://doi.org/10.1007/BF00379522>
- IRWIN, R.E. 2000. Hummingbird avoidance of nectar-robbed plants: spatial location or visual cues. *Oikos* 91: 499–506. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.910311.x>
- JOHNSON, S.D. & S.W. NICOLSON. 2008. Evolutionary associations between nectar properties and specificity in bird pollination systems. *Biology Letters* 4: 49–52. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2007.0496>
- JONES, D. 2011. An appetite for connection: why we need to understand the effect and value of feeding wild birds. *Emu-Austral Ornithology*. 111: 1–7. https://doi.org/10.1071/MUv111n2_ED
- JUSTINO, D.G., P.K. MARUYAMA & P.E. OLIVEIRA. 2012. Floral resource availability and hummingbird territorial behaviour on a Neotropical savanna shrub. *Journal of Field Ornithology* 153: 189–197. <https://doi.org/10.1007/s10336-011-0726-x>
- KINGSOLVER, J.G. & T.L. DANIEL. 1983. Mechanical determinants of nectar-feeding strategy in hummingbirds: Energetics, tongue morphology, and licking behavior. *Oecologia* 60: 214–226. <https://doi.org/10.1007/BF00379523>
- KÖHLER, A., L. VERBURGT & S.W. NICOLSON. 2006. Short-term energy regulation of white-bellied sunbirds (*Nectarinia talatala*): effects of food concentration on feeding frequency and duration. *Journal of Experimental Biology* 209: 2880–2887. <https://doi.org/10.1242/jeb.02326>
- KREBS, J.R. 1982. Territorial defense in the great tit (*Parus major*): Do residents always win?. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 11: 185–194. <https://doi.org/10.1007/BF00300061>
- KUMMER, J. & E. BAYNE. 2015. Bird feeders and their effects on bird-window collisions at residential houses. *Avian Conservation and Ecology* 10: 6. <http://dx.doi.org/10.5751/ACE-00787-100206>
- LASPRILLA, L.R. & M. SAZIMA. 2004. Interacciones planta-colibrí en tres comunidades vegetales de la parte suroriental del Parque Nacional Natural Chiribiquete, Colombia. *Ornitología Neotropical* 15: 183–190.
- LESEIGNEUR, C.D.C. & S.W. NICOLSON. 2009. Nectar concentration preferences and sugar intake in the White-bellied sunbird, *Cinnyris talatala* (Nectariniidae). *Journal of Comparative Physiology B* 179: 673–679. <https://doi.org/10.1007/s00360-009-0348-2>
- LOTZ, C.N. & S.W. NICOLSON. 1996. Sugar preferences of a nectarivorous passerine bird, the lesser double-collared Sunbird (*Nectarinia chalybea*). *Functional Ecology* 10: 360–365. <https://doi.org/10.2307/2390284>
- LYON, D.L. 1976. A montane hummingbird territorial system in Oaxaca, Mexico. *The Wilson Bulletin* 88: 80–299. <https://www.jstor.org/stable/4160743>
- MACHADO, C.G. 2009. Beija-flores (Aves: Trochilidae) e seus recursos florais em uma área de caatinga da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Zoologia* 26: 255–265. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702009000200008>
- MAGLIANESI, M.A., P.K. MARUYAMA, E.J. TEMELES, M. SCHLEUNING, T.B. ZANATA, M. SAZIMA & B. DALSGAARD. 2022. Behavioral and morphological traits influence sex-specific floral resource use by hummingbirds. *Journal of Animal Ecology* 91: 2171–2180. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13746>
- MANCINA, C.A., A. ARGUS, H.M. DÍAZ & L.G. HERRERA. 2017. Preferencias de azúcar en un nectarívoro generalista, *Cyanerpes cyaneus* (Aves: Thraupidae): evaluación del efecto de la concentración del néctar. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas* 4: 101–106. ISSN: 2307-695X. <https://revistas.uh.cu/rccb/article/view/1564>
- MARTÍNEZ DEL RIO, C., J.E. SCHONDUPE, T.J. MCWHORTER & L.G. HERRERA. 2001. Intake responses in nectar feeding birds: digestive and metabolic causes, osmoregulatory consequences, and coevolutionary effects. *American*

- Zoologist 41: 902–915. <https://doi.org/10.1093/icb/41.4.902>
- MARZLUFF, J.M., R. BOWMAN & R. DONNELLY. (eds). 2001. Avian ecology and conservation in an urbanizing world. Kluwer Academic Publishers. Boston, USA
- MAST, D., N. NELSON, S. MC. CLUH, M. LYKE, T.K. JOVANA & P. LUNDBERG. 2003. Hummingbirds time-variant feeding and the effect of floral coloration. <https://woodrow.org/teach-ers/esi/1991/costarica/projects/group2/hum-ingbirds>
- 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. *The Condor* 110: 786–791. <https://doi.org/10.1525/cond.2008.8621>
- MCWHORTER, T.J. & C. MARTÍNEZ DEL RIO. 2000. Does gut function limit hummingbird food intake?. *Physiological and Biochemical Zoology* 73: 313–324. <https://doi.org/10.1086/316753>
- MENDONÇA, L.B. & L. DOS ANJOS. 2005. Beija-flores (Aves, Trochilidae) e seus recursos florais em uma área urbana do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22: 51–59. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752005000100007>
- MILLER, R.S., S. TAMM, G.D. SUTHERLAND & C.L. GASS. 1985. Cues for orientation in hummingbird foraging: color and position. *Canadian Journal of Zoology* 63: 18–21. <https://doi.org/10.1139/z85-004>
- MILLER, R.S. & R.E. MILLER. 1971. Feeding activity and color preference of Ruby-throated Hummingbirds. *The Condor* 73: 309–313. <https://doi.org/10.2307/1365757>
- MONTGOMERIE, R.D. 1984. Nectar extraction by hummingbirds: response to different floral characters. *Oecologia* 63: 229–236. <https://doi.org/10.1007/BF00379882>
- NACHEV, V., K.P. STICH, C. WINTER, A. BOND, A. KAMIL & Y. WINTER. 2017. Cognition-mediated evolution of low-quality floral nectars. *Science*, 355: 75–78. <https://doi.org/10.1126/science.aah4219>
- NICOLSON, S.W. 2002. Pollination by passerine birds: why are the nectars so dilute?. *Journal of Comparative Physiology B* 131: 645–652. [https://doi.org/10.1016/S1096-4959\(02\)00014-3](https://doi.org/10.1016/S1096-4959(02)00014-3)
- NICOLSON, S.W. 2007. Nectar consumers. Páginas 289-342 en: Nicolson, S.W., M. Nepi, & Ettore P. (eds). *Nectaries and nectar*. Springer, Dordrecht, Suiza. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5937-7>
- O'CONNOR, E. 2017. Hummingbird Foraging Preference: The Hierarchical Impacts of Color, Position, and Concentration on Visitation Frequency. Independent Study Project (ISP) Collection. Tesis de grado, Colgate University, New York, USA.
- PERCIVAL, M. 1974. Floral ecology of coastal scrub in southeast Jamaica. *Biotropica* 6: 104–129. <https://doi.org/10.2307/2989824>
- PIMM, S., M.L. ROSENZWEIG & W.A. MITCHELL. 1985. Competition and food selection: field tests of a theory. *Ecology* 66: 798–807. <https://doi.org/10.2307/1940541>
- PYKE, G.H. & N.M. WASER. 1981. The production of dilute nectars by hummingbird and honeyeater flowers. *Biotropica* 13: 260–270. <https://doi.org/10.2307/2387804>
- PYKE, G.H. 1978. Optimal foraging in hummingbirds: testing the marginal value theorem. *American Zoologist* 18: 739–752. <https://doi.org/10.1093/icb/18.4.739>
- R CORE TEAM. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en: <https://www.R-project.org/> [Consultado el 10 de julio de 2021]
- RAMÍREZ-BURBANO, M., J.V. SANDOVAL-SIERRA & L.G. GÓMEZ-BERNAL. 2021. Uso de recursos florales por el Zamarrito Multicolor *Eriocnemis mirabilis* (Trochilidae) en el Parque Nacional Natural Munchique, Colombia. *Ornitología Colombiana* 5: 64–77. <https://asociacioncolombianadeornitologia.org/ojs/index.php/roc/article/view/144>
- RICHARDS, S.A. 2002. Temporal partitioning and aggression among foragers: modeling the effects of stochasticity and individual state. *Behavioral Ecology* 13: 427–438. <https://doi.org/10.1093/beheco/13.3.427>
- 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* 108: 9356–9360. <https://doi.org/10.1073/pnas.1016944108>
- RICO-GUEVARA, A. 2014. Morphology and Function of the Drinking Apparatus in Hummingbirds. Tesis de Doctorado, University of Connecticut, Mansfield, USA.
- 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: jeb245074. <https://doi.org/10.1242/jeb.245074>
- 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: 1–15. <https://doi.org/10.1093/iob/oby006>
- RICO-GUEVARA, A., T.H. FAN & M.A. RUBEGA. 2015. Hummingbird tongues are elastic micropumps. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 282: 20151014. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.1014>
- ROBERTS, W.M. 1996. Hummingbirds' nectar concentration preferences at low volume: the importance of time scale. *Animal Behaviour* 52: 361–370. <https://doi.org/10.1006/anbe.1996.0180>
- ROJAS-NOSSA, S.V.R. 2013. Asociación entre el robo de néctar y las características florales en una comunidad montana de los Andes colombianos. *Ecosistemas* 22: 107–112.
- ROUSSEU, F., Y. CHARETTE & M. BÉLISLE. 2014. Resource defense and monopolization in a marked population of ruby-throated hummingbirds (*Archilochus colubris*). *Ecology and evolution* 4: 776–793. <https://doi.org/10.1002/ece3.972>
- RUSCHI, A. 1953. A cor preferida pelos beija-flores e a porcentagem de açúcar preferida pelos mesmos na solução de água açucarada. *Boletim do Museu de Biologia* 22: 1–5.
- SANDLIN, E.A. 2000. Cue use affects resource subdivision among three coexisting hummingbird species. *Behavioral Ecology* 11: 550–559. <https://doi.org/10.1093/beheco/11.5.550>
- SMITH, J. W., C.W. BENKMAN & K. COFFEY. 1999. The use and misuse of public information by foraging red crossbills. *Behavioral Ecology* 10: 54–62. <https://doi.org/10.1093/beheco/10.1.54>
- SNOW, B.K. & D. SNOW. 1988. *Birds and Berries: A Study of an Ecological Interaction*. Poyser Monographs, Londres, Reino Unido. <http://dx.doi.org/10.5040/9781472597076>

- STILES, F.G. 1975. Ecology, flowering phenology, and hummingbird pollination of some Costa Rican *Heliconia* species. *Ecology* 56: 285–301. <https://doi.org/10.2307/1934961>
- STILES, F.G. 1976. Taste preferences, color preferences, and flower choice in hummingbirds. *The Condor* 78: 10–26. <https://doi.org/10.2307/1366912>
- STILES, F.G. 1981. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 68: 323–351. <https://doi.org/10.2307/2398801>
- STILES, F.G. 1995. Behavioral, ecological and morphological correlates of foraging for arthropods by the hummingbirds of a tropical wet forest. *The Condor* 97: 853–878. <https://doi.org/10.2307/1369527>
- STILES, F.G. & C.E. FREEMAN. 1993. Patterns in floral nectar characteristics of some bird-visited plant species from Costa Rica. *Biotropica* 25: 191–205. <https://doi.org/10.2307/2389183>
- STILES, F.G. & L.L. WOLF. 1970. Hummingbird territoriality at a tropical flowering tree. *The Auk* 87: 467–491. <https://doi.org/10.2307/4083791>
- STILES, F.G. & L.L. WOLF. 1979. Ecology and evolution of lek mating behavior in the long-tailed hermit hummingbird. *Ornithological Monographs* 27: 1–78. <https://doi.org/10.2307/40166760>
- STROMBERG, M.R. & P.B. JOHNSEN. 1990. Hummingbird sweetness preferences: Taste or viscosity?. *The Condor* 92: 606–612. <https://doi.org/10.2307/1368680>
- SUAREZ, R.K. & C.L. GASS. 2002. Hummingbird foraging and the relation between bioenergetics and behaviour. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 133: 335–343. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(02\)00165-4](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(02)00165-4)
- TAMM, S. & C.L. GASS. 1986. Energy intake rates and nectar concentration preferences by hummingbirds. *Oecologia* 70: 20–23. <https://doi.org/10.1007/BF00377107>
- TEIXEIRA, J.G., M.A. ASSUNÇÃO & C. DE MELO. 2012. Efeito da introdução de bebedouros artificiais na partição de nicho entre apodiformes (Aves: Trochilidae) e passeriformes. *Horizonte Científico* 6: 1–20. <http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/14771>
- TELLEZ-COLMENARES, NICOLAS. 2018. Agresión y forrajeo de néctar en colibríes (Aves: Trochilidae) en comederos artificiales cerca de Fusagasugá, Colombia. Departamento de Biología. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- TEMELES, E.J. 1996. A new dimension to hummingbird-flower relationships. *Oecologia* 105: 517–523. <https://doi.org/10.1007/BF00330015>
- TEMELES, E.J. & W.M. ROBERTS. 1993. Effect of sexual dimorphism in bill length on foraging behavior: an experimental analysis of hummingbirds. *Oecologia* 94: 87–94. <https://doi.org/10.1007/BF00317307>
- TEMELES, E.J., Y.B. LINHART, M. MASONJONES & H.D. MASONJONES. 2002. The role of flower width in hummingbird bill length-flower length relationships. *Biotropica* 34: 68–80. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2002.tb00243.x>
- TOBIAS, J. 1997. Asymmetric territorial contests in the European robin: the role of settlement costs. *Animal Behaviour* 54: 9–21. <https://doi.org/10.1006/anbe.1996.0383>
- TOLOZA-MORENO, D.L., D.A. LEÓN-CAMARGO & L. ROSERO-LASPRILLA. 2014. El ciclo anual de una comunidad de colibríes (Trochilidae) en bosques altoandinos intactos y paramizados en la Cordillera Oriental de Colombia. *Ornitología Colombiana*. 14: 28–47. <https://asociacioncolombianadeornitologia.org/ojs/index.php/roc/article/view/325>
- WEINSTEIN, B.G., & C.H. GRAHAM. 2016. Evaluating broad scale patterns among related species using resource experiments in tropical hummingbirds. *Ecology* 97: 2085–2093. <https://doi.org/10.1890/15-0328.1>
- WICKHAM, H. 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, USA.
- WICKHAM, H., R. FRANÇOIS, L. HENRY & K. MÜLLER. 2021. *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*. R package version 1.0.6. Disponible en: <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr> [Consultado el 10 de julio de 2021]
- WOLF, L.L. 1970. The impact of seasonal flowering on the biology of some tropical hummingbirds. *The Condor* 72: 1–14. <https://doi.org/10.2307/1366469>
- WOLF, L.L. 1978. Aggressive social organization in nectarivorous birds. *American Zoologist* 18: 765–778. <https://doi.org/10.1093/icb/18.4.765>
- WOLF, L.L. & F.R. HAINSWORTH. 1977. Temporal patterning of feeding by hummingbirds. *Animal Behaviour* 25: 976–989. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(77\)90049-5](https://doi.org/10.1016/0003-3472(77)90049-5)
- WOLF, L.L., F.R. HAINSWORTH & F.B. GILL. 1975. Foraging Efficiencies and Time Budgets in Nectar-Feeding Birds. *Ecology* 56: 117–128. <https://doi.org/10.2307/1935304>
- WOLF, L.L., F.R. HAINSWORTH & F.G. STILES. 1972. Energetics of foraging: rate and efficiency of nectar extraction by hummingbirds. *Science* 176: 1351–1352. <https://doi.org/10.1126/science.176.4041.1351>

Anexo 1. Efecto de la especie y la concentración sobre el tiempo de visita en los datos de escogencia libre (VEL): A- Muestra los resultados gráficos de duración de las visitas y se muestra la mediana de cada grupo. Códigos de especies/sexos: SCY= *Saucerottia cyanifrons*; ATZ= *Amazilia tzacatl*; CCY= *Colibri cyanotus*; PGU= *Phaethornis guy*; CBUh= *Chalybura buffoni* Hembra; CDE= *Colibri delphinae*; CBUm= *Chalybura buffoni* Macho; ANIh= *Anthracothorax nigricollis* Hembra; ANIm= *Anthracothorax nigricollis* Macho; CCO= *Colibri coruscans*. B-Evidencia los resultados del ANDEVA de dos vías sobre el mismo grupo de datos. ([Descargue acá](#)).

Anexo 2. Efecto de la especie y la concentración sobre el tiempo de visita en los datos con interferencia (VIN): A- Muestra los resultados gráficos de duración de las visitas y se muestra la mediana de cada grupo. Códigos de especies/sexos: SCY= *Saucerottia cyanifrons*; ATZ= *Amazilia tzacatl*; CCY= *Colibri cyanotus*; PGU= *Phaethornis guy*; CBUh= *Chalybura buffoni* Hembra; CDE= *Colibri delphinae*; CBUm= *Chalybura buffoni* Macho; ANIh= *Anthracothorax nigricollis* Hembra; ANIm= *Anthracothorax nigricollis* Macho; CCO= *Colibri coruscans*. B-Evidencia los resultados del ANDEVA de dos vías sobre el mismo grupo de datos. ([Descargue acá](#)).

Primeros registros del Saltarín cabeza de fuego *Machaeropterus pyrocephalus* en Colombia

First records of the Fiery-capped Manakin (Pipridae: *Machaeropterus pyrocephalus*) in Colombia

Diego Carantón-Ayala¹

¹Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Leticia, Colombia

dcaranton@gmail.com

DOI: 10.595517/oc.e569

Recibido

28 de noviembre de 2022

Aceptado

17 de julio de 2023

Publicado

20 de septiembre de 2023

ISSN 1794-0915

Citación

CARANTÓN-AYALA, D. 2023. Primeros registros del Saltarín Cabeza de fuego *Machaeropterus pyrocephalus* en Colombia. *Ornitología Colombiana* 24:23-27 <https://doi.org/10.59517/oc.e569>

Resumen

Presento los primeros registros del Saltarín cabeza de fuego (*Machaeropterus pyrocephalus*) en Colombia con base en una observación y tres individuos colectados en abril de 2022 en El Encanto, departamento del Amazonas, sobre la ribera del río Putumayo en límites con Perú. Esta especie habita gran parte de la cuenca amazónica con poblaciones principalmente en Brasil, Bolivia y Perú, además cuenta con reportes en Venezuela. La distribución de la especie es amplia y más conocida en el área sur, mientras los registros al norte de la Amazonía son pocos y dispersos. Las vocalizaciones son sutiles y las hembras e inmaduros en el género son bastante similares. Destacamos aspectos para su diferenciación e identificación en campo que permitan registrar su presencia en nuevas localidades.

Palabras clave: bosque amazónico, distribución, extensión de rango, Neotrópico, nuevo registro

Abstract

I present the first records of the Fiery-capped Manakin (*Machaeropterus pyrocephalus*) in Colombia based on one observation and three individuals collected in April 2022 in El Encanto municipality, department of Amazonas on the banks of the Putumayo River on the border with Peru. This species inhabits a large part of the Amazon basin with populations mainly in Brazil, Bolivia, and Peru, it has also been reported in Venezuela. The distribution of the species is wide and best known in the southern area, while the records in the northern Amazon are few and scattered. The vocalizations are subtle, and the females and immatures in the genus are quite similar. Thus, we highlight aspects of their differentiation and identification in the field that allow their presence to be recorded in new localities.

Key words: amazon forest, distribution, Neotropics, new record, range extension



El Saltarín cabeza de fuego *Machaeropterus pyrocephalus*, es uno de los más pequeños miembros de la familia Pipridae, comúnmente llamados manakins. Habita las tierras bajas del centro, sur y occidente de la cuenca amazónica desde el centro-sur de Brasil, norte de Bolivia y hasta el sur y oriente de Perú, también ocurren dos poblaciones aisladas en Venezuela (parte baja del río Caura y sur de Roraima, compartida con el norte de Brasil) (Schulenberg *et al.* 2008, Birdlife 2022), y hasta ahora no había sido registrada en Colombia. La especie es aparentemente rara y en su distribución norte no siempre está presente en hábitats aparentemente adecuados. Tiende a permanecer en estratos bajos y medios de manera muy discreta con algunas incursiones en el dosel, es una especie solitaria y aún en leks los machos se ubican bien espaciados (Snow 2004, Restall

et al. 2006, Lane *et al.* 2017); son más fáciles de detectar mientras se alimentan de frutos pequeños por las maniobras de vuelo estacionario para alcanzarlos, prefieren árboles en fruto de la familia Melastomaceae, que son importantes para su dieta (Snow 2004, Alencar & Guilherme 2020) y pueden complementar su alimentación con algunos artrópodos (Snow 2004). Habita el bosque húmedo tropical o subtropical de tierras bajas, adicionalmente, se registra en áreas de regeneración, transición y hábitats perturbados, pero aledañas a continuos de vegetación en mejor estado (Schulenberg *et al.* 2001, Merkord *et al.* 2009, Kirwan & Snow 2020), se encuentra con mayor frecuencia en bosques de tierra firme y no inundables y puede alcanzar bosques de piedemonte (Restall *et al.* 2006). El macho colorido es casi inconfundible, con su llamativa corona amarilla y



Figura 1. Registros fotográficos de *Machaeropterus pyrocephalus* obtenidos en El Encanto, Amazonas **(A)** Vista de un macho adulto capturado en red de niebla, detallar plumas amarillas y rojas de la corona e iris rojo **(B)** Vista frontal de hembra, se destacan iris rojizo y tonos verde oliva en la cabeza y pecho. Fotografías Catalina Giraldo.

roja, su pecho y partes inferiores con estrías rojas y sus alas verde-oliva. La hembra, mayormente verdosa, es menos colorida y se identifica mejor por las estrías tenues en las partes inferiores y por las patas rojizas (Restall *et al.* 2006, Kirwan & Snow 2020, Merlin Bird ID 2022). Su vocalización es extremadamente baja y suave, un “tiiink” claro, corto y agudo, como de rana, emitido a intervalos largos, casi imperceptible en medio del bosque (Prum 1994, Restall *et al.* 2006, Kirwan & Green 2011, Merlin Bird ID 2022).

Actualmente, se reconocen cinco especies del género *Machaeropterus* (Pipridae) (Lane *et al.* 2017, Remsen *et al.* 2022), con un marcado dimorfismo sexual, se caracterizan principalmente por el raquis de las secundarias modificado en los machos, timoneras con raquis rígidos y cola corta (Lane *et al.* 2017, Ayerbe-Quiñones 2022). *M. pyrocephalus* comparte distribución principalmente con *M. striolatus*, siendo las hembras de las dos especies bastante similares por su coloración de tonos oliva en el dorso y tonos amarillentos en el pecho, por lo tanto, pueden tender a confundirse entre ellas e incluso con otras hembras de Pipridae.

Durante la expedición “Bio Binacional Colombia-Perú” realizada en conjunto por los dos países para conocer la biodiversidad de la cuenca media del río Putumayo, se visitó del lado de Colombia la margen norte del río,

específicamente, los ecosistemas aledaños a la localidad de El Encanto, un pequeño caserío de población principalmente indígena sobre la ribera del río Putumayo en el departamento de Amazonas. Esta zona comprende bosques de várzea y tierra firme de la Amazonía presentes en la confluencia del afluente el río Cara-Paraná en el río Putumayo.

El 11 de abril de 2022 durante un recorrido de observación se registró una hembra de *Machaeropterus* alimentándose de un arbusto de *Miconia* sp (Melastomataceae) en un interior de bosque secundario aproximadamente a 500 metros de la comunidad. En el momento fue identificada como *M. striolatus*, sin embargo, se destacaba por presentar un iris rojizo-naranja encendido y el pecho menos amarillo-naranja. Al siguiente día 12 de abril durante una jornada de redes en un área de bosque secundario con sotobosque denso dominado por arbustos y heliconias, tres individuos de *M. pyrocephalus* fueron capturados, una hembra, un macho inmaduro y un macho adulto, este último con los caracteres bastantes notorios que diferencian la especie de sus congéneres y permitieron una identificación rápida (Fig. 1). Los individuos fueron medidos, fotografiados, recolectados como piel de estudio (decreto 1076 de 2015) e ingresaron a la colección ornitológica del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional. Las pieles



Figura 2. Mapa de registros con evidencia fotográfica o grabación de *Machaeropterus pyrocephalus* al oeste de la Amazonía. La estrella indica el nuevo registro. Registros de eBird.

fueron identificadas como macho adulto, D. Caranton-Ayala 545, ICN 43736; macho inmaduro, D. Caranton-Ayala 546, ICN 43737; hembra adulta, D. Caranton-Ayala 547, ICN 43738: Colombia, Amazonas: El Encanto, -1.737545° , -73.210975° , 137 m, 12 abril 2022.

Los registros de la población más cercana corresponden a los alrededores de Yurimaguas al sur de Loreto en Perú, a aproximadamente 500 km de distancia desde la nueva localidad. Una considerable ampliación de rango conocida para la especie. Estos representan los primeros registros de *M. pyrocephalus* para Colombia, pero la especie bien podría ocurrir más ampliamente en el país en otros puntos de la Amazonía sobre la cuenca del río Putumayo y límites con el Perú (Fig. 2).

Dentro de su área de distribución en esta parte del departamento de Amazonas, *M. pyrocephalus* habita en simpatria con *M. striolatus*, especie con una amplia distribución en Colombia y presente en gran parte de las zonas bajas de la Amazonía colombiana y el piedemonte amazónico, con base en los registros de plataforma eBird (Sullivan *et al.* 2009). *M. deliciosus*, la

otra especie del género que se distribuye en el país no se solapa en distribución por estar restringida a los bosques húmedos del flanco pacífico de la Cordillera de los Andes. Para facilitar la identificación de esta especie en Colombia, se muestra el detalle de los machos y las hembras de las tres especies del género en el país, que puntualiza las diferencias en la corona, el pecho y coloración (Fig. 3). La principal diferencia en las hembras se enfoca en las plumas del pecho, siendo en *M. striolatus* de una tonalidad café rojizo lavado y amarillo claro en forma de banda, simulando estrías tenues que hacía el vientre se tornan amarillo opaco uniforme. Por otro lado, en *M. pyrocephalus* el pecho es oliva amarillento uniforme, el vientre bajo se torna blanquecino y patas rojizas.

Teniendo en cuenta las vocalizaciones tan suaves y poco distintivas de la especie, además de poco conocidas, en Colombia es necesario ser más cuidadoso con los registros visuales de *Machaeropterus*, especialmente, hembras de *M. striolatus* en la zona de la Amazonía con influencia del río Putumayo. En las poblaciones del norte de Suramérica parece ser más frecuente de lo registrado (Restall *et al.* 2006) y se conocen poblaciones aisladas



Figura 3. Comparación de especímenes del género *Machaeropterus* presentes en Colombia. De izquierda a derecha *M. striolatus*, *M. pyrocephalus* y *M. deliciosus* (A) Machos de frente (B) Machos de espalda, resaltan las marcadas diferencias en la coloración de la corona y espalda (C) Hembras de frente, se notan diferencias en el pecho de *M. striolatus* con un tono lavado de café-rojizo, ausente en las otras especies (D) Hembras de espalda, sin diferencias evidentes. Fotografías Andrés Cuervo.

del extremo norte de Brasil y sur de Venezuela. La posibilidad de que existan poblaciones dispersas en el país es alta. Por lo tanto, es importante dentro de las exploraciones realizar pruebas de reproducción de vocalizaciones (playback) para conocer posibles respuestas, y así determinar su estado en el país.

Los registros pueden pertenecer a la subespecie *pallidiceps* (norte de Brasil y Venezuela) caracterizada en el macho, que muestra un color rojo menos extenso en la coronilla, aspecto presente en el macho de El Encanto.

Además del aporte de este registro sobre la distribución de *M. pyrocephalus* en Suramérica,

igualmente se evidencia el continuo conocimiento sobre la avifauna de los bosques amazónicos del país en especial en las zonas limítrofes que siguen siendo poco exploradas por las dificultades de acceso. Probablemente varias de las especies de aves amazónicas registradas del lado peruano y ecuatoriano también ocurran en Colombia, por esto, la realización de exploraciones e inventarios detallados debe seguir siendo una prioridad en la investigación de la biodiversidad del amplio territorio de la Amazonía.

Agradecimientos

Esta publicación es producto de la Expedición BIO

Binacional Perú – Colombia a la Biodiversidad de la cuenca del río Putumayo 2022, cofinanciada por Minciencias. Quiero agradecer a los investigadores locales Abel Torres y Wilmer Vanegas, a Catalina Giraldo por las fotografías de los individuos, a Andrés Cuervo por las fotografías de los especímenes en la colección del Instituto de Ciencias Naturales. Al pueblo Murui Huitoto de las comunidades de El Encanto y San Rafael en el Amazonas, por su hospitalidad y apoyo durante la expedición Bio Binacional, a todos los compañeros del grupo de Ecosistemas y Recursos Naturales del Instituto SINCHI, a los investigadores de Colombia y Perú que participaron en este proyecto y al equipo de Expediciones BIO del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. De igual manera a los dos evaluadores por sus valiosas sugerencias para mejorar el documento.

Literatura citada

- ALENCAR, L. & E. GUILHERME. 2020. Bird-plant interactions on the edge of a forest fragment in southwestern Brazilian Amazonia. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 42 (1). <https://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v42i1.51485>
- AYERBE-QUIÑONES, F. 2022. Guía ilustrada de la avifauna colombiana, Tercera Edición. Wildlife Conservation Society-Colombia. Editorial Punto Aparte Bookvertising, Bogotá D.C. Colombia, 472 pp.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2022. Species factsheet: *Machaeropterus pyrocephalus*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 2/11/2022.
- KIRWAN, G.M. & G. GREEN. 2011. Cotingas and Manakins. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 624 pp.
- KIRWAN, G.M. & D. SNOW. 2020. Fiery-capped Manakin (*Machaeropterus pyrocephalus*), version 1.0. In *Birds of the World* (S. M. Billerman, B. K. Keeney, P. G. Rodewald, and T. S. Schulenberg, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.ficman1.01>
- LANE, D.F., A.W. KRATTER & J.P. O'NEILL. 2017. A new species of manakin (Aves: Pipridae; *Machaeropterus*) from Peru with a taxonomic reassessment of the Striped Manakin (*M. regulus*) complex. *Zootaxa*. 4320 (2) :379–390. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4320.2.11>.
- MERLIN BIRD ID. 2022. Cornell Laboratory of Ornithology. Ithaca, Nueva York, Estados Unidos. Recuperado de 2/11/2022 <https://merlin.allaboutbirds.org/>
- MERKORD, C.L., T. MARK, D. SUSANIBAR, A. JOHNSON & C.C. WITT. 2009. Avifaunal survey of the Río Chipaota valley in the Cordillera Azul region, San Martín, Peru. *Ornitología Neotropical*, 20, 535–552.
- PRUM, R.O. 1994. Phylogenetic analysis of the evolution of alternative social behavior in the manakins (Aves: Pipridae). *Evolution*, 48, 1657–1675. <https://doi.org/10.2307/2410255>
- REMSEN, J.V. JR., J.I. ARETA, E. BONACCORSO, S. CLARAMUNT, A. JARAMILLO, D.F. LANE, J.F. PACHECO, M.B. ROBBINS, F.G. STILES, & K.J. ZIMMER. 2022. Version [2/11/2022]. A classification of the bird species of South America. American Ornithological Society. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>
- RESTALL, R., C. RODNER, & M. LENTINO. 2006. *Birds of Northern South America*. London: Helm.
- SNOW, D.W. 2004. Family Pipridae (Manakins). In: del Hoyo, J., Elliott, A. & Christie, D.A. (Eds.), *Handbook of Birds of the World*. Vol. 9. Lynx Edicions, Barcelona, 110–169
- SCHULENBERG, T.S., J.P. O'NEILL, D.F. LANE, T. VALQUI, & C. ALBUJAR. 2001. Birds. In: Alverson, W.S., Rodriguez, L.O. & Moskovitz, D.K. (Eds.), *Perú: Biabo Cordillera Azul. Rapid Biological Inventories*, 2, pp. 146–155.
- SCHULENBERG, T.S., D.F. STOTZ, D.F. LANE, J. }P. O'NEILL & T.A. PARKER III. 2008. *Birds of Peru*. Princeton University Press. ISBN 978-0-7136-8673-9.
- SULLIVAN, B.L., C.L. WOOD, M.J. ILIFF, R.E. BONNEY, D. FINK & S. KELLING. 2009. eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation* 142 (10):2282–2292. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.05.006>.

El Guardacaminos norteño (*Chordeiles minor*): Un transeúnte anual por el noroccidente de Colombia

Common nighthawk (*Chordeiles minor*): An annual passage migrant through northwest Colombia

Martha Rubio ^{1*}, Nicholas J. Bayly ¹, Fabio Jiménez ², Camila Gómez ¹

¹SELVA: Investigación para la conservación en el Neotrópico. Bogotá, Colombia

² Reserva natural Takarkuna. Sapzurro, Colombia

✉ marors@gmail.com

DOI: 10.595517/oc.e570

Resumen

Recibido

09 de marzo de 2023

Aceptado

21 de julio de 2023

Publicado

26 de septiembre de 2023

ISSN 1794-0915

Citación

RUBIO, M., N. BAYLY, F. JIMÉNEZ, & C. GÓMEZ. 2023. El Guardacaminos norteño (*Chordeiles minor*): Un transeúnte anual por el noroccidente de Colombia. *Ornitología Colombiana* 24:28-36 <https://doi.org/10.59517/oc.e570>

La población del Guardacaminos norteño (*Chordeiles minor*) ha disminuido más del 60% en los últimos 50 años. Aunque su ecología en Norte América es relativamente bien conocida, es insuficiente la información respecto a la porción de su ciclo de vida no reproductivo y de permanencia en el Neotrópico, particularmente sobre rutas de migración, sitios de parada, recarga energética, y uso de hábitat. Aquí describimos cómo *C. minor* utiliza la región de Sapzurro en el Darién colombiano y el Caribe noroccidental de Colombia como ruta de entrada a Suramérica, para realizar paradas de descanso, y probablemente para acumular energía durante la migración de otoño. Datos de conteos crepusculares estandarizados durante tres años (2014, 2015 y 2020) muestran su fenología migratoria de otoño concentrada en los meses de septiembre y octubre, con picos de paso diarios máximos de alrededor de 4.900 individuos y totales entre 10.000 y 20.000 individuos registrados durante toda la migración de otoño en Sapzurro. Observaciones en los departamentos de Antioquia y Córdoba, contrastadas con información de aves rastreadas desde Norteamérica, apuntan al uso de regiones aledañas al Darién en el noroccidente de Colombia como corredor migratorio y también como sitios de parada. Esta información sugiere que el Caribe noroccidental de Colombia es un corredor importante para la migración otoñal de esta especie y recomendamos estudiar más a fondo sus necesidades y ecología durante este período vulnerable del ciclo anual.

Palabras clave: Colombia, Darién, ecología no reproductiva, historia natural, insectívoro aéreo, migración de aves

Abstract

Populations of the Common nighthawk (*Chordeiles minor*) have decreased by 60% in the last 50 years. Although this species' ecology is relatively well known in North America, there is insufficient information about its migratory routes, stopover sites and habitat use during the non-breeding and migratory periods of its annual cycle. We describe how *C. minor* uses Sapzurro in the Colombian Darién and the Caribbean region of northwestern Colombia as entrance routes to South America and stopover sites to rest and potentially accumulate energy during fall migration. Standardized dawn and dusk counts during 3 years (2014, 2015 and 2020) show the species' migration phenology is concentrated in September and October, with daily passage peaks of ~4,900 individuals and totals between 10,000 and 20,000 individuals recorded during an entire fall migration in Sapzurro. Observations in the departments of Antioquia and Córdoba, together with data from tracked birds, suggest the use of regions around the Darién in northwestern Colombia as a fall migratory corridor and stopover site. Overall, our data suggest that the Caribbean region of northwestern Colombia is an important fall migratory corridor for this species, and we recommend further studying its ecological needs during this vulnerable period of its annual cycle.

Key words: aerial insectivore, bird migration, Colombia, Darién, natural history, non-breeding ecology



La región del Darién en el noroccidente de Colombia marca el final de la estrecha masa continental Centroamericana, un corredor que conecta Norteamérica con Suramérica y funciona como ruta

migratoria para las aves entre los dos continentes (Bayly *et al.* 2014a, Bayly *et al.* 2017, Cárdenas-Ortiz *et al.* 2020). Al menos 81 especies y más de 3 millones de individuos de aves migratorias boreales usan esta

región como lugar de descanso o para recargar energía para llegar a sus destinos en Suramérica (Tabla 1; Gómez *et al.* 2013, Bayly *et al.* 2014a, Bayly *et al.* 2017, Cano *et al.* 2020, Cárdenas-Ortiz *et al.* 2020). La importancia de este corredor migratorio para múltiples especies hace necesario profundizar en la investigación sobre las necesidades particulares y la ecología de las especies que lo utilizan, formalizar medidas de protección, tanto en predios privados (reservas de la sociedad civil) y áreas públicas (Parques Nacionales Naturales), para buscar un manejo adecuado de los hábitats indispensables para la alta biodiversidad de esta región (Renjifo *et al.* 2016, Renjifo *et al.* 2017, Wilson *et al.* 2021). A su vez, es necesario trabajar en conjunto con las comunidades locales quienes velan por la protección de su territorio mediante el desarrollo de actividades ecoturísticas y de educación ambiental entre otras (Bayly *et al.* 2014b).

Chordeiles minor pertenece a la familia Caprimulgidae. Su nombre significa cuerda de una lira o arpa (*chorde*) y atardecer (*deile*). Su epíteto *minor* deriva del latín y significa menor (Van Dort & Komar, 2018; Wikiaves ICESI 2022). Esta especie presenta un ligero dimorfismo sexual en el cual los machos tienen una línea blanca y bien marcada en el ala y una banda caudal del mismo color, mientras las hembras carecen de la banda caudal. Sin embargo, es difícil observar estas marcas en campo y se complica aún más en individuos jóvenes, ya que en ambos sexos la banda caudal está ausente. *Chordeiles minor* suele realizar vuelos gregarios para forrajear, estos se caracterizan por ser vuelos acrobáticos circulares a gran altura (150 -243 m) y descendiendo a alturas más bajas (15 m) mientras se alimenta, dependiendo de la oferta de insectos (Miller 1925; Van Dort & Komar 2018; Wikiaves Icesi 2022). *Chordeiles minor* pertenece al grupo de los insectívoros aéreos, un grupo de gran preocupación por presentar declives poblacionales persistentes (Nebel *et al.* 2010; Rosenberg *et al.* 2019; Spiller & Detmers 2019). Esta especie de hábitos nocturnos y crepusculares se reproduce en gran parte de Norteamérica, con concentraciones poblacionales a lo largo del bosque boreal, en las zonas montañosas del occidente y en la Florida. Está ausente del extremo norte de Canadá y Alaska (Fink *et al.* 2022). En otoño

realiza una migración de larga distancia hacia Sudamérica hasta sitios no reproductivos, áreas de invernada o estacionarios en la Amazonía y su transición con las zonas más secas de Brasil, alcanzando el norte de Argentina hasta la provincia de Buenos Aires (Brigham *et al.* 2021). Individuos equipados con dispositivos PinPoint GPS-Argos en dos localidades de Alberta, Canadá, y en trece localidades entre Canadá (nueve localidades) y Estados Unidos (cuatro localidades), realizaron en su mayoría vuelos transoceánicos saliendo desde el Golfo de México o el sur de La Florida, Estados Unidos, hasta llegar a Centroamérica o la costa Caribe Colombiana, para continuar su viaje migratorio hacia la región del Cerrado y Amazonas en Brasil, donde pasaron el invierno boreal (Ng *et al.* 2018, Knight *et al.* 2021). A pesar de los recientes estudios de rastreo (Knight *et al.* 2021), la ecología de la migración de esta especie sigue siendo poco conocida y esta falta de información es una barrera en el diseño de esfuerzos para detener los declives poblacionales evidenciados desde 1970 (-60% en 50 años; Rosenberg *et al.* 2019). Para contribuir a llenar este vacío de información, llevamos a cabo un estudio de la fenología migratoria de la especie en el noroccidente del Caribe Colombiano.

Durante tres años (2014, 2015 y 2020), realizamos conteos crepusculares estandarizados de la migración de otoño (septiembre – octubre) en el corregimiento de Sapzurro, Acandí - Chocó (8.6576°N, -77.3665°W) en la frontera con Panamá cerca de Capurganá. Los conteos diarios iniciaban antes del atardecer (si el clima lo permitía) a las 17:00 y duraban 90 minutos, terminando cuando no había suficiente luz para observar las aves. Todos los individuos observados siguieron la ruta noroccidente – suroriente, para atravesar el golfo del Darién con rumbo a la región de Urabá. En total realizamos 29 h 55 min de observación durante 28 días continuos en el 2014 del 15 sep – 17 oct; 26 h 4 min durante 25 días en 2015 del 9 sep – 5/Oct; y 67 h 20 min durante 47 días en el 2020 del 20 ago al 10 oct. Dos investigadores entrenados se ubicaron en puntos ventajosos con vista del cielo despejado (ej. Muelle) y registraron todos los individuos de *Chordeiles minor* observados. Adicionalmente realizamos conteos crepusculares

Tabla 1. Entre el 2011 y 2015 el equipo de SELVA registró 81 especies y más de 3 millones de individuos de aves migratorias Neárticas Neotropicales durante la migración de otoño en Sapzurro - Colombia, 76 especies por medio de observaciones (abajo), y 5 adicionales solo por medio de capturas (*Coccyzus erythrophthalmus*, *Empidonax flaviventris*, *Setophaga pensylvanica*, *Helmitheros vermivorum*, *Passerina cyanea*). La tabla muestra el número de individuos registrados por año por medio de observaciones diarias entre agosto y noviembre.

Nombre científico	Nombre común en inglés	2011	2012	2013	2014	2015	Totales
<i>Ardea herodias</i>	Great Blue Heron	3	9	5	12	19	48
<i>Ardea alba</i>	Great Egret	89	176	220	583	404	1.472
<i>Egretta thula</i>	Snowy Egret	33	70	6	72	12	193
<i>Egretta caerulea</i>	Little Blue Heron	29	41	117	556	1.005	1.748
<i>Egretta tricolor</i>	Tricolored Heron	4	1		1		6
<i>Butorides virescens</i>	Green Heron	11	2		19	32	64
<i>Spatula discors</i>	Blue-winged Teal	135	123	324	687	672	1.941
<i>Cathartes aura</i>	Turkey Vulture	110.504	345.192	542.377	420.157	254.476	1.672.706
<i>Pandion haliaetus</i>	Osprey	163	186	184	192	85	810
<i>Elanoides forficatus</i>	Swallow-tailed Kite	135			2		137
<i>Ictinia mississippiensis</i>	Mississippi Kite	101	3.968	233	1.513	106	5.921
<i>Accipiter cooperii</i>	Cooper's Hawk	1					1
<i>Buteo platypterus</i>	Broad-winged Hawk	99.846	139.548	72.824	22.437	9.923	344.578
<i>Buteo swainsoni</i>	Swainson's Hawk	9.058	24.883	5.413	40.740	7.627	87.721
<i>Falco columbarius</i>	Merlin	71	65	100	194	563	993
<i>Falco peregrinus</i>	Peregrine Falcon	101	132	135	239	203	810
<i>Porzana carolina</i>	Sora				1		1
<i>Actitis macularius</i>	Spotted Sandpiper	14	8		9	16	47
<i>Tringa semipalmata</i>	Willet				3		3
<i>Calidris minutilla</i>	Least Sandpiper				1		1
<i>Calidris pusilla</i>	Semipalmated Sandpiper				1		1
<i>Calidris mauri</i>	Western Sandpiper					1	1
<i>Calidris alba</i>	Sanderling	1					1
<i>Numenius phaeopus</i>	Whimbrel					1	1
<i>Leucophaeus atricilla</i>	Laughing Gull					1	1
<i>Thalasseus maximus</i>	Royal Tern					16	16
<i>Coccyzus americanus</i>	Yellow-billed Cuckoo	1	5	2	7	7	22
<i>Chordeiles minor</i>	Common Nighthawk	1.353	1.245	415	12.186	21.992	37.191
<i>Chaetura pelagica</i>	Chimney Swift	2.168	5.788	681	6.922	3.229	18.788
<i>Megaceryle alcyon</i>	Belted Kingfisher	1	2			2	5
<i>Contopus cooperi</i>	Olive-sided Flycatcher	10	10		4	1	25
<i>Contopus virens</i>	Eastern Wood-Pewee	143	124	5	48	11	331
<i>Contopus sordidulus</i>	Western Wood-Pewee				5	1	6
<i>Empidonax virescens</i>	Acadian Flycatcher	18	10				28
<i>Empidonax traillii</i>	Willow Flycatcher		4			1	5
<i>Empidonax alnorum</i>	Alder Flycatcher				1	1	2
<i>Empidonax traillii/ alnorum</i>	Trails Flycatcher	48	65	189	73	73	448
<i>Myiarchus crinitus</i>	Great Crested Flycatcher	11	24	3	4	5	47
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Sulphur-bellied Flycatcher	1	14	3	1	9	28
<i>Tyrannus tyrannus</i>	Eastern Kingbird	41.305	6.575	16.663	243.669	219.721	527.933
<i>Tyrannus dominicensis</i>	Gray Kingbird				2	23	25
<i>Progne subis</i>	Purple Martin			11.083			11.083
<i>Riparia riparia</i>	Bank Swallow	22.898	21.661	1.745	15.582	16.195	78.081
<i>Hirundo rustica</i>	Barn Swallow	52.800	66.136	43.789	87.655	29.428	279.808
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Cliff Swallow	99.842	98.406	97.725	158.413	65.584	519.970
<i>Dumetella carolinensis</i>	Gray Catbird		2				2
<i>Catharus fuscescens</i>	Veery	19	94	130	28	94	365
<i>Catharus minimus</i>	Gray-cheeked Thrush	25	34	8	9	17	93
<i>Catharus ustulatus</i>	Swainson's Thrush	56	165	72	44	378	715
<i>Vireo flavifrons</i>	Yellow-throated Vireo	1	1				2

Nombre científico	Nombre común en inglés	2011	2012	2013	2014	2015	Totales
<i>Vireo altiloquus</i>	Black-whiskered Vireo		1		224		225
<i>Vireo olivaceus</i>	Red-eyed Vireo	157	410	678	120	18	1.383
<i>Vireo flavoviridis</i>	Yellow-green Vireo	40	53	157	1	4	255
<i>Icterus galbula</i>	Baltimore Oriole	16	43	33	21	25	138
<i>Mniotilta varia</i>	Black-and-white Warbler	12	4	12	2	4	34
<i>Vermivora chrysoptera</i>	Golden-winged Warbler	1				1	2
<i>Leiothlypis peregrina</i>	Tennessee Warbler	243	283	21	88	125	760
<i>Setophaga petechia</i>	Yellow Warbler	413	295	683	350	583	2.324
<i>Setophaga cerulea</i>	Cerulean Warbler	2	1			4	7
<i>Setophaga fusca</i>	Blackburnian Warbler	37	23	159	22	14	255
<i>Setophaga striata</i>	Blackpoll Warbler					5	5
<i>Setophaga castanea</i>	Bay-breasted Warbler	87	104	24	27	23	265
<i>Setophaga ruticilla</i>	American Redstart	8	1	26	19	6	60
<i>Seiurus aurocapilla</i>	Ovenbird	1					1
<i>Parkesia noveboracensis</i>	Northern Waterthrush	39	10	1	8	15	73
<i>Parkesia motacilla</i>	Louisiana Waterthrush					1	1
<i>Protonotaria citrea</i>	Prothonotary Warbler	42	30	218	125	155	570
<i>Geothlypis trichas</i>	Common Yellowthroat		1				1
<i>Geothlypis formosa</i>	Kentucky Warbler	2	1			1	4
<i>Geothlypis philadelphia</i>	Mourning Warbler	19	17	4		10	50
<i>Cardellina canadensis</i>	Canada Warbler	28	4	30	8	11	81
<i>Piranga rubra</i>	Summer Tanager	44	78	85	43	40	290
<i>Piranga olivacea</i>	Scarlet Tanager	33	68	6	57	78	242
<i>Spiza americana</i>	Dickcissel	4.586	978	986	17.750	30.268	54.568
<i>Dolichonyx oryzorus</i>	Bobolink				2	8	10
<i>Passerina caerulea</i>	Blue Grosbeak					1	1
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Rose-breasted Grosbeak	8	45	18	15	36	122
		446.817	717.219	797.592	1.030.954	663.370	3.655.952

puntuales entre septiembre y octubre del 2016 para confirmar la presencia de *C. minor* en la Ciénaga de Marimonda – Antioquia (8.5574°N, -76.8244°W, 205 minutos), Finca Las Palmeras – Córdoba (8.5263°N, -76.0974°W, 212 minutos), Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos – Guajira (11.4285 N -73.0884, 90 minutos), Vía Parque Isla de Salamanca – Magdalena (10.9661°N, -74.7427°W, 540 minutos), y Capurganá – Chocó (8.6339°N, -77.3495°W, 185 minutos). Los individuos de *C. minor* fueron contados de uno en uno mientras se desplazaban de norte a sur. Los datos de 2014 y 2015 se registraron en formatos de campo, y los de 2020 directamente en la plataforma de eBird (eBird 2021). La identificación de *C. minor* en vuelo es posible por su tamaño intermedio, alas largas y puntiagudas, y su patrón particular de vuelo caracterizado por aleteos distintivos y ocasionales movimientos erráticos, tipo murciélago, estrategia usada para la captura de insectos al vuelo (Brigham & Barclay 1995, Van Dort & Komar 2018). Para apoyar la

identificación en casos de duda, se tomaron fotos (Fig. 1) y revisamos la posición relativa de la banda blanca en el ala para diferenciar entre *C. minor* y *C. acutipennis* (Van Dort & Komar 2018). En esta zona fue relativamente fácil hacer la identificación, gracias a la baja altura en la que se desplazaban los individuos, además de volar en grupos no muy grandes, los de mayor cantidad estaban entre 80 y 94 individuos por grupo. Los demás volaban en pequeños grupos de 5 hasta 10 o individualmente, logrando así tener suficiente tiempo para identificar la especie con alta confianza.

El paso otoñal de *Chordeiles minor* por el Darién durante los tres años de estudio se concentró en un mes, desde la segunda semana de septiembre y con picos de abundancia registrados entre el 15 y el 21 de septiembre, días en los cuales se contó un máximo de 4.973 individuos en una sola tarde (16 Sep 2015) (Fig. 2). La fecha más temprana de observaciones de *C.*

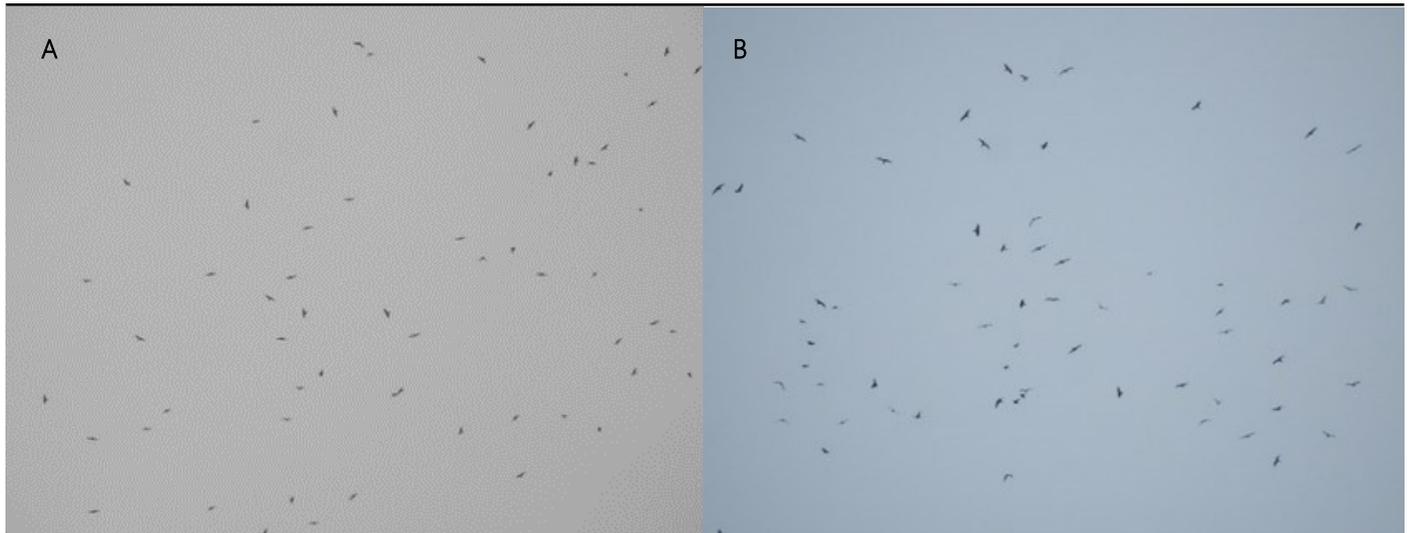


Figura 1. Ejemplos de grupos de *Chordeiles minor* formando espirales al atardecer durante la migración de otoño en Sapzurro – Chocó. Fotos tomadas el 11 de Septiembre de 2020 (A) y el 22 de Septiembre de 2020 (B) respectivamente © Martha Rubio y Fabio Jiménez.

minor en el Darién, durante los tres años de muestreo, fue el 28 de agosto, y la más tardía fue el 18 de noviembre. En las temporadas de 2015 y 2020, los totales superaron los 18.000 individuos (Fig. 2). En otoño de 2020, la elevada actividad de los huracanes del Atlántico en el mes de septiembre y la primera semana de octubre posiblemente detuvieron el flujo migratorio, reactivándose el 17 de octubre cuando se registraron 7.000 individuos. Dicho movimiento del 17 de octubre 2020 no fue registrado en los conteos estandarizados, por lo que no se incluyó en la Figura 2.

Detectamos *C. minor* en las cinco localidades adicionales muestreadas en el Caribe Colombiano, durante por lo menos 3 conteos en horas de la tarde (16:30 a 18:30) durante septiembre y octubre 2016. La mayor tasa de paso en estos censos se obtuvo en los sitios del noroccidente (Fig. 3). Es de anotar que, en el departamento de Córdoba, se observaron individuos forrajeando activamente en la Finca Palmeras, un mosaico de potreros, remanentes de bosque seco y humedales estacionales. En Sapzurro también se observaron algunos individuos descansando durante el día, además de los que migraban activamente al atardecer.

Conclusiones y recomendaciones

Muchas de las poblaciones de *Chordeiles minor* se

encuentran en declive (Ng *et al.* 2018, Rosenberg *et al.* 2019, Knight *et al.* 2021), con una baja poblacional del 68% en los Estados Unidos y Canadá, aunque en la lista Roja de la UICN, se considera como especie de preocupación menor (eBird 2021). Los cambios en el uso de la tierra junto al cambio climático son los factores de riesgo que más influyen en la disminución de alimento y transformación de los sitios de anidación de esta especie (COSEWIC 2018, Rosenberg *et al.*, 2019). El hecho que grandes números de *Chordeiles minor* se concentran en el Darién luego de sus vuelos transoceánicos desde Norteamérica, sugiere que esta región podría representar un cuello de botella para esta especie en su trayectoria hacia el sur. Esta conclusión está soportada por las rutas de aves rastreadas con GPS (Ng *et al.* 2018, Knight *et al.* 2021) y por registros en el sistema de rastreo Motus (www.motus.org), en el cual siete individuos equipados con radiotransmisores fueron registrados por una estación de telemetría automatizada en el Darién (2018-2020; <https://motus.org/data/receiverDeploymentDetections?id=3877>) y 21 individuos en una estación cercana en el departamento de Córdoba (2018-2022; <https://motus.orgdatareceiverDeploymentDetectionsid=3872>) en los meses de septiembre y octubre (ambas estaciones pertenecen al proyecto de Motus SELVA Colombia). Es de notar que los individuos detectados en Colombia fueron marcados originalmente en ambos extremos de su rango reproductivo tanto al

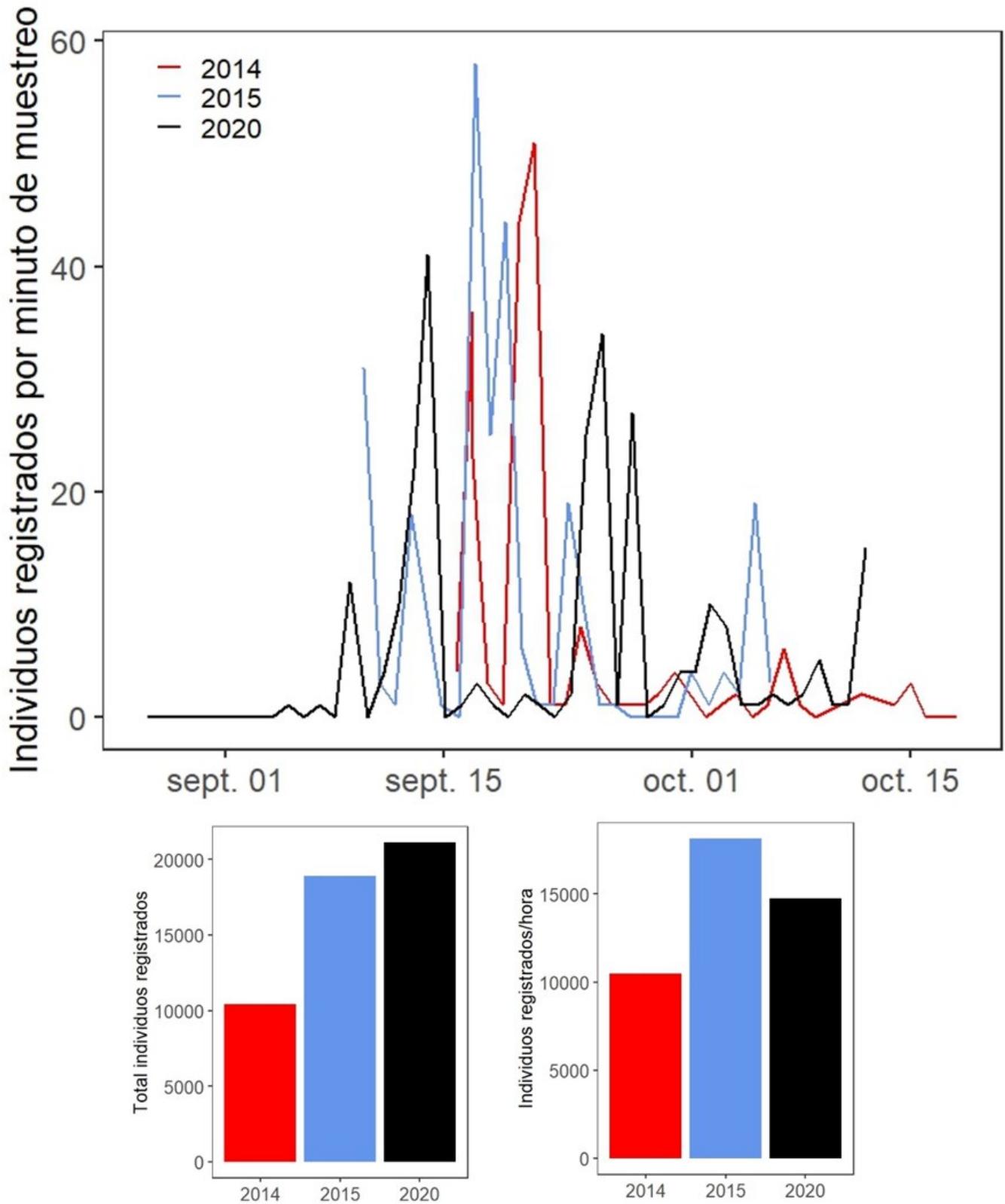


Figura 2. Fenología de la migración de otoño de *Chordeiles minor* en el Darién colombiano. Tres años (2014 - rojo, 2015 - azul y 2020 - negro) de conteos crepusculares muestran una concentración de paso entre el 7 de septiembre y el 7 de octubre, y picos diarios de paso de hasta 4973 individuos. Los ceros (0) en el gráfico corresponden a días de censos en los que no se registró *C. minor*. Los gráficos de barras muestran el total de individuos registrados por año sin corregir por el esfuerzo de muestreo (izquierda) y el total de individuos registrados por hora de muestreo en cada año (derecha).

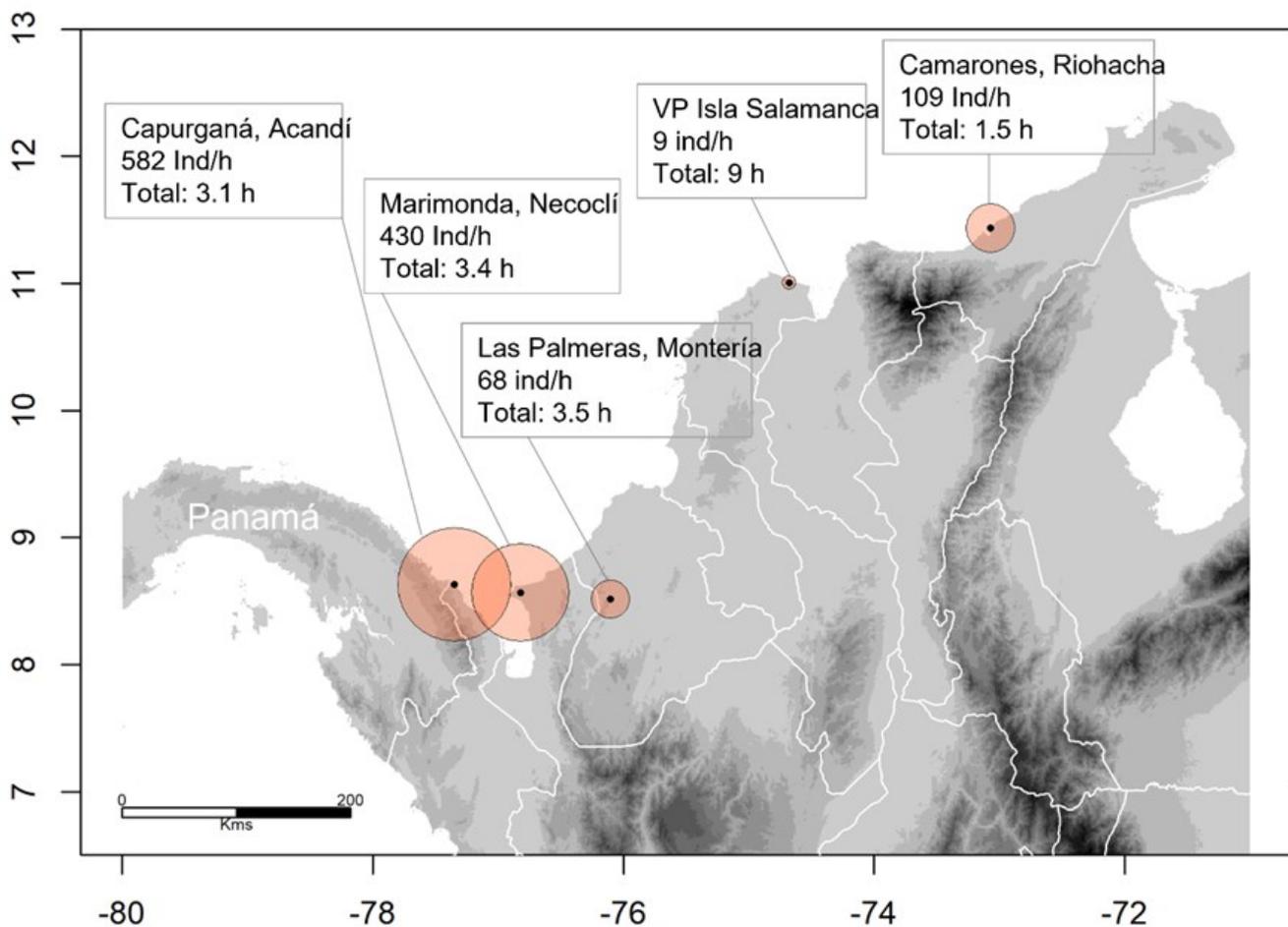


Figura 3. Tasa de paso (No. Individuos/hora de observación) de *Chordeiles minor* en cinco sitios en la costa Caribe de Colombia durante la migración de otoño del año 2016. Las tasas de paso más altas se concentran en el Caribe occidental. Las divisiones políticas (departamentales) están en blanco y la escala de grises muestra la variación en elevación.

oriente como occidente de Norteamérica (en Montana, EEUU, y Ontario, Canadá). Nuestros datos apoyan el supuesto que el Darién es un estrecho embudo por donde migran varias poblaciones de *Chordeiles minor*.

Los datos obtenidos en los 3 años de censos nos permiten especular que los números de *Chordeiles minor* que usan la ruta del Darién durante la migración de otoño son muy altos, más aún, considerando que los observadores solo podrían registrar los individuos que pasaron en horas del atardecer (de los siete individuos detectados sobrevolando la estación Motus en Capurganá en el Darién, dos pasaron entre 16:00 y 18:30, y los otros cinco en las horas de oscuridad entre 20:00 y 04:10). Nuestras observaciones sirven de punto de partida para la realización de investigaciones más profundas

que aborden preguntas como por ejemplo ¿cuál es la duración de las paradas de *Chordeiles minor* luego de sus vuelos transoceánicos? ¿cuál es la dieta principal y la tasa de acumulación de energía durante estas paradas? ¿cuáles hábitats son los más usados durante las paradas migratorias?

Al obtener información más detallada sobre la ecología migratoria de *Chordeiles minor* en el Darién y la región aledaña, será más factible diseñar estrategias efectivas para su conservación durante este periodo de su ciclo anual. En la medida que se logre determinar los sitios de parada y el uso de hábitat en Colombia, desde la Costa Caribe hasta la Amazonía, se podrían implementar proyectos de conservación para proteger estas áreas de alimentación y descanso. Mantener el monitoreo a largo plazo, incluyendo conteos de ciencia participativa en más regiones, nos

ayudará a evidenciar mejor la fenología de paso, las fluctuaciones poblacionales y los sitios importantes para esta especie en el Neotrópico y a lo largo de su ciclo anual.

Agradecimientos

Las actividades del proyecto “Cruzando el Caribe” fueron financiadas por el Cornell Lab of Ornithology y el Rufford Small Grants Fund y las de el “Corredor Neotropical de Migración” (Neotropical Flyways Project) en Colombia fueron financiadas por el Cornell Lab of Ornithology, Environment and Climate Change Canada y lideradas por SELVA. Gracias especiales a los observadores que participaron en los conteos: Laura Cárdenas y Ana María Díaz. Agradecemos al equipo de revisores que hicieron sugerencias para mejorar este manuscrito.

Literatura citada

- BAYLY, N.J., L. CÁRDENAS-ORTIZ, M. RUBIO & C. GÓMEZ. 2014a. Migration of raptors, swallows and other diurnal migratory birds through the Darien of Colombia. *Ornitología Neotropical* 25: 63–71.
- BAYLY, N.J., A.M. DÍAZ-BOHÓRQUEZ, Y.R. LÓPEZ-PERILLA & G.F. MEDINA-RANGEL. 2014b. Darién y Urabá: Fauna al descubierto. SELVA: Investigación para la Conservación en el Neotrópico, Bogotá.
- BAYLY, N.J., K.V. ROSENBERG, W. EASTON, C. GÓMEZ, J. CARLISLE, D.N. EWERT, A. DRAKE & L. GOODRICH. 2017. Major stopover regions and migratory bottlenecks for Nearctic-Neotropical landbirds within the Neotropics: a review. *Bird Conservation International* 28(1): 1–26. <https://doi.org/10.1017/S0959270917000296>.
- BRIGHAM, R.M. & R.M. BARCLAY. 1995. Prey detection by common nighthawks: Does vision impose a constraint? *Ecoscience* 2(3): 276–279. <https://doi.org/10.1080/11956860.1995.11682294>.
- BRIGHAM, R.M., J. NG, R.G. POULIN & S.D. GRINDAL. 2021. Common Nighthawk (*Chordeiles minor*), version 1.0. In *Birds of Ther World* (A.F. Poole, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.comnig.01>.
- CANO, N., N.J. BAYLY & S. WILSON. 2020. Is there more than one way to cross the Caribbean Sea? Migratory strategies of Nearctic-Neotropical landbirds departing from northern Colombia. *Journal of Avian Biology* 51(7): 1–12. <https://doi.org/10.1111/jav.02394>.
- CÁRDENAS-ORTIZ, L., N.J. BAYLY, K.J. KARDYNAL & K.A. HOBSON. 2020. Defining catchment origins of a geographical bottleneck: Implications of population mixing and phenological overlap for the conservation of Neotropical migratory birds. *The Condor* 122(2): dua004.
- COSEWIC. 2018. Annual Report presented to the Minister of Environment and Climate Change and the Canadian Endangered Species Conservation Council (CESCC) from the Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC) 2018 to 2019.
- eBIRD [ONLINE]. 2021. eBird: An online database of bird distribution and abundance (web application www.ebird.org). <http://www.ebird.org>. Ithaca, NY. <<http://www.ebird.org>>.
- FINK, D., T. AUER, A. JOHNSTON, M. STRIMAS-MACKEY, S. LIGOCKI, O. ROBINSON, W. HOCHACHKA, L. JAROMCZYK, A. RODEWALD, C. WOOD, I. DAVIES & A. SPENCES. 2022. eBird Status and Trends, Data Version: 2021; Released: 2022. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY. .
- GÓMEZ, C., N.J. BAYLY & K.V. ROSENBERG. 2013. Seasonal variation in stopover site use: *Catharus* thrushes and vireos in northern Colombia. *Journal of Ornithology* 154: 107–117.
- KNIGHT, E.C., A.L. HARRISON, A.L. SCARPIGNATO, S.L. VAN WILGENBURG, E.M. BAYNE, J.W. NG, E. ANGELL, R. BOWMAN, R.M. BRIGHAM, B. DROLET, W.E. EASTON, T.R. FORRESTER, J.T. FOSTER, S.HACHÉ, K.C. HANNAH, K.G. HICK, J. IBARZABAL, T.L. IMLAY, S.A. MACKENZIE, A. MARSH, L.P. MCGUIRE, G.N. NEWBERRY, D. NEWSTEAD, A. SIDLER, P.H. SINCLAIR, J.L. STEPHENS, D.L. SWANSON, J.A. TREMBLAY & P.P. MARRA. 2021. Comprehensive estimation of spatial and temporal migratory connectivity across the annual cycle to direct conservation efforts. *Ecography* 44 (5): 665–679. <https://doi.org/10.1111/ecog.05111>.
- MILLER, A.H. 1925. The boom flight of the Pacific Nighthawk. *The Condor* 27: 141–143.
- NEBEL, S., A. MILLS, J. D. MCCRACKEN & P. D. TAYLOR. 2010. Declines of aerial insectivores in North America follow a geographic gradient. *Avian Conservation and Ecology* 5 (2):1.
- NG, J., E. KNIGHT, A. SCARPIGNATO, A.L. HARRISON, E.M. BAYNE & P.P. MARRA. 2018. First full annual cycle tracking of a declining aerial insectivorous bird, the Common Nighthawk (*Chordeiles minor*), identifies migration routes, non breeding habitat, and breeding site fidelity. *Canadian Journal of Zoology* 96(8): 869–875. <https://doi.org/10.1139/cjz-2017-0098>.
- RENJIFO, L.M., A.M. AMAYA-VILLARREAL, J. BURBANO-GIRÓN & J. VELÁSQUEZ-TIBATÁ. 2016. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta. Editorial Pontificia Universidad Javeriana & Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá D.C.
- RENJIFO, L.M., A. REPIZO, J.M. RUIZ-OVALLE, S. OCAMPO & J.E. AVENDAÑO. 2017. New bird distributional data from Cerro Tacarcuna, with implications for conservation in the Darién highlands of Colombia. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 137(1): 46–66. <https://doi.org/10.25226/bboc.v137i1.2017.a7>.
- ROSENBERG, K.V., A.M. DOKTER, P.J. BLANCHER, J.R. SAUER, A.C. SMITH, A. PAUL, J.C. STANTON, A. PANJABI, L. HELFT, M. PARR & P.P. MARRA. 2019. Decline of the North American avifauna. *Science* 366(6461): 120–124.
- SPILLER, K.J. & R. DETTMERS. 2019. Evidence for multiple drivers of aerial insectivore declines in North America. *Condor*. 121: 1–13.
- VAN DORT, J. & O. KOMAR. 2018. Retos de identificación: los nighthawks del género *Chordeiles*. eBird Centroamérica: <https://ebird.org/america/news/retos-de-identificacion-los-nighthawks-del-genero-chordeiles>.
- WIKIAVES ICESI. 2022. *Chordeiles minor* (Common

- Nighthawk) (Eds.). WikiAves Icesi. <https://wikiaves.icesi.edu.co/birds/2332>.
- WILSON, S., H. LIN, R. SCHUSTER, A.M. GONZÁLEZ, C. GÓMEZ, E. BOTERO-DELGADILLO, N.J. BAYLY, J.R. BENNETT, A.D. RODEWALD, P. ROEHRDANZ & V. RUIZ-GUTIÉRREZ. 2021. Opportunities for the conservation of migratory birds to benefit threatened resident vertebrates in the Neotropics. *Journal of Applied Ecology* 59(3): 653–663. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14077>.

Seasonal variation in the predation on avian resources by the Toco Toucan (*Ramphastos toco*) in Brazil, based on community science data

Variación estacional de la depredación de recursos aviares por parte del Tucán toco (*Ramphastos toco*) en Brasil, basado en datos de ciencia participativa

Talita M.A. Oliveira¹ & Dárius P. Tubelis ^{*}

¹Departamento de Biociências, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Mossoró. Mossoró, Brazil

* >< darius.tubelis@gmail.com

DOI: 10.59517/oc.e571

Recibido

27 de marzo de 2023

Aceptado

26 de septiembre de 2023

Publicado

23 de octubre de 2023

ISSN 1794-0915

Citación

OLIVEIRA, T.M.A & D.P TUBELIS. 2023. Seasonal variation in the predation on avian resources by the Toco Toucan (*Ramphastos toco*) in Brazil, based on community science data. *Ornitología Colombiana* 24:37-45 <https://doi.org/10.59517/oc.e571>

Abstract

Ramphastidae (Piciformes) is a family endemic to the Neotropics, and includes 36 species. Although they are classified primarily as frugivorous birds, they also feed on invertebrates and small vertebrates. The objective of this study was to examine the consumption of avian resources by the Toco Toucan (*Ramphastos toco*), the most common Ramphastidae in non-Amazonian Brazil. A search for photographic records of this species was done in April 2022 in WikiAves, the largest community science database regarding Brazilian birds. A total of 271 photographs had evidence of feeding activities. Most of them involved non-avian resources (85%), such as fruits, while a minor portion referred to avian resources (15%). These 42 records involving avian resources were more numerous in October-December than in other periods of the year. They showed the consumption of eggs (50%), nestlings (45%), and juvenile or adult birds (5%). These feeding records included species of the families Tyrannidae, Columbidae and Icteridae, having the Great Kiskadee (*Pitangus sulphuratus*) as the most common prey species. On the other hand, records involving non-avian resources occurred throughout the year. As a result, the proportion of photographs with avian resources was higher in October-December than in other periods. This relatively high frequency of avian resources in the diet of the Toco Toucan coincides with their nesting period in Brazil. With our study, we confirm the usefulness of community science to improve our knowledge regarding the diet and feeding ecology of Neotropical birds.

Key words: citizen science, diet, egg, feeding ecology, nestling, Ramphastidae

Resumen

La familia Ramphastidae (Piciformes) es endémica al Neotrópico e incluye 36 especies. Aunque son consideradas principalmente aves frugívoras, también se alimentan de invertebrados y pequeños vertebrados. El objetivo de este estudio fue examinar el consumo de recursos aviares por parte del Tucán toco (*Ramphastos toco*), el Ramphastidae más común en el Brasil no amazónico. En abril de 2022 se realizó una búsqueda de registros fotográficos de esta especie en WikiAves, la mayor base de datos de ciencia ciudadana sobre aves brasileñas. Un total de 271 fotografías tenían evidencia de actividades de alimentación. La mayoría involucraba recursos no aviares (85%), como frutas, mientras que una porción menor se refería a recursos aviares (15%). Estos 42 registros que involucran recursos aviares fueron más numerosos en octubre-diciembre que, en otros períodos del año, demostrando el consumo de huevos (50%), polluelos (45%) y aves juveniles o adultas (5%). Estos registros de alimentación incluyeron especies de las familias Tyrannidae, Columbidae e Icteridae, teniendo al Bichofué (*Pitangus sulphuratus*) como la especie de presa más común. Por otro lado, los registros que involucraban recursos no aviares ocurrieron a lo largo del año. Como resultado, la proporción de fotografías con recursos aviares fue mayor en octubre-diciembre que en otros períodos. Esta frecuencia relativamente alta de recursos aviares en la dieta del tucán toco coincide con su período de anidación en Brasil. Con nuestro estudio reconfirmamos la utilidad de la ciencia participativa para mejorar nuestro conocimiento sobre la dieta y la ecología alimentaria de las aves neotropicales.

Palabras clave: ciencia ciudadana, dieta, huevo, ecología alimentaria, polluelo, Ramphastidae



Introduction

Citizen science, also called community science, refers to the contribution of citizens to scientific research (Bonney *et al.* 2009, Bela *et al.* 2016, Chandler *et al.* 2017). This collective activity includes creating and maintaining online platforms that receive millions of wildlife records obtained by thousands of contributors (Sullivan *et al.* 2009, Turnhout *et al.* 2016, Johnson *et al.* 2021). Regarding Brazilian birds, a significant platform harbors records of more than 1900 species gathered throughout the country - WikiAves (de Camargo Barbosa *et al.* 2021). Researchers can use photographic records of this platform to investigate aspects of the natural history of numerous species (Tubelis 2023). This avifauna includes the popular and charismatic Ramphastidae family, with about 60,450 photographs on this platform (WikiAves 2023). This set of records can improve the knowledge of their ecological interactions, such as predation and seed dispersion, as numerous photographs show their food items.

The Ramphastidae family belongs to the Order Piciformes and includes birds known as toucans and aracarís, which comprise five genera and 36 species restricted to the Neotropics (Winkler *et al.* 2020). They occur widely from southern Mexico to northern Argentina and southern Brazil, except in dry forest regions and highlands (Short & Horne 2001). These birds have colorful plumage and an enormous bill that play important roles concerning feeding behavior, communication, thermoregulation of the body, and fighting conspecifics (Sick 1997, Tattersall *et al.* 2009, Guaraldo *et al.* 2019). Toucans and aracarís rely on a wide range of forests and other wooded habitats (Short & Horne 2001, Winkler *et al.* 2020). They nest in cavities of tree trunks, termite nests, and rocky crevices (Sick 1997, Winkler *et al.* 2020, Tubelis 2022).

Most species are mainly frugivorous but feed on bird eggs, chicks, invertebrates, small lizards, and frogs (Winkler *et al.* 2020). Some items are entirely swallowed after being positioned in the tip of the bill, while others are picked apart before consumption (Winkler *et al.* 2020). Although toucans are conspicuous birds, detailed studies on their feeding

ecology remain scarce. For example, in Costa Rican forests, Howe (1977) showed that toucans and aracarís can be abundant tree visitors that process undamaged seeds, thus being important dispersers. Further, through notations of stomach contents on museum specimen labels, Remsen *et al.* (1993) revealed the highly frugivorous diet of toucans. Also, Galetti *et al.* (2000) identified fruits of more than 50 plant species in the diet of toucan communities found in the Brazilian Atlantic Forest. Some studies in a few Neotropical locations also provided brief comments on consuming unusual food items, such as flowers, insects, small mammals, and lizards (Skutch 1955, 1971, Riley & Smith 1986, Silva & Azevedo 2012). Even geophagy has been eventually recorded for some species of toucans (Matinata & Perrella 2020).

Twenty-two species of the Ramphastidae family occur in Brazil (Stotz *et al.* 1996, Pacheco *et al.* 2021). The Toco Toucan *Ramphastos toco* is the largest species, and its geographic distribution substantially overlaps with that of the Cerrado region and adjacent biomes (Sedgwick 2020). It relies less on forests than other ramphastids and occurs in nearby open habitats and urban wooded areas (Sick 1997, Tubelis 2022). In the Pantanal wetland, Toco Toucans were observed foraging mainly on fruits of *Genipa americana*, *Ficus* spp., and *Cecropia* spp. trees and it is noted that toucans move among habitats seasonally in search of abundant fleshy fruits (Ragusa-Netto 2006). In this region, the abundance of Toco Toucans in forest patches was positively influenced by the availability of fleshy fruits, especially those of *Ficus* spp. trees (França *et al.* 2009). In central Cerrado, the abundance of Toco Toucans had substantial temporal and spatial variations, which coincided with the availability of specific fruits such as those of *Virola sebifera* in gallery forests and *Schefflera macrocarpa* in woodland savannas (Ragusa-Netto 2008). Also, in the Cerrado, Ragusa-Netto (2013) showed that the seasonality influenced the occurrence of Toco Toucans in a range of forest types in fruit abundance and diversity.

As a result, most detailed studies on the feeding ecology of the Toco Toucan focused on its frugivorous diet rather than dealing with the consumption of animal food items. Other information on its feeding

ecology is available as qualitative data in books about regional avian faunas that mention fruits as their primary food items and the eventual consumption of avian resources such as eggs and nestlings (e.g., Antas & Cavalcanti 1988, Sick 1997, Antas 2004). Thus, their role in animal predation needs to be better examined. We supposed that this scarcity of quantitative information on the diet of toucans could be mitigated through the use of community science data, as recently occurred for bird species of other families found in Brazil (e.g., Crozariol & Gomes 2010, Teixeira *et al.* 2019, Tubelis & Sazima 2021, Tubelis & Wachlewski 2021, de Souza *et al.* 2022, Gomes & Tubelis 2022, Costa & Tubelis 2023).

In this study, we examined the avian diet of the Toco Toucan in Brazil using photographic records gathered by community scientists. We hypothesized that seasonal variations in the diet of Toco Toucans occurred throughout the year because the availability of vegetal and animal resources varies seasonally in Brazil; for example, numerous land birds nest during or near the spring (September-December), thus leading to the abundance of eggs and nestlings during this period (Sick 1997). We examined seasonal variation in the number of records with evidence of consumption of avian resources (eggs and birds of variable age). We compared them with those involving non-avian resources. Examining the proportion of these two resource types among food items along the year would allow the study of temporal variation in its diet. We discuss our results regarding the feeding ecology of toucans in the Neotropics.

Methods

Data gathering.- We based this study on a compilation of photographic records with evidence of the Toco Toucan feeding activities in Brazil. We obtained records in April 2022 through a search in WikiAves (<https://www.wikiaves.com.br>) – a community science project organizing the largest digital voucher database concerning Brazilian birds. It currently harbors approximately 4,652,000 records of more than 1,950 species through the contribution of about 45,800 observers. Other platforms (eBird Brasil, iNaturalist and Macaulay Library) were not searched

due to the relatively low number of photographs of the Toco Toucan in Brazil.

For the WikiAves search, we selected “Registros” (Records) and then “Busca Avançada” (Advanced Search). The scientific name of the species was typed in the “Espécie” (Species) field, and then the “Alimentando-se/Caçando” (Feeding/Foraging) filter was selected. The resulting photographs were carefully examined to select only those with evidence of feeding activities (here called “feeding records”). This filter eases the search for feeding records, as about 16,000 Toco Toucan records were available in WikiAves during the search period. Feeding activities included Toco Toucans: (1) holding known food items (fruit, seeds, flowers, buds, invertebrates or vertebrates, including their eggs) with the bill and/or foot, (2) with the bill open, expecting for a falling food item, (3) with pieces of fruits on the bill, and perched on a tree having the same fruit, and (4) directing the bill towards open (damaged) fruits of a tree. This study did not include photographs of toucans perched on fruiting trees without evidence of feeding activities. The same occurred for records with birds foraging on artificial feeders. These were noted when photographs showed toucans and food items on wooded structures made by man and when cut bunches of coconuts were hanging on tree branches, a common fact around lodges in southern Brazil.

When we could note that two or more photographs obtained in each municipality, on the same day, referred to the same feeding event, only one was selected. This was done to avoid repetitions/replicates that could overestimate the consumption of a given food item in each period. We contacted the authors of the selected photographs in cases of doubt about feeding activities, and to confirm the identification of bird species being preyed. We received permission from community scientists to include their photographs in this paper. Information on municipalities and biomes was obtained in IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (<https://cidades.ibge.gov.br/>).

Data analysis.- We grouped feeding records into two categories, based on the type of food resource being

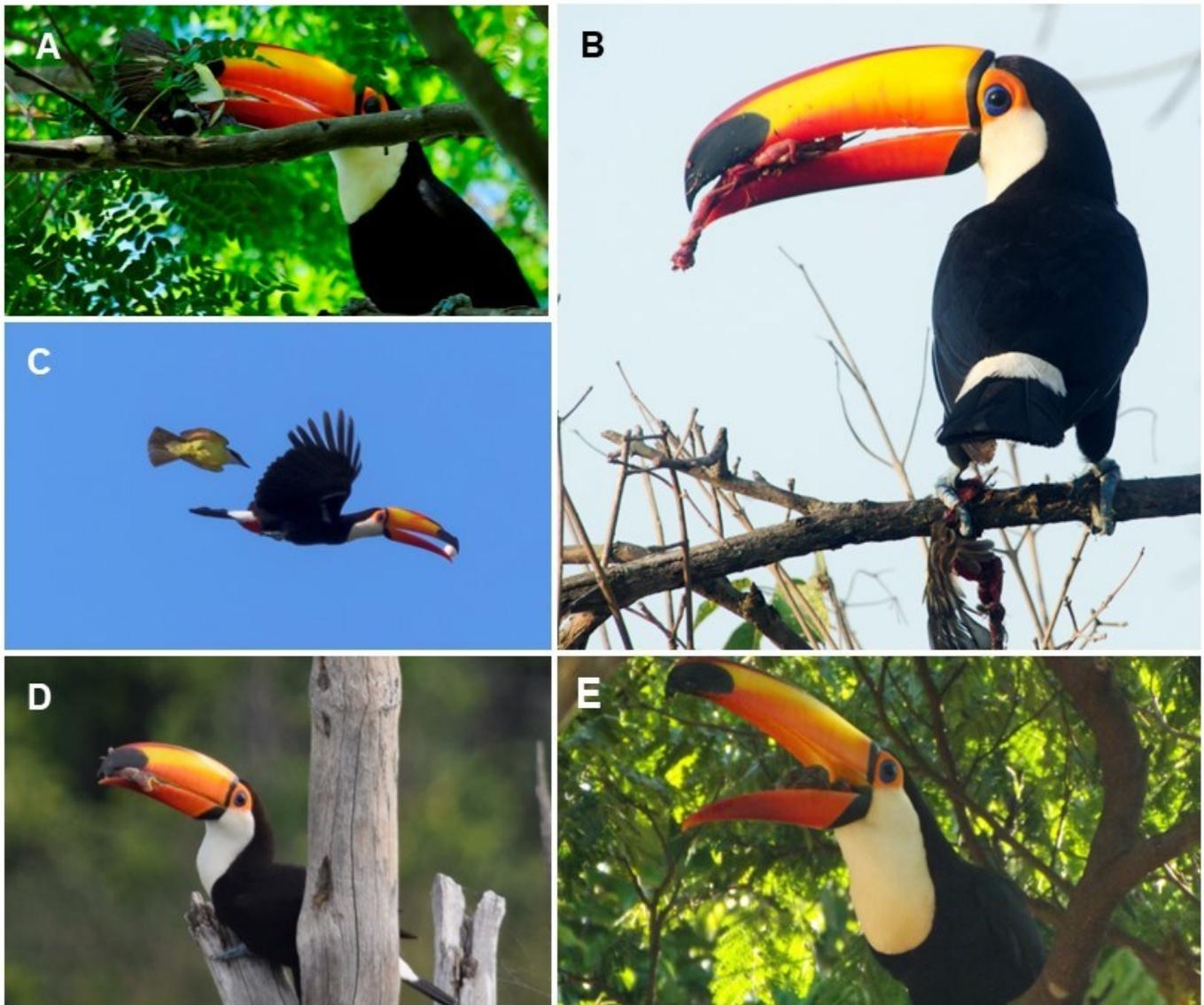


Figure 1. Photographic records of the Toco Toucan (*Ramphastos toco*) consuming avian resources and obtained by community scientists in Brazil. An individual preying on a juvenile Great Kiskadee (*Pitangus sulphuratus*) at Barretos, SP (A) An adult Kiskadee being consumed at Miranda, MS (B) An individual with an egg is being persecuted by a Great Kiskadee at Campinas, SP (C) An individual preying on a nestling at São Salvador de Tocantins, TO (D) An individual eating a nestling at Nova Andradina, MS (E) Photographs (A) Guilherme Soares/WA835089 (B) Francisco Petinha Lira/WA1941489 (C) Humberto Mancuso/WA4162973 (D) Nicola Aidinis/WA3598959 (E) Alex Polatto Carvalho/WA1154627.

consumed by toucans: (1) “feeding records involving avian resources”, *i.e.*, photographs with toucans consuming eggs, nestlings, or juvenile and adult birds (Fig. 1); (2) “feeding records involving non-avian resources”, *i.e.*, photographs with toucans consuming food resources other than those related to birds, such as fruits, flowers, buds, invertebrates, and other vertebrates. The seasonal occurrence of feeding records involving avian and non-avian resources was

examined by grouping them in months (*e.g.*, January, May). For each month, we also evaluated the proportion of avian resources in the diet of the Toco Toucan. We used the Chi-square test to compare the number of records involving avian and non-avian resources. This analysis was done with the BioEstat Program (Ayres *et al.* 2007), considering a significance level of 5%. We considered that, for each month of the year, the number of feeding records with avian

and non-avian resources would represent the proportion of these two types of food items in the diet of Toco Toucans during a specific period.

Results

We examined 2,042 photographs of the Toco Toucan deposited in the WikiAves database. Of these, we included in our analysis a total of 271 (13%) referred to feeding records obtained by community scientists in Brazil between 2008 and 2022. Most of them ($n=229$, 85%) involved non-avian resources; they comprised fruit ($n=219$), flowers and buds ($n=4$), invertebrates ($n=4$), frogs ($n=1$), and lizards ($n=1$). On the other hand, a minor portion ($n=42$, 15%) of the total feeding records referred to avian resources. These avian resources were obtained in 37 municipalities in the Atlantic Forest, the Cerrado, the Pantanal, and in their ecotones (Appendix 1).

Feeding records involving avian resources were more numerous (88%) between October and December than in other periods of the year (Fig. 2). They were scarce (12%) between January and May and absent between June and September. Of these 42 feeding records, those with the consumption of eggs (50%) and nestlings (45%) were more numerous than those showing the predation of juvenile or adult birds (5%, one record of each) (Fig. 2, Appendix). Thirteen (31%) of these records allowed the identification of the bird species being preyed. These feeding records included species of the families Tyrannidae (11 records), Columbidae ($n=1$), and Icteridae ($n=1$). The Great Kiskadee *Pitangus sulphuratus* was the species most often present in the feeding records involving avian resources (Appendix).

Conversely, feeding records involving non-avian resources occurred throughout the year (Fig. 2). The proportion of avian resources in the diet of the Toco Toucan was higher in October-December than in other periods. During these three months, differences between the number of feeding records involving avian and non-avian resources were not significant. For other months of the year, the number of feeding records involving non-avian resources was significantly higher than those with avian resources (Table 1).

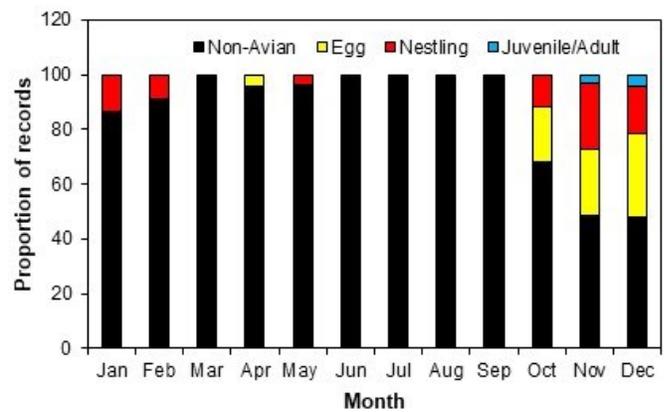


Figure 2. Seasonal variation in the proportion (%) of feeding records of the Toco Toucan (*Ramphastos toco*) with non-avian (black bars) and avian (colored bars) resources obtained by community scientists in Brazil. Records were gathered in the WikiAves database in April 2022.

Discussion

Our study represents one of the most extensive samples of the Toco Toucan food items, partly because photographs were gathered over 14 years by community scientists producing about 270 feeding records. Also, this study produced the most significant sample of animal food items consumed by Toco Toucans, as most detailed studies on its feeding ecology quantified the consumption of fruits (*e.g.*, Ragusa-Netto 2006, 2008, 2010, Santos & Ragusa-Netto 2013). As an exception, Pizo *et al.* (2008) showed that Toco Toucans were responsible for the predation of about 12% of the eggs of the Hyacinth Macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus*) in the Pantanal wetland. Furthermore, our approach based on community science data allowed the acquisition of records over an extensive area in Brazil, leading to data acquisition in several situations and periods.

The consumption of avian eggs and nestlings by Toco Toucans and other ramphastids has been reported in a few books or studies (*e.g.*, Antas & Cavalcanti 1988, Sick 1997, Antas 2004, Sedgwick 2020, Winkler *et al.* 2020). Our study is the first to quantify the consumption of these food items – feeding records indicate that eggs and nestlings are consumed in similar frequencies, which might occur because Toco Toucans can gather any of them easily with the bill after finding and reaching a nest. Due to their large

size, Toco Toucans could fly carrying eggs and nestlings of medium-sized and small birds. Thus, the list of four bird species preyed on by Toco Toucans obtained in this study might increase considerably with further records, combining community science and conventional ornithological studies. To reinforce this, Sick (1997) mentioned the predation of eggs and nestlings of species such as *Pachyramphus* spp (Tityridae), the Yellow-rumped Cacique (*Cacicus cela*) (Icteridae), and the Hooded Siskin (*Spinus magellanicus*) (Fringillidae) not photographed by citizen scientists. Also, nest predation by Toco Toucans can involve large birds such as the Hyacinth Macaw (Pizo *et al.* 2008), suggesting a wide spectrum of potential items to be preyed by Toco Toucan.

On the other hand, the predation of juveniles and adults outside the nests, as shown in two records of our study, appears to be uncommon. Previous studies have not reported this behavior by *Ramphastos* species (Sedgwick 2020, Winkler *et al.* 2020). As our approach has not involved observations in the field, we could not know how the predation of a juvenile and an adult Great Kiskadee occurred. However, the photograph's author informed us that numerous birds were mobbing (*sensu* Cunha & Fontenelle 2014) against the Toco Toucan in the tree canopy when the juvenile was captured. As Toco Toucans often attack nests of the Great Kiskadee (Sick 1997), future studies could examine if predation events are involved in defensive behavior against toucans. This low proportion of feeding records with juveniles and adults of other species in the diet of toucans might result, in part, in greater difficulties in preying on them when compared with the gathering of eggs and nestlings. As nests of the Great Kiskadee often appear as large objects on isolated tree canopies and poles and are built with malleable vegetal material (Sick 1997), they might be easily detected and have their content preyed by Toco Toucans.

Community scientists obtained photographs of Toco Toucans throughout the year in Brazil, as indicated by feeding records with non-avian resources. Thus, the concentration of feeding records involving avian resources between October and December indicates that Toco Toucans feed on them mainly during this 3-

Table 1. Values of the Chi-square test used for comparing the numbers of feeding records involving avian and non-avian resources in the diet of the Toco Toucan in Brazil, based on citizen science data (n=271) gathered in the WikiAves database in April 2022.

Month	χ^2	P value
January	8,06	0,0045
February	7,36	0,0067
March	25	<0.0001
April	21,16	<0.0001
May	27	<0.0001
June	23	<0.0001
July	32	<0.0001
August	15	<0.0001
September	17	<0.0001
October	3,24	0,0719
November	0,03	0,8618
December	0,04	0,8348

month period. This result is in agreement with our hypothesis – that would occur a seasonal variation in the diet of Toco Toucans along the year. We consider unlikely that this pattern would result of citizen's preferences for gathering photographs of different food items in different periods of the year. This period coincides with the breeding season of numerous bird species in Brazil (Sick 1997); thus, the availability of eggs and nestlings explains partially their occurrence in the diet mainly in the latter months of the year.

Our sample indicates that Toco Toucans feed mainly on non-avian resources during most of the year (January-September). As most of these records involved the consumption of fruits, our results agree with previous studies that reported the highly frugivorous diet of toucans (*e.g.*, Howe 1977, Remsen *et al.* 1993). On the other hand, avian and non-avian resources in their diet occurred in comparable proportions between October and December. This period coincides with the breeding season of Toco Toucans in Brazil (Short & Horne 2001, Tubelis 2022). Thus, avian resources bring nutritional benefits for breeding adults and nestlings during significant energy requirements. Sick (1997) reported that

nestlings are greedy for meat. This result of avian resources as frequent food items for three months is a piece of novel information about the diet of toucans. This occurred because our study appears to be the first to focus on avian resources, as previous studies examined mainly or only the consumption of vegetal resources (e.g., Howe 1977, Ragusa-Netto 2006, 2008, 2013). As citizen scientists gather photographic records of high quality throughout the year when considering large scales (Tubelis 2023), our approach is adequate to investigate aspects of the diet of toucans. As toucans are beautiful and charismatic birds, the obtention of large amounts of their feeding records through community science is promising.

Community science projects can produce substantial amounts of data that scientists can use to research wildlife found around the world (Sullivan *et al.* 2009, Chandler *et al.* 2017, Callaghan *et al.* 2018). WikiAves and other databases harbor millions of digital vouchers of birds found in Brazil through the contribution of thousands of community scientists. Although some recent studies have used photographic records of WikiAves to investigate aspects of the feeding ecology of Brazilian birds (e.g., Teixeira *et al.* 2019, Tubelis & Wachlevski 2021, Gomes & Tubelis 2022, Costa & Tubelis 2023), the amount of information about food items available in this database remains substantially underused by researchers. Our study suggests that professional ornithologists could benefit significantly by using records on platforms such as WikiAves to increase the knowledge on aspects of the feeding ecology of birds. Although most Neotropical countries do not have an outstanding national platform, as occurs with WikiAves for Brazil, substantial amounts of data on some species can be obtained, for example, in eBird, iNaturalist and Macaulay platforms (eBird 2023, iNaturalist 2023, Macaulay Library 2023). Additionally, creating national platforms and spreading incentives relative to birdwatching and community science would improve knowledge of the national avifaunas among Neotropical countries.

Acknowledgements

We thank Universidade Federal do Semi-Árido

(UFERSA) for logistic support. We are grateful to all citizen scientists that contribute with the WikiAves database, especially Alex Polatto Carvalho, Francisco Petinha Lira, Guilherme Soares, Humberto Mancuso and Nicola Aidinis for providing photographs of their authorship to be included in this paper. Adriano P. de Campos reviewed the English. Two anonymous reviewers and the Editorial Committee improved this manuscript with numerous suggestions.

Literature cited

- ANTAS, P.T.Z. 2004. Pantanal - guia de aves. SESC, Rio de Janeiro.
- ANTAS, P.T.Z. & R.B. CAVALCANTI. 1998. Aves comuns do planalto central. Editora Universidade de Brasília, Brasília.
- AYRES, M., M.M. AYRES, D.L. AYRES & A.S. SANTOS. 2007. BioEstat 5.0 – Aplicações estatísticas na área das ciências biomédicas. Sociedade Civil Mamirauá/MCT-CNPq/Conservation International, Belém.
- BELA, G., T. PELTOLA, J.C. YOUNG, B. BALÁZS, I. ARPIN, G. PATAKI, J. HAUCK, E. KELEMEN, L. KOPPEROINEN, A. VAN HERZELE, H. KEUNE, S. HECKER, M. SUŠKEVIČS, H.E. ROY, P. ITKONEN, M. KÜLVIK, M. LÁSZLÓ, C. BASNOU, J. PINO & A. BONN. 2016. Learning and the transformative potential of citizen science. *Conservation Biology* 30:990-999. <https://doi.org/10.1111/cobi.12762>
- BONNEY, R., C.B. COOPER, J. DICKINSON, S. KELLING, T. PHILIPS, K. ROSENBERG & J. SHIRK. 2009. Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience* 59:977-984. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>
- CALLAGHAN, C.T., J.M. MARTIN, R.E. MAJOR, & R.T. KINGSFORD. 2018. Avian monitoring - comparing structured and unstructured citizen science. *Wildlife Research* 45:176. <https://doi.org/10.1071/wr17141>
- CHANDLER, M., L. SEE, K. COPAS, A.M.Z. BONDE, B.C. LÓPEZ, F. DANIELSEN, J.K. LEGIND, S. MASINDE, A.J. MILLER-RUSHING, & G. NEWMAN. 2017. Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring. *Biological Conservation* 213:280-294. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.09.004>
- COSTA, F.M.O. & D.P. TUBELIS. 2023. Citizen science for the study of birds in distinct biomes: diet of the Rufous-tailed Jacamar (*Galbula ruficauda*) (Aves, Galbulidae) in Brazil. *International Journal of Zoology and Animal Biology* 6:0000456. <https://doi.org/10.23880/izab-16000456>
- CROZARIOL, M.A. & F.B.R. GOMES. 2010. Insetívoro ou Oportunista? A dieta do João-bobo, *Nystalus chacuru* (Galbuliformes: Bucconidae). *Atualidades Ornitológicas* 154:4-5.
- CUNHA, F.C.R. & J.C.R. FONTENELLE. 2014. Registros de tumulto em aves no Brasil: uma revisão usando a plataforma WikiAves. *Atualidades Ornitológicas* 177:46-53.
- DE CAMARGO BARBOSA, K.V., P.F. DEVELEY, M.C. RIBEIRO & A.E. JAHN. 2021. The contribution of citizen science to research on migratory and urban birds in Brazil. *Ornithology Research* 29:1-11. <https://doi.org/10.1007/s43388-020-00031-0>

- DE SOUZA, E., J. LIMA-SANTOS, O.M. ENTIAUSPE-NETO, M.M. DOS SANTOS, P.R. DE MOURA & E. HINGST-ZAHER. 2022. Ophiophagy in Brazilian birds: a contribution from a collaborative platform of citizen science. *Ornithology Research* 30:15-24. <https://doi.org/10.1007/s43388-022-00082-5>
- EBIRD. 2023. Discover a new world of birding. <https://ebird.org/home>. Downloaded on 15 August 2023.
- FRANÇA, L.F., J. RAGUSA-NETTO, & L.V. PAIVA. 2009. Toco Toucan (*Ramphastos toco*) frugivory and abundance in two habitats at South Pantanal. *Biota Neotropica* 9: bn02109022009.
- GALETTI, M., R. LAPS & M.A. PIZO. 2000. Frugivory by toucans (Ramphastidae) at two altitudes in the Atlantic Forest of Brazil. *Biotropica* 32:842-850.
- GOMES, T.V. & D.P. TUBELIS. 2022. Knowledge of tropical birds through citizen science data: trophic habit of the Roadside Hawk (*Rupornis magnirostris*) (Aves, Accipitridae) in the Caatinga and the Atlantic Forest, Brazil. *International Journal of Zoology and Animal Biology* 5: 000409. <https://doi.org/10.23880/izab-16000409>
- GUARALDO, A.C., L.M.C. ANTQUEVES & L.T. MANICA. 2019. Beyond a feeding and thermoregulatory structure: toucan's bill as a sword and pincer. *Revista Brasileira de Ornitologia* 27:145-148.
- HOWE, H.F. 1977. Bird activity and seed dispersal of a tropical wet forest tree. *Ecology* 58: 539-550.
- INATURALIST. 2023. A community for naturalists. <https://www.inaturalist.org/>. Download on 15 August 2023.
- JOHNSON, N., M.L. DRUCKENMILLER, F. DANIELSEN & P.L. PULSIFER. 2021. The use of digital platforms for community-based monitoring. *BioScience* 71:452-466. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa162>
- MACAULAY LIBRARY. 2023. A scientific archive for research, education, and conservation, powered by you. <https://www.macaulaylibrary.org/>. Downloaded on 15 August 2023.
- MATINATA, B.S. & D.F. PERRELLA. 2020. First record of geophagy by a Ramphastidae species (Piciformes). *Ornithology Research* 28:174-177. <https://doi.org/10.1007/s43388-020-00027-w>
- PACHECO, J.F., L.F. SILVEIRA, A. ALEIXO, C.E. AGNE, G.A. BENCKE, G.A. BRAVO, G.R.R. BRITO, M. COHN-HAFT, G.N. MAURÍCIO, L. N. NAKA, F. OLMOS, S.R. POSSO, A.C. LEES, L.F. FIGUEIREDO, E. CARRANO, R.C. GUEDES, E. CESARI, I. FRANZ, F. SCHUNCK & V.O. PIACENTINI. 2021. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee-Second edition. *Ornithology Research* 29:94-105. <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>
- PIZO, M.A., C.I. DONATTI, N.M.R. GUEDES & M. GALETTI. 2008. Conservation puzzle: endangered Hyacinth Macaw depends on its nest predator for reproduction. *Biological Conservation* 141: 792-796.
- RAGUSA-NETTO, J. 2006. Abundance and frugivory of the Toco Toucan (*Ramphastos toco*) in a gallery forest in Brazil's southern Pantanal. *Brazilian Journal of Biology* 66: 133-142.
- RAGUSA-NETTO, J. 2008. Toco Toucan feeding ecology and local abundance in a habitat mosaic in the Brazilian Cerrado. *Ornithologia Neotropical* 19:345-359.
- RAGUSA-NETTO, J. 2010. Figs and the persistence of Toco Toucan (*Ramphastos toco*) at dry forests from western Brazil. *Ornithologia Neotropical* 21:59-70.
- RAGUSA-NETTO, J. 2013. Frugivory by Toco Toucan (*Ramphastos toco*) inhabiting a mountain chain in the Brazilian Cerrado. *The Wilson Journal of Ornithology* 125: 616-626.
- REMSEN, J.V., M.A. HYDE & A. CHAPMAN. 1993. The diets of Neotropical trogons, motmots, barbets and toucans. *Condor* 95:178-192.
- RILEY, C.M. & K.G. SMITH. 1986. Flower eating by Emerald toucanets in Costa Rica. *Condor* 88:396-397.
- SANTOS, A.A., J. RAGUSA-NETTO. 2013. Toco Toucan (*Ramphastos toco*) feeding habits at an urban area in central Brazil. *Ornithologia Neotropical* 24:1-13.
- SEDGWICK, C.W. 2020. Toco Toucan (*Ramphastos toco*), version 1.0. In: T. S. Schulenberg (ed.). *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.toctou1.01>. Downloaded on 04 March 2023.
- SHORT, L.L. & J.F.M. HORNE. 2001. Toucans, Barbets and Honeyguides. Ramphastidae, Capitonidae and Indicatoridae. Oxford University Press, Oxford.
- SICK, H. 1997. *Ornitologia brasileira, uma introdução*. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- SILVA, J.N. & C.S. AZEVEDO. 2012. *Rattus rattus* (Mammalia: Rodentia) predation by *Ramphastos vitellinus* (Aves: Ramphastidae) in Santa Teresa municipality, Espírito Santo, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 20:156-157.
- SKUTCH, A.F. 1955. Life history of the Blue-throated Toucanet. *The Wilson Bulletin* 56:33-151.
- SKUTCH, A.F. 1971. Life history of the Keel-billed Toucan. *Auk* 88:381-396.
- STOTZ, D.F., J.W. FITZPATRICK, T.A. PARKER III, & D.K. MOSKOVITS. 1996. *Neotropical Birds. Ecology and Conservation*. The Chicago University Press, Chicago.
- SULLIVAN, B. L., C.L. WOOD, M.J. ILIFF, R.E. BONNEY, D. FINK & S. KELLING. 2009. eBird: a citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation* 142:2282-2292. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.05.006>
- TATTERSALL, G.J., D.V. ANDRADE & A.S. ABE. 2009. Heat exchange from the toucan bill reveals a controllable vascular thermal radiator. *Science* 325:468-470.
- TEIXEIRA, F.D., E.P. MESQUITA, M.A. FERREIRA & F.C. ARAÚJO. 2019. Diet of the Ornate Hawk-Eagle (*Spizaetus ornatus*). *Revista Brasileira de Ornitologia* 27:31-39.
- TUBELIS, D.P. 2022. Breeding aspects of the Toco Toucan and the Chestnut-eared Aracari (Aves, Ramphastidae) in the Brazilian Cerrado. *International Journal of Zoology and Animal Biology* 5: 000358. <https://doi.org/10.23880/izab-16000358>
- TUBELIS, D.P. 2023. Spatiotemporal distribution of photographic records of Brazilian birds available in the WikiAves citizen science database. *Birds* 4:28-45. <https://doi.org/10.3390/birds4010003>
- TUBELIS, D.P. & I. SAZIMA. 2021. Nuptial gifts among Brazilian cuckoos: an outline based on citizen science. *Ornithology Research* 29:188-192. <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00072-z>
- TUBELIS, D.P. & M. WACHLEWSKI. 2021. Citizen science for the knowledge of tropical birds: the diet of the Maguari Stork (*Ciconia maguari*) in the Pampa ecoregion of southern Brazil. *North-west Journal of Zoology* 17: 106-110.
- TURNHOUT, E., A. LAWRENCE & S. TURNHOUT. 2016. Citizen science networks in natural history and the collective validation of biodiversity data. *Conservation Biology*

30:532-539. <https://doi.org/10.1111/cobi.12696>WikiAves. 2023. Ramphastidae. <https://www.wikiaves.com.br/midias.php?tm=f&t=b>. Downloaded on 15 August 2023.
WINKLER, D.W., S.M. BILLERMAN, & I.J. LOVETTE. 2020. Toucans (Ramphastidae), version 1.0. In: S. M.

Billerman, B. K. Keeney, P. G. Rodewald, & T. S. Schulenberg (eds.). Birds of the World. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.rampha1.01>. Downloaded on 04 December 2022.

[Appendix 1](#). Photographic records (n=42) with evidence of feeding activities of the Toco Toucan (*Ramphastos toco*) obtained by citizen scientists in Brazil between 2011 and 2021, with information on the date and location of records, avian resources, and bird species preyed by toucans. **Biome:** (AF) Atlantic Forest, (CE) Cerrado, (PA) Pantanal; two biomes separated by a bar (/) indicate an ecotonal region. **Food item:** (A) adult/juvenile, E (egg), N (nestling). **Preyed species:** the signs (*) and (+) indicate that the identification was provided by the author of the photograph and/or by us, respectively. Records were listed according to the food item, then by the biome, and then randomly. Records were gathered in the WikiAves database by TMAO in April 2022.

Reseña de: Maglianesi, M.A. 2022.

Avifauna neotropical: ecología y conservación

Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. 2022

Autora: María Alejandra Maglianesi

Páginas: 334

Ilustraciones a color, fotografías a color

El libro tiene una versión en papel en español y digital tanto en español como en inglés.

La versión impresa: se consigue en Costa Rica (Instituto Tecnológico de Costa Rica, Asociación Ornitológica de Costa Rica, y varias librerías como la Internacional, librerías de las universidades como la Universidad de Costa Rica, entre otras). También hay distribuidores en México.

Español electrónico:

<https://www.tec.ac.cr/avifauna-neotropical-ecologia-conservacion>

Inglés electrónico:

<https://www.tec.ac.cr/en/neotropical-avifauna-ecology-conservation>

Esta es una obra de las pocas escritas en castellano sobre las aves del neotrópico con un enfoque amplio y dirigida a aficionados e interesados en aves. Consta de once secciones organizadas en dos partes: a. Ecología de aves y b. conservación y manejo de poblaciones de aves.

La primera parte, que ocupa un poco más de la mitad del libro, incluye aspectos amplios de la ornitología no solo restringidos a la ecología. Hay un capítulo sobre el origen y la diferenciación evolutiva de las aves en el que se habla sobre el registro fósil y la descripción del famoso *Archaeopteryx* y las diversas teorías sobre el origen de las aves, las plumas y el vuelo; asunto aún sin una resolución final. Se presentan también aspectos fundamentales sobre la morfología y fisiología y las adaptaciones de las aves relacionados con su capacidad de vuelo.

Pasa luego al capítulo sobre ecología del comportamiento y sociobiología de las aves. En esta sección se dan definiciones sobre comportamiento, sociobiología en un marco evolutivo incluyendo la ya superada discusión entre selección en grupo de Wynne-Edwards versus selección individual, además de la selección de parentesco. Viene luego una parte

en la que se discute el comportamiento social de las aves y las posibles explicaciones del mismo incluyendo el fenómeno tan típico del Neotrópico de los seguidores de hormigas guerreras además de colonias de anidación. Se explica el cleptoparasitismo y el parasitismo de cría entre las aves. Se presentan casos de infanticidio y las estrategias cooperativas en la reproducción.

El siguiente tema tratado es el de la ecología de la alimentación y los diferentes tipos de pico según el alimento consumido. Se describen gremios y hábitos alimenticios y las diferentes estrategias de forrajeo con apartes sobre la teoría del forrajeo óptimo y la relación entre el parasitismo y la alimentación. Continúa la sección de ecología reproductiva en la que se habla de selección sexual y los sistemas de apareamiento en las aves como la monogamia y la poligamia. Explica lo que son las asambleas de cortejo o leks, saltarines y otros sistemas de apareamiento poco comunes. Comprende un aparte sobre el cortejo y la evolución de los ornamentos para luego pasar a la anidación, regresando al tema de parasitismo de cría.

La siguiente sección se enfoca en la territorialidad y el

hábitat de las aves que incluye una importante discusión sobre el término y conceptos. Otro tema tratado que es de gran importancia en conservación y entendimiento de las aves es el de la distribución geográfica y los endemismos.

En el área de migración se mencionan los diferentes tipos existentes, las rutas y paradas, distancias recorridas, así como la orientación y los pros y contras de estos movimientos a gran escala.

La segunda parte del libro está dedicada a la conservación y manejo de poblaciones de aves. Comienza con un recuento de las especies más vulnerables y las que se han extinguido. Analiza las causas de la disminución de poblaciones con una sección amplia sobre contaminación. Se tratan también el comercio ilegal, la cacería, el efecto de las especies introducidas y otros temas en general como el ecoturismo, el uso de bebederos para colibríes y el cambio climático. Se presenta luego una sección sobre esfuerzos de monitoreo y conservación en donde se explican las categorías de riesgo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) que con frecuencia se confunden. Se enumeran luego programas y esfuerzos de monitoreo en la región y la importancia de la ciencia ciudadana.

El libro finaliza con una serie de ejemplos sobre esfuerzos de conservación de aves en el neotrópico y una reflexión sobre el futuro de las aves de la región y su importancia, así como una recomendación sobre el foco de estudios futuros.

Disfruté de la lectura de esta obra que está escrita de manera cuidadosa y amena en un lenguaje sencillo, apto para un público amplio, aunque con una buena base científica con numerosas referencias de las cuales se incluyen resúmenes a lo largo del texto. El libro incluye abundantes fotos, no obstante, no todas ilustran exactamente el tema de la sección pero que lo hacen colorido y llamativo. En realidad, el libro comprende más temas de lo que sugiere el título, es decir no se restringe a la ecología y conservación, sino

que abarca una serie de temas más amplia, aunque sin llegar a constituir un texto como para un curso de ornitología, pero si una fuente de información de interés para aficionados y observadores de aves que quieran profundizar en el conocimiento de la biología y conservación de las aves o para estudiantes de ciencias biológicas no especializados en ornitología. Un aspecto que llama la atención es que, aunque la obra incluye numerosos ejemplos, con una tendencia hacia las aves acuáticas y varios de aves no propiamente del trópico americano, se queda un poco corta con respecto a los neotropicales sintetizando y analizando las particularidades de la región. Otro aspecto faltante es la mención de herramientas de participación ciudadana que se han vuelto muy populares como eBird y las jornadas de observación de aves a nivel mundial como el Global Big Day, las dos creadas por el Laboratorio de Ornitología de la Universidad de Cornell (NY, EEUU) que han contribuido de gran manera al conocimiento de las aves en la última década. Otro programa de monitoreo no mostrado es el de los Conteos Navideños de Aves de la Sociedad Audubon que ha dado información ya de varias décadas sobre la abundancia de las aves en varios países de la región incluyendo Costa Rica, Panamá y Colombia.

Un libro de este tipo entra a llenar un vacío pues aunque hay títulos ya clásicos como *Birds of Tropical America – A Watcher’s Introduction to Behavior, Breeding and Diversity* (Hilty 2005) y *Behavioral Ecology of Tropical Birds* (Stutchbury y Morton 2001, 2022) que cubren temas similares, además de estar escritos en inglés, o ya están algo desactualizados o son de un corte más académico, lo mismo que otros ejemplos como *Ecología urbana: experiencias en América Latina* (MacGregor-Fors y Ortega-Álvarez 2013) o *Behavioral Ecology of Neotropical Birds* (Reboreda, Fiorini y Tuero, 2019).

Literatura citada

- HILTY, S.L. 2005. *Birds of Tropical America – A Watcher’s Introduction to Behavior, Breeding and Diversity*. University of Texas Press. Austin.
- MACGREGOR-FORS, I. Y R. ORTEGA-ÁLVAREZ.(EDS). 2013. *Ecología Urbana: Experiencias en América Latina*. Disponible en línea http://www1.inecol.edu.mx/libro_ecologia_urbana/

REBOREDA, J.C, V.D. FIORINI & D.T. TUERO. (EDS.) 2019. Behavioral Ecology of Neotropical Birds. Springer. Cham (Switzerland).

STUTCHBURY, B.J.M. & E.S. MORTON. 2001. Behavioral Ecology of Tropical Birds. Academic Press, San Diego, CA. (2ª edición 2022)

Loreta Rosselli  ^{1*}

¹ Revista ORNITOLOGÍA COLOMBIANA, editor en jefe

< lrosselli@yahoo.com

DOI: 10.595517/oc.e572

ISSN 1794-0915

Citación

ROSSELLI, L. 2023. Reseña de libro Avifauna neotropical: ecología y conservación de María Alejandra Maglianesi. 2022. Ornitología Colombiana 24:46-48 <https://doi.org/10.595517/oc.e572>



Uso de hábitat y coexistencia de *Penelope perspicax* y *Ortalis columbiana* (Cracidae) en la Reserva Nacional Forestal Bosque de Yotoco (Bosque subandino), valle del río Cauca, Colombia

Habitat use and coexistence of *Penelope perspicax* and *Ortalis columbiana* (Cracidae) in Bosque de Yotoco Natural Forest Reserve (Sub-Andean Forest) in the Cauca valley river, Colombia

Néstor Roncancio-Duque  ^{1*}

¹Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Inírida, Colombia

* >< nroncanciod@gmail.com

DOI: 10.59517/oc.e573

Recibido

08 de julio de 2022

Aceptado

24 de octubre de 2023

Publicado

13 de diciembre de 2023

ISSN 1794-0915

Citación

RONCANCIO-DUQUE, N. 2023. Uso de hábitat y coexistencia de *Penelope perspicax* y *Ortalis columbiana* (Cracidae) en la Reserva Nacional Forestal Bosque de Yotoco (Bosque subandino), valle del río Cauca, Colombia. *Ornitología Colombiana* 24:49-58 <https://doi.org/10.59517/oc.e573>

Resumen

El tamaño de las poblaciones está determinado principalmente por las interacciones inter-específicas, además de la productividad del sistema. Ambas determinantes se ven afectadas por los disturbios a los que se ve sometido un paisaje. En el valle del río Cauca la reducción de las coberturas vegetales naturales ha sido de más del 90% y actualmente solo existen unos remanentes boscosos dentro de los que se encuentra la reserva de Yotoco con 559 ha. En la reserva son simpátricas dos especies de crácidos, *Penelope perspicax* y *Ortalis columbiana*. Después de haber estimado densidades poblaciones para ambas especies y que resultaron con tasas de encuentro diferenciales entre las unidades muestrales, se evaluó el uso del espacio con modelos de coocurrencia, índices de equitabilidad, dispersión y traslape. El diseño de muestreo se estableció con 32 unidades muestrales que se visitaron 14 veces. El análisis del área usada se hizo usando métodos de máxima verosimilitud en el paquete RPresence del proyecto R con el modelo para dos especies una temporada. Las equitabilidad y dispersión se estimaron en el paquete Vegan. *O. columbiana* usa menor área de la reserva (0,59) que *P. perspicax* (0,91). La dispersión de los registros de *Ortalis* es agregada, mientras que para *Penelope* es al azar. Igualmente, el uso del espacio por *Ortalis* es menos equitativo (0,25) que el que hace *Penelope*. La probabilidad de ocupación de *O. columbiana* cuando está presente *P. perspicax* disminuye de 1 a 0,55. Los planes de manejo, incluso para áreas, suelen orientarse a especies focales, en ese sentido, se hace necesario considerar las interacciones entre especies, cuando se formulan acciones que puedan favorecer unas, pero afectar a otras.

Palabras clave: Guacharaca colombiana, manejo, modelos de ocupación, Pava caucana, simpatria

Abstract

Population size is mainly determined by the inter-specific interactions, in addition to the productivity of the system. Both determinants are affected by the disturbances to which a landscape is subjected. In the Cauca river valley, the reduction of natural vegetation cover has been more than 90% and currently there are only a few forest remnants within which is the Yotoco reserve with 559 ha. Two species of cracids, *Penelope perspicax* and *Ortalis columbiana*, are sympatric in the reserve. After having estimated population densities for both species and which resulted in differential encounter rates between the sampling units, the use of space was evaluated with co-occurrence models, evenness, dispersion and overlap indices. The sampling design was established with 32 sampling units that were visited 14 times. The analysis of the area used was done using maximum likelihood methods in the RPresence package of the R project with the model for two species one season. Evenness and dispersion were estimated on the Vegan package. *O. columbiana* uses less reserve area (0.59) than *P. perspicax* (0.91). The dispersion for *Ortalis* records is aggregated, while for *Penelope* it is random. Similarly, *Ortalis*'s use of space is less equitable (0.25) than *Penelope*'s. The probability of occupation of *O. columbiana* when *P. perspicax* is present decreases from 1 to 0.55. Management plans, even for areas, are usually oriented to focal species, in this regard, it is necessary to consider the interactions between species, when actions are formulated that may favor some, but affect others.

Key words: Cauca guan, Colombian Chachalaca, management, occupancy models, sympatry



Introducción

El tamaño de las poblaciones en un sitio depende principalmente de procesos denso-dependientes como competencia, migración, depredación y parasitismo (Nicholson 1954, Ferrière *et al.* 2004, Proulx *et al.* 2005). Estos procesos pueden ser afectados por disturbios con efectos inmediatos y acumulativos (Michalski & Peres 2005, Allesina *et al.* 2006). No obstante, el efecto sobre las especies es diferencial y relacionado con sus atributos ecológicos, como su escala de dispersión, longevidad, y que constituyen su hábitat. Por tanto, algunas especies se pueden ver favorecidas e incrementar su abundancia mientras otras pueden llegar a sufrir extinciones locales (Boyle & Smith 2010). Los cambios en la abundancia, particularmente para especies que interactúan con muchas otras pueden tener marcados efectos sobre los procesos ecológicos en paisajes fragmentados (Bennett & Saunders 2010). En ese sentido, más allá de las estimaciones de parámetros poblacionales como indicadores del estado de conservación y de la viabilidad para algunas especies como elementos independientes del sistema, es necesario evaluar el impacto de los cambios en esos parámetros, inicialmente, entre especies de orígenes filogenéticos compartidos o que se traslapan en algunas dimensiones del nicho (Hutchinson 1957) para inferir el potencial impacto sobre el sistema (Paine 1980).

Los valles interandinos, particularmente, han sido sometidos a diferentes disturbios originados por actividades humanas, así, las coberturas vegetales naturales del valle geográfico del río Cauca y sus laderas se han reducido cerca del 90% en cerca de 900 fragmentos de bosque (IDEAM 2012). En este paisaje fragmentado coexisten varias especies de crácidos entre los que se encuentran dos especies endémicas de Colombia: la Pava caucana (*Penelope perspicax*) y la Guacharaca colombiana (*Ortalis columbiana*). *P. perspicax* está categorizada como una especie Vulnerable (VU) según BirdLife International (2021) y En Peligro (EN) de acuerdo al Libro Rojo de Aves de Colombia (Renjifo *et al.* 2014) principalmente producto de la reducción de su hábitat y los efectos sinérgicos que ejerce la presión de cacería. *O.*

columbiana está categorizada como una especie de preocupación menor (LC) aunque sus poblaciones tienden a reducirse y se carece de diagnósticos cuantitativos que permitan describir su estado y tendencia con precisión (BirdLife International 2016, Roncancio-Duque 2020). Uno de los últimos remanentes de bosque andino donde aún se registra la presencia de *P. perspicax* es la reserva de Yotoco (Kattan *et al.* 2014), allí coexiste con *O. columbiana* que aparentemente es una especie más resistente al disturbio (BirdLife International 2016). En la reserva de Yotoco la densidad poblacional de *P. perspicax* se estimó en 10,8 ind/km² (IC95% = 7,4-16; CV= 19,3) (Kattan *et al.* 2014) y de *O. columbiana* en 19,2 ind/km² (IC95%= 9,8-37,6; CV= 34,11) (Roncancio-Duque 2020). La densidad poblacional de *P. perspicax* es significativamente menor que la de *O. columbiana*. Adicionalmente, el coeficiente de variación de la densidad de *O. columbiana*, influenciado en mayor proporción por la variación en la tasa de encuentro, refleja probablemente un uso diferencial del área, mayor al que hace *P. perspicax* (Kattan *et al.* 2014, Roncancio-Duque 2020).

Con el objetivo de evaluar el uso del hábitat y posibles interacciones entre las dos especies de crácidos simpátricos en este contexto de fragmentación, se comparó la proporción de área usada, la equitabilidad y la dispersión de sus registros como atributos del uso del hábitat por estas dos especies en la reserva de Yotoco. Adicionalmente se evaluó el grado de superposición espacial entre ambas especies y el efecto de la ocurrencia de *P. perspicax*, asumiéndola como especie dominante por su mayor tamaño (76 cm vs 53 cm) (Hilty & Brown 1986), sobre la ocurrencia y detectabilidad de *O. columbiana* (Gause 1934, Hardin *et al.* 1960, Armstrong & McGehee 1976).

Materiales y métodos

Área de estudio. - La Reserva Nacional Forestal Bosque de Yotoco es un fragmento de 559 ha, ubicado en el departamento del Valle del Cauca, en la vertiente oriental de la cordillera Occidental (3°52' Norte - 76°26' Oeste) (Fig. 1) entre 1200 y 1700 m de elevación. Yotoco presenta una temperatura media de 19,98 (± 0,4) °C y una precipitación promedio de 1294

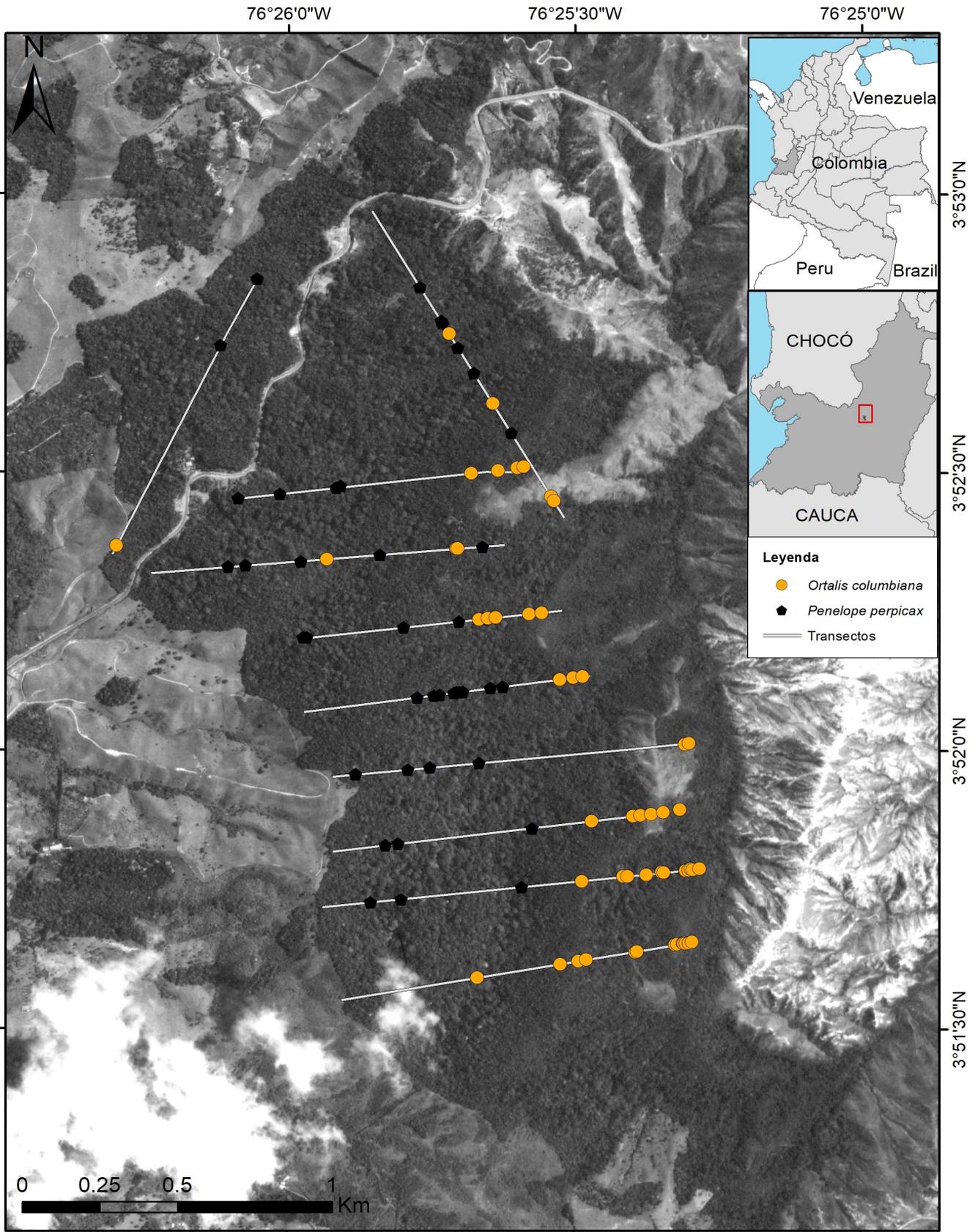


Figura 1. Área de estudio. Reserva Natural Bosque de Yotoco. El borde Este del bosque está a 1200 m de elevación y el Oeste a 1700 m de elevación. Las líneas gris claro son los senderos establecidos para los transectos. Cada sendero se subdividió en tres o cuatro transectos. Los puntos son los registros de cada una de las especies.

(\pm 52) mm anuales (Fick & Hijmans 2017). La reserva se caracteriza por la presencia de vegetación secundaria de orobioma subandino Cauca medio (IDEAM 2017). El ancho de la reserva (oriente – oeste) llega a los 1,5 km y de largo 3 km. La mayor parte de la reserva estuvo sometida a diferentes niveles de presión antrópica antes de su establecimiento como área protegida en 1959. Actualmente el área está cubierta por un bosque con dosel de 20 m de altura con aboles emergentes de hasta 30 m y arboles diámetro de hasta 1,5 m, con dominancia de la familia Lauraceae. Las especies más abundantes fueron *Poulsenia armata* (Moraceae) y *Nectandra pichurini* (Lauraceae). Yotoco está actualmente inmersa en una matriz de tierras de pastoreo. En las fincas adyacentes de propiedad privada se pueden encontrar otros pequeños remanentes boscosos (<10 ha) que están bajo presión de cacería y entresaca de madera. En los últimos 10 años se han adicionado a la reserva tierras de pastoreo en donde se está permitiendo la regeneración de cobertura vegetal natural.

Toma y análisis de datos. – La toma de datos se hizo entre febrero y junio de 2004. Para el uso del hábitat se estimaron tres atributos: proporción de área usada, equitabilidad y dispersión. Adicionalmente se determinó la similitud en el uso entre ambas especies. La proporción de área usada se hizo siguiendo el método de modelos de ocupación (ψ) (MacKenzie *et al.* 2002) utilizando los registros de presencia recolectados durante 14 visitas a 32 transectos. El diseño de los transectos como unidades muestrales, se hizo sobre 10 senderos separados aproximadamente 300 m que se subdividieron a posteriori en tres o cuatro segmentos cada una para mejorar la resolución espacial del muestreo. Entre segmentos se ignoraban los registros que se pudieran considerar recuentos. Este método fue propuesto para determinar la proporción de sitios ocupados o usados por una especie teniendo en cuenta que ésta no siempre es detectada (detectabilidad imperfecta), es decir, la probabilidad de detección es menor a 1. Así mismo, el método asume que los sitios no experimentan cambios en el estado de la ocupación durante el tiempo de estudio (*i.e* sitios “cerrados”). Sin embargo, de haber cambios aleatorios en el estado de ocupación de los sitios, el método es válido pero

debe ser interpretado no como “ocupación” sino como “uso” del área (Mackenzie & Royle 2005). En el presente estudio se asumió que los cambios en el estado de ocupación de los sitios (*i.e* transectos) eran aleatorios y, debido a que Yotoco es un bosque aislado y rodeado de pastos abiertos, se asumió que las poblaciones de las dos especies estaban cerradas durante el tiempo de estudio, es decir, no hay adición ni pérdida de individuos por nacimiento, muerte o migración (MacKenzie 2006).

El análisis del área usada se hizo usando métodos de máxima verosimilitud en el paquete RPresence del proyecto R (MacKenzie & Hines 2018) con el modelo para dos especies una temporada (Fit two species, static occupancy -single season) con la parametrización 2. psiA, psiBA, psiBa (Richmond *et al.* 2010), siendo A *P. perspicax* y B *O. columbiana*, donde psiA es la probabilidad no condicional de ocupación para la especie A, psiBA es la probabilidad condicional de ocupación de la especie B, dada la presencia de la especie A, y psiBa es la probabilidad condicional de ocupación de la especie B, dado que la especie A no está presente. Igualmente se evaluó el efecto de la presencia de *P. perspicax* sobre la detectabilidad de *O. columbiana* con los siguientes parámetros: pB es la probabilidad de detección de la especie B, dado que la especie A no esté presente, rBA es la probabilidad de detectar la especie B, dado que ambas estén presentes y la especie A sea detectada y rBa es la probabilidad de detectar la especie B, dado que ambas estén presentes y la especie A no sea detectada. Este modelo permite el cálculo de los parámetros de ocupación de dos especies en una misma localidad evaluando el efecto sobre la ocurrencia de una especie cuando la otra está presente o es detectada (Richmond *et al.* 2010).

Para evaluar si el uso del espacio por ambas especies fue equitativo, se estimó el índice inverso de Simpson. El índice inverso de Simpson evalúa qué tan equitativa es la distribución de la información, en este caso, de los registros de ambas especies. El índice se estima en valores absolutos. Si se estima un índice inverso de Simpson de 10, significa que la diversidad de sitios usados es equivalente a que 10 de los sitios (transectos) tienen la misma abundancia, valores

mayores se interpretan como mayor equitabilidad en la distribución de la información. El índice inverso de Simpson se estimó usando una base de datos que contenía para cada especie el número total de registros obtenidos en cada transecto. El objetivo de aplicar este índice fue medir la distribución de las abundancias de los registros en los transectos, es decir, qué tan equitativo era el uso del espacio por cada especie.

El grado de dispersión (agregada, al azar o uniforme) de cada especie en la reserva de Yotoco fue evaluado mediante el índice de dispersión de Morisita estandarizado (Morisita 1959, 1962). Para hacer este análisis se utilizó la misma base de datos que para el índice de Simpson. El índice de Morisita tiene una escala entre -1 y 1 con límites de confianza al 95% entre -0,5 y 0,5. Si el valor del índice está entre los límites de confianza (cercano a 0) el uso de espacio se considera al azar. Si es mayor a 0,5, se considera que el uso del espacio es agregado y si es menor a -0,5, uniforme (Morisita 1959). Los análisis se hicieron en el paquete Vegan del proyecto R (Oksanen *et al.* 2013).

El grado de superposición en el uso del espacio de ambas especies se evaluó por medio del índice de similitud proporcional (Feinsinger 2001). Este índice se estima usando los valores crudos de abundancia relativa de los registros (número de registros/distancia recorrida) de ambas especies en cada transecto. El resultado es la sumatoria de los valores de abundancia relativa de los registros más bajos de las dos especies por transecto. El índice de similitud proporcional varía entre 0 (ningún transecto usado en común) y 1 (ambas especies usan el espacio de forma idéntica con respecto a los transectos y la frecuencia de su uso).

Resultados

Penelope perspicax presentó una probabilidad de ocupación no condicional (psiA) de 0,91 (IC 95%=0,74 – 0,97) y *O. columbiana* (psiB) de 0,59 (IC 95%=0,33-0,81). La probabilidad de ocupación de *O. columbiana* cuando está presente *P. perspicax* (psiBA) es de 0,55 (IC 95%=0,29 – 0,79), mientras que en su ausencia (psiBa) es de 1,0 (IC 95%=0,0 – 1,0). La probabilidad de

detección de *O. columbiana* cuando *P. perspicax* no está presente (pB) es de 0,60 (IC 95%=0,40 – 0,77) y cuando *P. perspicax* está presente y es detectada (rBA) se reduce a 0,09 (IC 95%=0,02 – 0,32) y no cambia significativamente a pesar de que, estando presente *P. perspicax* no se detecte (rBa) con una probabilidad de 0,11 (IC 95%=0,06 – 0,19) (Fig. 2).

El índice inverso de Simpson sugiere que la distribución espacial para *P. perspicax* es tan equitativa como si esta especie fuera igualmente común en el 56% del área (18 de los 32 transectos), mientras que para *O. columbiana* lo fuera sólo para el 25% (8 de los 32 transectos) (Fig. 1). De acuerdo con el índice de dispersión de Morisita estandarizado, *P. perspicax* presenta una distribución espacial al azar dentro de la reserva de Yotoco (Imst=0,17; p=0,22) mientras que *O. columbiana* se distribuye de forma agregada (Imst=0,54; p=3,2e-23) (Fig. 1). Con base en el índice de similitud proporcional se estima una superposición en el uso del hábitat entre las dos especies del 31%.

Discusión

En este estudio se encontró que la Pava caucana (*Penelope perspicax*), usa casi la totalidad del área de la reserva de Yotoco, su distribución es más equitativa y se dispersa sin un patrón particular en la reserva. Mientras que la Guacharaca colombiana (*Ortalis columbiana*) tiende a usar menos área que la Pava caucana, lo hace menos equitativamente y sus registros de ocurrencia están agregados. El modelo condicional, en el que se evalúa el efecto de la presencia de *P. perspicax* sobre la probabilidad de presencia y detectabilidad de *O. columbiana*, sugiere que la Pava caucana desplaza a la Guacharaca colombiana y reduce su detectabilidad. Además, el espacio usado por ambas especies se superpone sólo en un 31%. Estos resultados contrastan con las predicciones basadas en la concepción de que *P. perspicax* es una especie con mayores requerimientos ecológicos y vulnerabilidad y *O. columbiana* más generalista y más tolerante a escenarios de transformación (Renjifo *et al.* 2014, BirdLife International 2016). Por ende, la Guacharaca colombiana, debería ocupar más área y no verse segregada por la pava caucana.

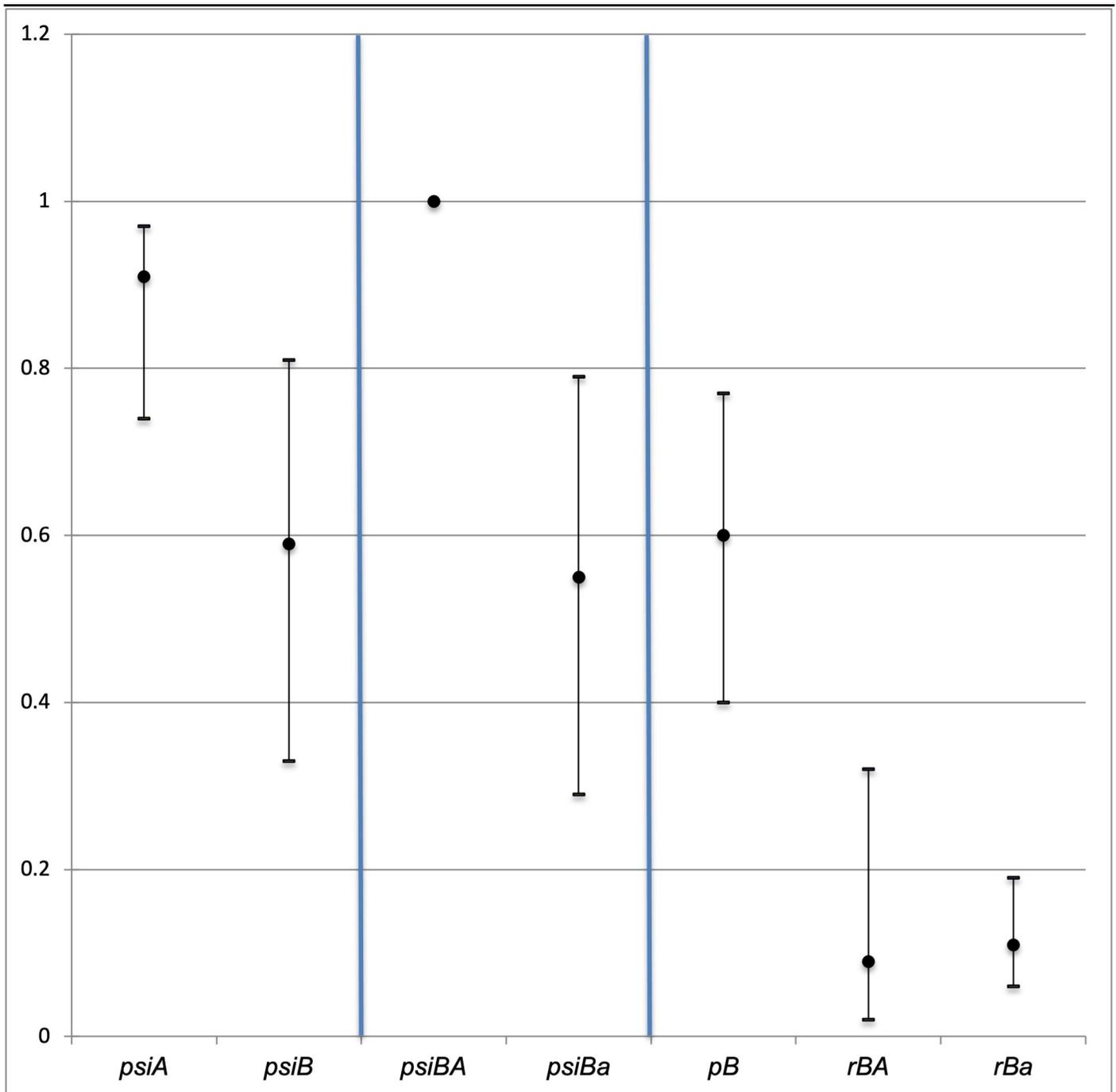


Figura 2. Parámetros de ocupación estimados para evaluar la proporción de área usada por *Penelope perspicax* y *Ortalis columbiana* en la reserva de Yotoco y el efecto de la presencia de *P. perspicax* sobre la probabilidad de ocupación y de detección de *O. columbiana*. psiA= probabilidad de ocupación no condicional de *P. perspicax*, psiB= probabilidad de ocupación no condicional de *O. columbiana*, psiBA= probabilidad de ocupación de *O. columbiana* cuando *P. perspicax* está presente, psiBa= probabilidad de ocupación de *O. columbiana* cuando *P. perspicax* no está presente, pB= probabilidad de detección de *O. columbiana* cuando *P. perspicax* no está presente, rBA= probabilidad de detección de *O. columbiana* cuando *P. perspicax* está presente y es detectada, rBa= probabilidad de detección de *O. columbiana* cuando *P. perspicax* está presente y no es detectada.

La probabilidad de ocupación de *O. columbiana* se reduce en presencia de *P. perspicax*. El intervalo de confianza indeterminado refleja que es altamente probable que en cada sitio en que *P. perspicax* no esté

presente, se encuentre *O. columbiana*. Igualmente, ante la presencia de *P. perspicax*, sea detectada o no, la probabilidad de detección de *O. columbiana* se reduce notablemente pasando de 0,6 a $\approx 0,1$. Por otro

lado, la equitabilidad en el uso del hábitat por *P. perspicax* fue de más del doble que la de *O. columbiana*.

Muchos factores pueden influenciar el uso del hábitat y la dispersión espacial. Dos de los principales factores son el tamaño corporal y el nivel trófico de los organismos (Lundberg *et al.* 2000, Sagarin *et al.* 2006). Las especies del género *Ortalis* son especies más pequeñas, pueden tolerar hábitat perturbados (Hilty & Brown 1986, Schmitz-Ornés 1999) y se espera que sean más abundantes que las especies del género *Penelope*. El hábitat de *P. perspicax* tiene su límite superior a los 2200 m de elevación, mientras que la *Ortalis* era común en el valle y ascendía hasta el borde de la zona subtropical hasta los 2500 m (Chapman *et al.* 1914, Hilty & Brown 1986). Sin embargo, la distribución de *O. columbiana* en la reserva de Yotoco es agregada, menos equitativa y está concentrada en el borde más bajo y seco de la reserva (Fig. 1).

Es necesario considerar que en la reserva de Yotoco, no se detectó en este estudio y no se ha documentado la presencia de otros crácidos, por tanto, el modelo carece del efecto de factores alineados al nivel taxonómico evaluado. La segregación de *Ortalis* por otros crácidos podría ser un fenómeno que se presente en otras localidades. En el Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya, un área protegida de la vertiente occidental de la Cordillera Central ubicada entre los 1784 y 2240 m de elevación, se detectó, en un esfuerzo de muestreo de casi 190 km, una vez *Aburrua aburri*, 14 veces *Chamaepetes goudotii* y 177 veces *P. perspicax* mientras que *Ortalis*, a pesar de que el Santuario está en su área de distribución y rango altitudinal, no se detectó, mientras que en zona periférica en donde la presencia de los crácidos más grandes es menos común, si se registra (Roncancio *et al.* en preparación).

La competencia puede ser una importante interacción que determine la estructura del ensamblaje de aves (Lack 1946, MacArthur 1958, Dhondt 2012). Las densidades y la superposición en algunas dimensiones del nicho son el resultado tanto de la competencia inter-específica actual y la competencia inter-específica en el pasado (Dhondt 2012, Belmaker *et al.*

2012). Uno de los paradigmas centrales en ecología evolutiva, la teoría de la competencia, postula que especies con superposición de nicho serán negativamente afectadas por la especie con la que compite, lo cual lleva a un desplazamiento de caracteres (Brown & Wilson 1956), segregación de nicho y evitación (MacArthur 1958, MacArthur & Levins 1967, Schoener 1974, Schluter & McPeck 2000). Un alto grado de coexistencia de especies tiende a presionar los grupos de especies pequeñas hacia estados ecológicamente degenerados de aislamiento funcional desde su base ecológica (Rodríguez *et al.* 2015). *Penelope* y *Ortalis* son de la misma familia pero hay incertidumbre con respecto a la posición de *Ortalis* en la subfamilia, cracinae o penelopinae (Crowe *et al.* 2006, Frank-Hoeflich *et al.* 2007), que deja dudas sobre la probabilidad de existencia de caracteres plesiomórficos relacionados con el uso de los recursos que puedan afectar el grado de redundancia funcional (Naeem 1998, Rosenfeld 2002).

La competencia inter-específica no es solo difícil de demostrar empíricamente, también puede ser transitoria y darse solo cuando los recursos son limitados (Brown & Wilson 1956, Wiens 1977, Hasui *et al.* 2009, Beaulieu & Sockman 2012). En ese sentido el fuerte efecto negativo, soportado en el modelo condicional, sugiere que la competencia inter-específica puede ser, en este caso, un fuerte motor para las dinámicas de uso en donde ambas especies coexisten. En presencia de *P. perspicax*, *O. columbiana* reduce su ocupación en un 45%. Los modelos de ocupación condicional tienen el potencial de detectar la competencia mientras tienen en cuenta las preferencias de hábitat si se suman al diseño las covariables adecuadas, en este caso se podría considerar la distancia al borde, la altitud y estructura y diversidad vegetal de cada unidad muestral, pero esa evaluación implica aumentar el número de unidades muestrales en función de los factores de diseño y los niveles de factor para poder tener la potencia estadística para detectar relaciones si las hay (Haynes *et al.* 2014). Por otro lado, los resultados numéricos no implican causalidad y otras posibles explicaciones pueden estar asociadas a preferencias de hábitat diferenciales. Demostrar estas preferencias, implicaría la evaluación de calidad de hábitat a escalas

más finas que la cartografía actual permite diferenciar, en la cual se puedan reconocer áreas del bosque más abiertas, intervenidas o con procesos de regeneración en estadios más tempranos de sucesión a los que *Ortalis* esté asociada como aparentemente se visualiza en la fotografía aérea (Figura 1). La dieta puede ser un factor que segregue espacialmente las dos especies, pero en particular, los crácidos, dado que son especies residentes, grandes y frugívoras obligadas, son super-generalistas que pueden consumir frutos de gran tamaño como *Nectandra* y *Ocotea* y aprovechan la oferta disponible, complementado su dieta con flores y hojas (Muñoz *et al.* 2007, Acosta-Rojas *et al.* 2012, Ragusa-Netto 2015). Las familias de plantas más comunes en las dietas de los crácidos corresponden a las familias de plantas más comunes y diversas en los bosques neotropicales entre las que se encuentran Moraceae, Arecaceae, Rubiaceae, Leguminosae y Meliaceae (Muñoz & Kattan 2007), familias todas representadas en la reserva (Escobar 2001).

Particularmente para la reserva de Yotoco, no hay estudios sistemáticos sobre dieta de ambas especies, un abordaje potencial para evaluar la similaridad en la dieta de ambas especies se podría hacer con técnicas de biología molecular usando metabarcoding con genes específicos para plantas (TrnL-F, rbcL, ITS), dado que la excretas de estas especies son fácilmente colectables, acompañado de una evaluación más detallada de la distribución de las principales especies vegetales consumidas y así determinar si hay una relación entre la distribución de las especies que hacen parte de la dieta y el uso de hábitat de ambos crácidos.

Examinar la coexistencia de especies taxonómicamente similares puede proporcionar información importante sobre sus nichos y simpatria. La segregación a escalas más pequeñas puede ser especialmente relevante porque los factores ambientales pueden conducir a una distribución similar (Aguilera *et al.* 2013).

Las acciones de manejo están generalmente planeadas para una especie blanco de interés (especie sustituta) en donde el mantenimiento o mejoramiento del hábitat para esa especie puede afectar a otras

(Zipkin *et al.* 2015). Orientar los objetivos de conservación sobre una sola especie, concibiéndola como especie sombrilla, puede afectar el sistema al generar el desplazamiento de otras con funciones ecológicas piedranguales (Caro & O'Doherty 1999). Los crácidos, particularmente por su dieta, hacen parte de procesos ecológicos, que las hacen especies piedranguales en la comunidad biológica y su eliminación tendría un profundo efecto en la estabilidad de la red por una cascada de extinciones secundarias y por inducir cambios importantes, especialmente en el proceso de dispersión de semillas (Restrepo *et al.* 1997, Palacio *et al.* 2016). Modelos de ocupación multi-especies (Royle & Dorazio 2008) proveen un marco conveniente para estimar métricas y hacer predicciones necesarias para la toma estructurada de decisiones en la administración de áreas de conservación que influyen las especies objeto de conservación (Nichols & Williams 2006, Lyons *et al.* 2008, Sauer *et al.* 2013).

Agradecimientos

Los datos usados para este artículo fueron tomados durante el muestreo del proyecto Densidad poblacional de mono aullador rojo en el Valle del Cauca llevado a cabo por la Fundación EcoAndina y el programa Colombia de la Wildlife Conservation Society y dirigido por María Carolina Gómez-Posada. Se agradece a La Fundación EcoAndina-WCS por el apoyo técnico, a CVC por la financiación y a la Universidad Nacional de Colombia por la autorización y apoyo para trabajar en la reserva. Igualmente se agradece a Paola Wanesa Hincapié por la ayuda en la toma de los datos. Gracias a los revisores anónimos, sus correcciones y sugerencias permitieron mejorar la calidad del documento.

Literatura citada

- ACOSTA-ROJAS, D.C., M.C. MUÑOZ, A.M. TORRE-G & G. CORREDOR. 2012. Dieta y dispersión de semillas: ¿afecta la guacharaca colombiana (*Ortalis columbiana*) la germinación de las semillas consumidas? *Ornitología Neotropical* 23: 439–453.
- AGUILERA, M., N. VALDIVIA & B. BROITMAN. 2013. Spatial niche differentiation and coexistence at the edge: co-occurrence distribution patterns in *Scurria limpets*. *Marine Ecology Progress Series* 483: 185–198.
- ALLESINA, S., A. BODINI & C. BONDAVALLI. 2006. Secondary

- extinctions in ecological networks: Bottlenecks unveiled. *Ecological Modelling* 194: 150–161.
- ARMSTRONG, R.A. & R. MCGEEHEE. 1976. Coexistence of species competing for shared resources. *Theoretical Population Biology* 9: 317–328.
- BANGS, O. 1911. Descriptions of new American birds. *Proceedings of the Biological Society of Washington*.
- BEAULIEU, M. & K.W. SOCKMAN. 2012. One meadow for two sparrows: resource partitioning in a high elevation habitat. *Oecologia* 170: 529–540.
- BELMAKER, J., C.H. SEKERCIOGLU & W. JETZ. 2012. Global patterns of specialization and coexistence in bird assemblages. *Journal of Biogeography* 39: 193–203.
- BENNETT, A.F. & D.A. SAUNDERS. 2010. Habitat fragmentation and landscape change. *Conservation Biology for all* 93: 1544–1550.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2021. *Penelope perspicax*. <<https://www.iucnredlist.org/species/22678379/188319595>> (8 July 2022).
- BIRDLIFE INTERNATIONAL [ONLINE]. 2016. *Ortalis columbiana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22728519A94989120. <<http://www.iucnredlist.org/details/22728519/0>> (27 January 2022).
- BOYLE, S.A. & A.T. SMITH. 2010. Can landscape and species characteristics predict primate presence in forest fragments in the Brazilian Amazon? *Biological Conservation* 143: 1134–1143.
- BROWN, W.L. & E.O. WILSON. 1956. Character Displacement. *Systematic Zoology* 5: 49–64.
- CARO, T.M. & G. O'DOHERTY. 1999. On the Use of Surrogate Species in Conservation Biology. *Conservation Biology* 13: 805–814.
- CHAPMAN, F.M., L.E. MILLER, A.A. ALLEN, W.B. RICHARDSON & G.K. CHERRIE. 1914. Diagnoses of apparently new Colombian birds. 3. *Bulletin of the AMNH*; v. 33, article 40. New York: Published by order of the Trustees, American Museum of Natural History.
- CROWE, T.M., R.C.K. BOWIE, P. BLOOMER, T.G. MANDIWANA, T.A.J. HEDDERSON, E. RANDI, S.L. PEREIRA & J. WAKELING. 2006. Phylogenetics, biogeography and classification of, and character evolution in, gamebirds (Aves: Galliformes): effects of character exclusion, data partitioning and missing data. *Cladistics* 22: 495–532.
- DHONDT, A.A. 2012. *Interspecific Competition in Birds*. OUP Oxford.
- ESCOBAR, E. 2001. Presentación de Yotoco "Reserva Natural". Universidad Nacional de Colombia.
- FEINSINGER, P. 2001. *Designing field studies for biodiversity conservation*. Island Press.
- FERRIÈRE, R., U. DIECKMANN & D. COUVET. 2004. *Evolutionary conservation biology*. Cambridge University Press.
- FICK, S.E. & R.J. HIJMANS. 2017. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37: 4302–4315. Wiley Online Library.
- FRANK-HOEFELICH, K., L.F. SILVEIRA, J. ESTUDILLO-LÓPEZ, A.M. GARCÍA-KOCH, L. ONGAY-LARIOS & D. PIÑERO. 2007. Increased taxon and character sampling reveals novel intergeneric relationships in the Cracidae (Aves: Galliformes). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 45: 242–254.
- GAUSE, G.F. 1934. Experimental analysis of Vito Volterra's mathematical theory of the struggle for existence. *Science* 79: 16–17.
- HARDIN, G. 1960. The competitive exclusion principle. *Science* 131: 1292–1297.
- HASUI, É., V.S. DA M. GOMES, M.C. KIEFER, J. TAMASHIRO & W.R. SILVA. 2009. Spatial and seasonal variation in niche partitioning between Blue manakin (*Chiroxiphia caudata*) and Greenish schiffornis (*Schiffornis virescens*) in southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 44: 149–159.
- HAYNES, T.B., J.A. SCHMUTZ, M.S. LINDBERG, K.G. WRIGHT, B.D. UHER-KOCH & A.E. ROSENBERGER. 2014. Occupancy of yellow-billed and Pacific loons: evidence for interspecific competition and habitat mediated co-occurrence. *Journal of Avian Biology* 45: 296–304.
- HELLMAYR, C.E. 1906. Critical notes on the types of little-known species of Neotropical birds. *Novitates Zoologicae* 13: 305–352.
- HILTY, S.L. & W.L. BROWN. 1986. *A Guide to the Birds of Colombia*. First Edition. Princeton University Press, Princeton, N.J.
- HUTCHINSON, G. 1957. Concluding Remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22: 415–427.
- IDEAM. 2012. Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1.100 000 (Período 2005 - 2009). IDEAM–Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM. 2017. *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, versión 2.1 100k*. IDEAM–Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales.
- KATTAN, G.H., N. RONCANCIO, Y. BANGUERA, M. KESSLER-RIOS, G.A. LONDOÑO, O.H. MARIN & M.C. MUÑOZ. 2014. Spatial variation in population density of an endemic and endangered bird, the Cauca guan (*Penelope perspicax*) Species with small geographic ranges are particularly vulnerable to threats such as habitat transformation. *Tropical Conservation Science* 7: 161–170.
- LACK, D. 1946. Competition for Food by Birds of Prey. *Journal of Animal Ecology* 15: 123–129.
- LUNDBERG, P., E. RANTA, J. RIPA & V. KAITALA. 2000. Population variability in space and time. *Trends in Ecology & Evolution* 15: 460–464.
- LYONS, J.E., M.C. RUNGE, H.P. LASKOWSKI & W.L. KENDALL. 2008. Monitoring in the Context of Structured Decision-Making and Adaptive Management. *The Journal of Wildlife Management* 72: 1683–1692.
- MACARTHUR, R. & R. LEVINS. 1967. The Limiting Similarity, Convergence, and Divergence of Coexisting Species. *The American Naturalist* 101: 377–385.
- MACARTHUR, R.H. 1958. *Population Ecology of Some Warblers of Northeastern Coniferous Forests*. *Ecology* 39: 599–619.
- MACKENZIE, D.I. & J. HINES. 2018. RPresence: R interface for program PRESENCE. R package version 2.
- MACKENZIE, D.I. (ED). 2006. *Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species*. Elsevier, Amsterdam; Boston.
- MACKENZIE, D.I., J.D. NICHOLS, G.B. LACHMAN, S. DROEGE, J.A. ROYLE & C.A. LANGTIMM. 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* 83: 2248–2255.
- MACKENZIE, D.I. & J.A. ROYLE. 2005. Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort. *Journal of Applied Ecology* 42: 1105–1114.
- MICHALSKI, F. & C.A. PERES. 2005. Anthropogenic determinants of primate and carnivore local extinctions in a fragmented forest landscape of southern Amazonia.

- Biological Conservation 124: 383–396.
- MORISITA, M. 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series E: Biology*, 2: 5–235.
- MORISITA, M. 1962. I σ -Index, a measure of dispersion of individuals. *Researches on Population Ecology* 4: 1–7.
- MUÑOZ, M.C. & G.H. KATTAN. 2007. Diets of cracids: how much do we know. *Ornitología Neotropical* 18: 21–36.
- MUÑOZ, M.C., G.A. LONDOÑO, M.M. RIOS & G.H. KATTAN. 2007. Diet of the Cauca guan: Exploitation of a Novel Food Source in Times of Scarcity. *The Condor* 109: 841–851.
- NAEEM, S. 1998. Species Redundancy and Ecosystem Reliability. *Conservation Biology* 12: 39–45.
- NICHOLS, J.D. & B.K. WILLIAMS. 2006. Monitoring for conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 21: 668–673.
- NICHOLSON, A. 1954. An outline of the dynamics of animal populations. *Australian Journal of Zoology* 2: 9–65.
- OKSANEN, J. ET AL. 2013. vegan: Community Ecology Package. R package version 2. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- PAINE, R.T. 1980. Food webs: linkage, interaction strength and community infrastructure. *Journal of Animal Ecology* 49: 667–685. JSTOR.
- PROULX, S.R., D.E.L. PROMISLOW & P.C. PHILLIPS. 2005. Network thinking in ecology and evolution. *Trends in Ecology & Evolution* 20: 345–353.
- RAGUSA-NETTO, J. 2015. Chaco chachalaca (*Ortalis canicollis*, Wagler, 1830) feeding ecology in a gallery forest in the South Pantanal (Brazil). *Brazilian Journal of Biology* 75: 49–57. SciELO Brasil.
- RENJIFO, L.M., M.F. GÓMEZ, J. VELÁSQUEZ-TIBATÁ, A.M. AMAYA-VILLARREAL, G.H. KATTAN, J.D. AMAYA-ESPINEL & J. BURBANO-GIRÓN. 2014. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen I: bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. Primera. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- RICHMOND, O.M., J.E. HINES & S.R. BEISSINGER. 2010. Two-species occupancy models: a new parameterization applied to co-occurrence of secretive rails. *Ecological Applications* 20: 2036–2046. Wiley Online Library.
- RODRÍGUEZ, R.A., A.M. HERRERA, J. SANTANDER, J.V. MIRANDA, M.J. FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, Á. QUIRÓS, R. RIERA, J.M. FERNÁNDEZ-PALACIOS, R. OTTO, C.G. ESCUDERO, A. JIMÉNEZ-RODRÍGUEZ, R.M. NAVARRO-CERRILLO, M.E. PERDOMO & J.D. DELGADO. 2015. Uncertainty principle in niche assessment: A solution to the dilemma redundancy vs. competitive exclusion, and some analytical consequences. *Ecological Modelling* 316: 87–110.
- RONCANCIO-DUQUE, N.J. 2020. Densidad poblacional de la Guacharaca colombiana (*Ortalis columbiana*) en un fragmento de bosque subandino en el Valle del Cauca, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 44: 740–746.
- ROSENFELD, J.S. 2002. Functional redundancy in ecology and conservation. *Oikos* 98: 156–162.
- ROYLE, J.A. & R.M. DORAZIO. 2008. Hierarchical Modeling and Inference in Ecology: The Analysis of Data from Populations, Metapopulations and Communities. Academic Press.
- SAGARIN, R.D., S.D. GAINES & B. GAYLORD. 2006. Moving beyond assumptions to understand abundance distributions across the ranges of species. *Trends in Ecology & Evolution* 21: 524–530.
- SAUER, J.R., P.J. BLANK, E.F. ZIPKIN, J.E. FALLON & F.W. FALLON. 2013. Using multi-species occupancy models in structured decision making on managed lands. *Journal of Wildlife Management* 77: 117–127.
- SCHLUTER, D. & A.E.M.A. McPEEK. 2000. Ecological Character Displacement in Adaptive Radiation. *The American Naturalist* 156: S4–S16.
- SCHMITZ-ORNÉS, A. 1999. Vulnerability of Rufous-vented Chachalacas (*Ortalis ruficauda*, Cracidae) to man-induced habitat alterations in northern Venezuela. *Ornitología Neotropical* 10: 27–34.
- SCHOENER, T.W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science (New York, N.Y.)* 185: 27–39.
- WIENS, J.A. 1977. On Competition and Variable Environments: Populations may experience “ecological crunches” in variable climates, nullifying the assumptions of competition theory and limiting the usefulness of short-term studies of population patterns. *American Scientist* 65: 590–597.
- ZIPKIN, E.F., J.A. ROYLE, D.K. DAWSON & S. BATES. 2010. Multi-species occurrence models to evaluate the effects of conservation and management actions. *Biological Conservation* 143(2):479–484. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.11.016>

Mujeres en la ornitología colombiana: Perspectivas históricas y tendencias de participación en dos contextos académicos

Women in colombian ornithology: Historical perspectives and participation trends in two academic contexts

Juliana Soto-Patiño ^{1,2,3*}, Natalia Pérez-Amaya ³, Nelsy Niño-Rodríguez ^{4,5}, Gabriela Muñoz-Quintana ^{3,6}
& Natalia Ocampo-Peñuela ⁷

¹Illinois Natural History Survey, Prairie Research Institute, University of Illinois, Champaign, IL, Estados Unidos

²Program in Ecology, Evolution, and Conservation Biology, University of Illinois, Urbana, IL, Estados Unidos

³Grupo de Investigación en Ecología y Evolución de Aves-ORNIS del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

⁴Department of Integrative Biology, University of Windsor, Windsor, Ontario, Canadá

⁵Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia

⁶Asociación de Becarios de Casanare, Yopal, Colombia

⁷Environmental Studies Department, University of California, Santa Cruz, CA, Estados Unidos

* ✉ juliana.sp826@gmail.com

DOI: 10.59517/oc.e574

Resumen

Recibido

19 de agosto de 2022

Aceptado

28 de diciembre de 2023

Publicado

31 de diciembre de 2023

ISSN 1794-0915

Citación

SOTO-PATIÑO, J., N. PÉREZ-AMAYA, N. NIÑO-RODRÍGUEZ, G. MUÑOZ-QUINTANA & N. OCAMPO-PEÑUELA. 2023. Mujeres en la Ornitología Colombiana: Perspectivas históricas y tendencias de participación en dos contextos académicos. *Ornitología Colombiana* 24:59-74 <https://doi.org/10.59517/oc.e574>

Globalmente existe un movimiento para fomentar la equidad en los entornos académicos debido a la baja representación de mujeres. Este estudio se enfoca en la participación femenina en la ornitología colombiana. Exploramos tanto la situación actual, como la participación histórica de mujeres en este campo, resaltando su escasa visibilidad en los registros históricos. Para abordar estas desigualdades, proponemos una revisión interna para identificar sesgos y sugerir acciones que fortalezcan la equidad en este campo. En nuestro análisis de la revista *Ornitología Colombiana* (OC) y el Congreso Colombiano de Ornitología (CCO) entre 2003 y 2023, evaluamos la participación de mujeres en diversos roles como autoras, editoras, revisoras, tesis y asesoras de tesis, así como su presencia como ponentes magistrales y en presentaciones orales y pósteres. Los resultados muestran que, en promedio, las mujeres representan el 29,2% de los autores en la revista, con el 21,1% y 18,3% siendo primeras y últimas autoras, respectivamente. Esta baja representación se extiende al cuerpo editorial y a los revisores (una mujer editora en jefe, 28% de editoras asociadas, y 15,6% de revisoras). El CCO muestra tendencias similares, con sólo el 37,2% de resúmenes que tienen a una mujer como coautora. De manera preocupante, la participación femenina no muestra una tendencia en aumento. Como posible evidencia de la "tubería con fugas" en la ornitología colombiana, observamos que más del 50% de los tesis son mujeres, pero esta proporción disminuye al avanzar en las etapas de la carrera académica. Con el ánimo de cambiar estas tendencias y fortalecer la disciplina, presentamos recomendaciones específicas que buscan fomentar la diversidad y equidad en la ornitología colombiana.

Palabras clave: equidad de género, mujeres en la ciencia, Latinoamérica, sesgos, tubería con fugas

Abstract

Globally, there is a movement to promote equity in academic environments due to the low representation of women. This study focuses on female participation within Colombian ornithology. We explore the current situation and the historical involvement of women in this field, highlighting their limited visibility in historical records. To address these inequalities, we propose an internal review to identify biases and suggest actions that strengthen equity in this field. In our analysis of the journal *Ornitología Colombiana* (OC) and the Colombian Ornithological Congress (CCO) between 2003 and 2023, we evaluated women's participation in various roles such as authors, editors, reviewers, thesis advisors, and thesis students, as well as their participation as keynote speakers and in oral and poster presentations. The results show that, on average, women represent 29.2% of authors in the journal, with 21.1% and 18.3% being first and last authors, respectively. This low representation extends to the editorial board and reviewers (one female editor-in-chief, 28% female associate editors, and 15.6% female reviewers). The CCO exhibits similar trends, with only 37.2% of abstracts having at least one woman as co-author. Alarmingly, female participation does not show an increasing trend. As possible evidence of the "leaky pipeline" in Colombian ornithology, we observe that over 50% of thesis authors are women, but this proportion decreases



as they progress in their academic careers. In order to change these trends and strengthen the discipline, we present specific recommendations aimed at promoting diversity and equity in Colombian ornithology.

Key words: gender equality, women in science, Latin America, biases, leaky pipeline

Introducción

A nivel global ha surgido un movimiento relativamente reciente que busca fomentar equipos diversos y ámbitos científicos equitativos e incluyentes (Soares *et al.* 2022). Esta búsqueda no nace solamente de principios éticos, morales y de justicia. Se ha demostrado que los equipos diversos son más productivos, y generan resultados científicos innovadores y de mayor calidad (Woolley *et al.* 2010, Nielsen *et al.* 2017, Nielsen *et al.* 2018). Esta tendencia ha sido confirmada también para equipos diversos en términos de género (Yang *et al.* 2022). Aunque se han logrado ciertos avances, los sesgos de género persisten en la ciencia y en la academia (Llorens *et al.* 2021, Caldarulo *et al.* 2022). Un fuerte indicador de este fenómeno es la histórica subrepresentación de las mujeres en contextos científicos (Rossi 1965, Sarseke 2018). En los campos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés: Science, Technology, Engineering and Mathematics) las mujeres siguen estando subrepresentadas (Gloss & Minnotte, 2010; Kong *et al.* 2020).

A pesar del aumento registrado en el porcentaje de mujeres graduadas en STEM en Colombia durante las últimas dos décadas (2001-2018), la representación femenina sigue siendo desproporcionadamente baja en comparación con la de los hombres, manteniéndose en una relación de tres a siete por cada diez egresados, con una brecha de género promedio del 26,6% (Patiño 2020). Las disparidades de género en la participación en programas STEM varían según el nivel de formación, entre las ciudades y las áreas del conocimiento (Patiño 2020). Es necesario identificar y cuantificar la inequidad de género (Shen 2013, Polcuch *et al.* 2018, Huang *et al.* 2020) con el propósito de promover estrategias y mecanismos dirigidos a aliviar estos sesgos (García-Holgado *et al.* 2019, Kong *et al.* 2020). Una aproximación ha sido la revisión de las tendencias en la participación y reconocimiento de mujeres en los ámbitos de investigación y publicación científica

(Huang *et al.* 2020, de Kleijn *et al.* 2020). López & Farias (2022) recopilaron datos sobre la publicación de artículos científicos entre 2013 y 2019 por investigadores colombianos en seis áreas de investigación: ciencias agrícolas, ingeniería, humanidades, ciencias médicas y de la salud, ciencias naturales y ciencias sociales. Sus análisis revelan que, de los 161.204 artículos científicos recopilados, solo el 31% son de autoría de mujeres.

Las evaluaciones introspectivas a disciplinas específicas permiten identificar los sesgos y generar sugerencias adaptadas a cada contexto (Huang *et al.* 2020, Vaughan *et al.* 2019). En este artículo estudiamos la participación de las mujeres en la ornitología colombiana de manera similar a otros estudios que han documentado la participación de las mujeres en disciplinas de las ciencias naturales como la biología humana (Stinson 2003), limnología (Sánchez-Montoya *et al.* 2016), mastozoología (Disney *et al.* 2019), ecología y zoología (Salerno *et al.* 2019). Iniciamos contextualizando la participación femenina a lo largo de la historia de la disciplina en el país. Posteriormente, exploramos las tendencias en las dos últimas décadas de la participación de las mujeres en dos contextos académicos de la ornitología colombiana. Examinamos los roles de las mujeres en la publicación científica mediante la revisión de la revista *Ornitología Colombiana* (en adelante OC) en sus primeros 23 números entre 2003 y 2023. Además, evaluamos su contribución como autoras en presentaciones en las siete versiones del Congreso Colombiano de Ornitología (CCO) entre 2004 y 2022. Para documentar la participación de las mujeres, llevamos a cabo un análisis cuantitativo que incluyó la medición de su proporción como autoras, editoras, revisoras, estudiantes y directoras de tesis en las publicaciones de la revista OC. Asimismo, examinamos la proporción de mujeres que han presentado charlas magistrales, ponencias orales y pósteres en el marco del CCO. Basándonos en la identificación de estas tendencias, y con el objetivo de abordar sesgos que no son exclusivos de la ornitología, presentamos reflexiones y sugerencias que pueden contribuir a

mitigar inequidades de género y promover la inclusión en el estudio de las aves.

CONTEXTO HISTÓRICO DE LAS MUJERES EN LA ORNITOLOGÍA COLOMBIANA

El desarrollo de la ornitología colombiana se ha forjado con la participación y contribución de múltiples actores, instituciones y asociaciones. No obstante, los escritos que resumen la historia de la ornitología en Colombia, publicados en 1966 y 2008 (Olivares 1966, Naranjo 2008), carecen de referencias explícitas a ornitólogas o naturalistas. Las primeras menciones de mujeres en la ornitología colombiana datan de la segunda mitad del siglo XX, especialmente en las décadas de los setenta y ochenta, e incluso en esos casos son escasas (Córdoba-Córdoba 2009). Este fenómeno no es único a Colombia. Desde el surgimiento de la ornitología como disciplina científica, y hasta la segunda mitad del siglo XX, la ornitología era un campo dominado por hombres (Birkhead & Charmantier 2009, Walters 2004).

En siglos pasados, las mujeres enfrentaron restricciones y condicionamientos impuestos por la sociedad que limitaron su desarrollo en carreras científicas. Estas restricciones incluyeron ocupar roles tradicionales como el matrimonio y la crianza de hijos, la negación del derecho al voto, limitado acceso a la educación superior, entre otros (Schiebinger 1987). A pesar de estos desafíos, la historia revela la presencia de mujeres pioneras en la ornitología entre los siglos XIV y XX, especialmente de origen anglosajón y europeo (Leal 2020). Aunque la ausencia de mujeres desempeñando roles en la ornitología durante estos siglos puede atribuirse como la causa principal de su baja participación, factores como el desconocimiento, el enmascaramiento y la falta de reconocimiento a las mujeres en la ciencia también contribuyeron a estos sesgos históricos (Rossiter 1993). Ejemplos notables de mujeres que contribuyeron al desarrollo de la ornitología colombiana, pero cuyas historias no aparecen en los recuentos históricos, incluyen a Elizabeth L. Kerr (Soto-Patiño *et al.* 2023) y Amelia "Daisy" Woolworth, entre otras. Estos casos resaltan la necesidad de revisar y visibilizar las contribuciones femeninas en la ornitología, reconociendo el impacto

significativo que estas mujeres han tenido en el avance de la disciplina.

En las décadas de los setenta y ochenta del siglo XX, empieza a reconocerse la presencia de mujeres colombianas desempeñando roles en la ornitología nacional (p. 8, 16, 17 Córdoba-Córdoba 2009). Este fenómeno está relacionado, en parte, con el contexto histórico del acceso a la educación básica y superior para las mujeres, un factor cuyas repercusiones se han prolongado a lo largo de las generaciones. En Colombia, apenas en 1870 las niñas tuvieron acceso a educación primaria, y en 1873 a educación secundaria (Parra 2008). Sin embargo, la formación recibida en la educación secundaria estaba orientada hacia el rol tradicional femenino como amas de casa. Fue a partir de 1933 que las mujeres pudieron acceder a la educación secundaria completa y a la universidad. Aunque el acceso a la educación superior ya era permitido, la proporción de mujeres en las universidades se mantenía notablemente baja. Por ejemplo, en 1937 el primer grupo de mujeres ingresó a la Universidad Nacional de Colombia, y para 1938, seis mujeres y 278 hombres egresaron de las universidades del país (Velásquez 1998). Durante estas décadas, se formaron varias mujeres pioneras que han destacado en las ciencias y la ingeniería a nivel nacional, incentivando el creciente interés de más mujeres en estas áreas (Parra 2008). Si bien la inserción de las mujeres en la educación formal generó importantes reivindicaciones sociales, su proceso de reconocimiento social y cultural ha avanzado de manera más lenta (Herrera 2014).

La carrera académica en biología ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de la ornitología nacional, siendo una de las principales áreas que ha contribuido a su avance. En tiempos más recientes, también lo han hecho la ecología y la ingeniería ambiental, entre otras. Un análisis para las dos últimas décadas (2001-2018) en Colombia, revela que dentro de las carreras de matemáticas y ciencias naturales, la participación femenina en biología ha alcanzado un significativo 59,8%, mostrando una brecha de género del -19,5%, lo cual indica una tendencia positiva hacia la equidad de género (Patiño 2020). Aunque esta tendencia es alentadora, es necesario explorar estas

brechas en diversas áreas del conocimiento en Colombia, incluyendo la ornitología. Estos análisis permitirán identificar desafíos y oportunidades que puedan influir en la equidad de género en la ornitología y contribuir a fortalecer la presencia y reconocimiento de mujeres en este ámbito científico.

TENDENCIAS DE PARTICIPACIÓN DE LAS MUJERES EN DOS CONTEXTOS ACADÉMICOS DE LA ORNITOLOGÍA COLOMBIANA

Es fundamental evaluar la participación de las mujeres en la ornitología colombiana en diversos contextos, tanto académicos, de observación de aves, de educación y divulgación, entre otros. En este estudio, nos enfocamos en dos espacios académicos: la publicación en la revista OC y la participación en el CCO. Para el primer escenario, cuantificamos la participación de mujeres como autoras, editoras, evaluadoras, tesis y directoras de tesis en los primeros 20 años de la revista OC. Para el segundo, cuantificamos la proporción de mujeres y su participación en charlas magistrales, ponencias orales y pósteres en el CCO. Aunque nuestro análisis se limita a examinar la participación en la revista OC y en el CCO, consideramos que estos dos espacios brindan una perspectiva estandarizada que nos permite realizar comparaciones temporales bajo un entorno de libre sometimiento tanto de manuscritos como de propuestas para realizar presentaciones en el congreso. Consideramos que estos resultados pueden reflejar de manera más amplia los sesgos y barreras que enfrentan las mujeres en el campo de la ornitología.

Revista Ornitología Colombiana (OC)

En el análisis de la participación de mujeres en la revista OC, recopilamos información sobre los editores en jefe, editores asociados y coeditores, basándonos en datos disponibles en la página web de OC y en las notas editoriales. Además, examinamos todos los artículos, notas breves, resúmenes de tesis, comentarios, perspectivas, revisiones, reseñas de libros y obituarios publicados a lo largo de 23 números publicados entre 2003 y 2023. Para cada publicación, registramos el número total de autores y

la proporción de mujeres dentro de estos. Adicionalmente, registramos el género del primer y último autor (Anexo 1). Identificamos, en la medida de lo posible y con sesgos binarios, el número de autoras mujeres según su nombre (siguiendo métodos de Potvin *et al.* 2018). Reconocemos que las mujeres abarcan tanto a personas cisgénero como transgénero, sin embargo, una limitación de nuestro estudio es que no podemos inferir la identidad de las autoras. Asumimos que eran mujeres si sus nombres corresponden a aquellos comúnmente asociados con personas asignadas al sexo femenino al nacer. Para los resúmenes de tesis, recopilamos información sobre el género de los autores, así como el género de los directores y codirectores del trabajo de grado. Debido a que no todos los números de la revista cuentan con resúmenes de tesis, describimos algunas tendencias generales sin detallar el número o año de publicación.

Participación en investigación.— Encontramos que en los 229 artículos, revisiones, notas breves, comentarios, obituarios, perspectivas y reseñas de libros que analizamos, la contribución de mujeres como autoras es consistentemente menor en comparación con otros autores (Fig. 1, Anexo 1). En promedio, la presencia de mujeres como autoras ha sido del 29,2% a lo largo de las dos últimas décadas. La mayor participación femenina se registró en los años 2010 y 2014 donde las mujeres representaron entre 42% y 45.7% de los autores, respectivamente. Tras revisar las publicaciones de cada autora, encontramos que, de las 108 mujeres que han publicado artículos o notas breves en OC, un 87% ha publicado únicamente un artículo, mientras que catorce autoras han contribuido entre dos y cinco publicaciones. A la fecha, se han publicado 106 resúmenes de tesis (99 de pregrado, cinco de posgrado, y dos no especificados) (Anexo 1). De los 126 autores de estos resúmenes, más de la mitad son mujeres (66; 52,4%). En cuanto a los proyectos de tesis, el 54,5 % de los 99 de pregrado y cuatro de los cinco de posgrado contaron con la participación de mujeres. De los asesores mencionados en los resúmenes de tesis ($n = 149$), el 13,4% de los directores y el 2,7% de los co-directores son mujeres. De las 52 tesis realizadas únicamente por autoras mujeres, 46 estuvieron dirigidas por hombres.

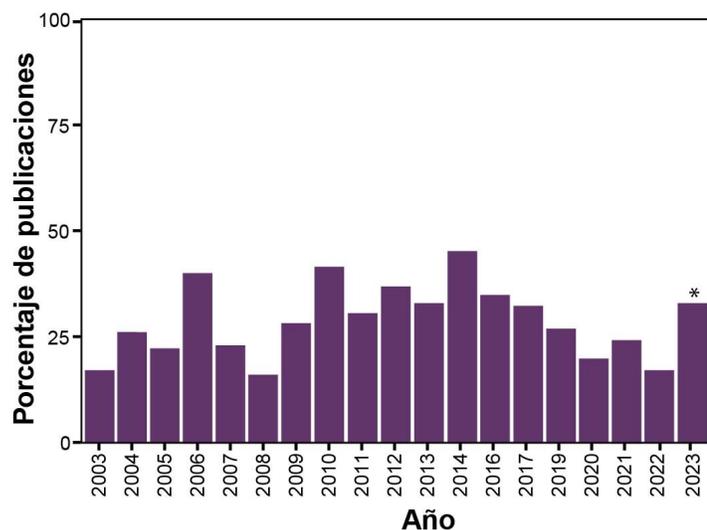


Figura 1. Distribución porcentual de publicaciones con mujeres como coautoras en la revista *Ornitología Colombiana*. Se incluyen todos los tipos de publicaciones, incluyendo artículos, notas breves, comentarios, revisiones, perspectivas, obituarios, reseñas de libros y reseñas de tesis. Se excluyeron los años 2015 y 2018 debido a la falta de publicaciones en esos periodos. *Se incluyen las publicaciones hasta el número 23 de 2023.

Liderazgo en investigación.— Utilizamos las posiciones del primer y último autor como indicadores del liderazgo en investigación. Generalmente, el primer autor de un artículo o presentación suele reflejar a la persona que más contribuyó al trabajo, mientras que el último autor usualmente indica el supervisor o líder del grupo de investigación, sirviendo como medida indirecta de las mujeres que han avanzado en sus carreras científicas (Disney *et al.* 2019). De los 208 artículos y notas breves, sólo 44 (21,1%) cuentan con una mujer como primera autora, y de estos, nueve corresponden a publicaciones con una única autora (Fig. 2, Anexo 1). Por otro lado, 38 de las 208 publicaciones (18,3%) cuentan con una mujer cerrando la línea de autores. Aunque la participación como última autora presenta un promedio bajo, cabe destacar que en los años 2004 y 2010, esta participación fue mayor o igual al 50% (Fig. 2B, Anexo 1). Para un año (2020) y dos años consecutivos (2008 y 2009), no se presentan artículos con mujeres en posición de primer o último autor, respectivamente (Fig. 2A-B).

Estas tendencias de participación y liderazgo en investigación también se han identificado en las

principales revistas de ecología. Según Maas *et al.* (2021), sólo el 11% de los autores en estas revistas son mujeres. Este fenómeno de baja representación se extiende a la posición de autoría como primeras y últimas autoras en campos como la ecología y la zoología, donde las mujeres representan el 32,5% y el 22,8%, respectivamente (Salerno *et al.* 2019). En contraste con el aumento de la participación femenina en disciplinas como la agricultura, la ingeniería, las ciencias naturales y las ciencias sociales en Colombia (López & Farias 2022), esta tendencia no se evidencia en la revista OC (Fig. 1).

En términos más generales en la disciplina, encontramos evidencia de una erosión de la participación femenina a medida que aumentan los escalones profesionales. Aunque las mujeres representan el 52,4% de los autores de resúmenes de tesis, indicando una paridad en la etapa de pregrado, esta participación disminuye significativamente y sólo el 13,4% de los directores de tesis son mujeres y el 18,3% son últimas autoras. A pesar de detectar una baja participación de mujeres como asesoras de tesis, es importante resaltar el rol desempeñado por algunos hombres líderes en ornitología como mentores y colaboradores de jóvenes ornitólogas.

Uno de los causantes de esta baja participación de las mujeres en posiciones de liderazgo científico es el fenómeno conocido como la “tubería con fugas” (o “leaky pipeline” en inglés). Este concepto describe la pérdida progresiva de mujeres a lo largo de sus carreras, y su resultante subrepresentación en las disciplinas STEM (Handelsman *et al.* 2005, Resmini 2016). Aunque hay diversas razones que podrían explicar por qué las mujeres abandonan la academia, la evidencia sugiere que estas tendencias son resultado de las barreras y falta de flexibilidad en las disciplinas científicas (Dubois-Shaik *et al.* 2018). Las barreras que enfrentan las mujeres abarcan desde problemas culturales, como estereotipos y sesgos de género (Hansen 2020), hasta la falta de flexibilidad en asuntos relacionados con la maternidad y el cuidado parental (Lerman *et al.* 2021). Además, se suman inseguridades personales perpetuadas por la sociedad (Howe-Walsh & Turnbull, 2016; Chrousos & Mentis, 2020), la falta de paridad de género en los cuerpos de

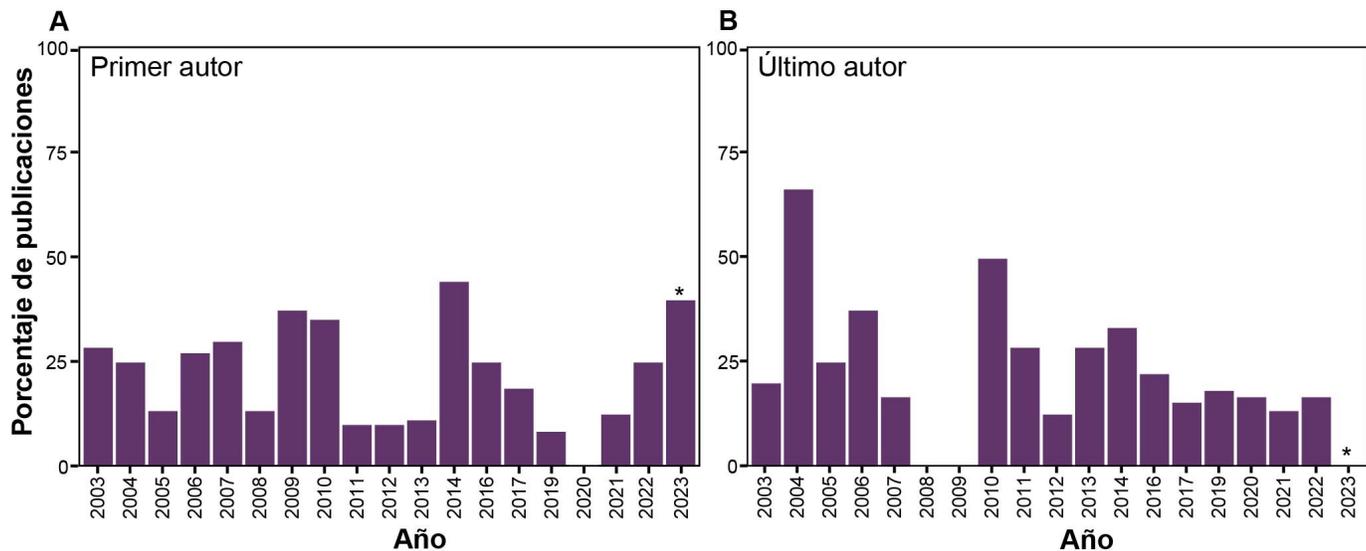


Figura 2. Distribución porcentual de mujeres en artículos y notas breves como (A) primeras autoras y (B) últimas autoras en las publicaciones anuales de la revista Ornitología Colombiana. Para esta figura se incluyeron solamente las publicaciones que son sometidas a evaluación por pares en la revista (*i.e.*, artículos y notas breves). Para el gráfico de últimas autoras (B) se incluyeron únicamente las publicaciones con dos o más autores. Se excluyeron los años 2015 y 2018 debido a la falta de publicaciones en esos periodos. *Se incluyeron las publicaciones hasta el número 23 de 2023.

evaluación y filtros de publicación y selección para premios, (Fox & Paine 2019a, Meho 2021), e incluso la intimidación y acoso que experimentan las mujeres en disciplinas dominadas por hombres (Simmonds 2014, National Academy of Sciences, Engineering and Medicine 2018).

Roles editoriales y de revisión.— La revista OC ha experimentado una baja representación de mujeres en roles editoriales. Desde su inicio, solo ha contado con una editora mujer, quien asumió el cargo en el número 17 (año 2019). A lo largo de su gestión, ha colaborado principalmente con colegas masculinos, a excepción del número 21, donde desempeñó el papel de única editora. Esta falta de representatividad se extiende a la participación de editores asociados y coeditores (Anexo 2). Considerando cada número de la revista de manera independiente, identificamos que de los 25 investigadores que han desempeñado estas funciones, sólo siete son mujeres ($n = 19$ números). Esta tendencia de subrepresentación de mujeres en roles editoriales no es exclusivo de la revista OC y ha sido documentada en diversas disciplinas, como la biología de la conservación, la medicina, la ecología y las matemáticas, donde menos del 30% de los roles editoriales son ocupados por mujeres (Liévano-Latorre *et al.* 2020). Además, estudios en revistas de biología

ambiental, manejo de recursos naturales y botánica han revelado que tan sólo el 16% de los roles editoriales son ocupados por mujeres (Cho *et al.* 2014). Es importante resaltar que el género de los editores y pares revisores de artículos científicos ha sido identificado como uno de varios factores que pueden incidir en la baja participación de mujeres como autoras en revistas científicas (Fox *et al.* 2016).

La misma tendencia que observamos en el cuerpo editorial se refleja en el equipo de evaluadores (Anexo 2). En los 19 números para los cuales logramos extraer información, la proporción de mujeres oscila entre el 6,3% y el 37,5% (con un promedio de 15,6%), y en cuatro de estos volúmenes no hubo participación femenina. Este patrón refleja tendencias reportadas en otras revistas, como *Functional Ecology*, donde menos del 30% de los evaluadores han sido mujeres (Fox *et al.* 2016), y de manera general en revistas de ecología y evolución (Fox *et al.* 2019). Es posible que la baja representación femenina en los equipos evaluadores esté relacionada con la baja proporción general de mujeres en la ornitología (ver sección contexto de la ornitología en Colombia). No obstante, es crucial considerar que en la actualidad existen suficientes mujeres jóvenes ornitólogas con el potencial de asumir estos roles.

Notas finales sobre OC. — Desde sus inicios la revista OC ha sido un referente en la divulgación de la ornitología colombiana y Neotropical. La evaluación de la participación de mujeres en diversos roles a lo largo de este periodo nos ha permitido identificar la presencia de sesgos de género en la disciplina sin ninguna evidencia de mejoría. Resaltamos la necesidad de implementar acciones y estrategias que fortalezcan el desarrollo de una ornitología diversa, equitativa e incluyente.

Congreso Colombiano de Ornitología (CCO)

Para evaluar la participación de las mujeres en el CCO, cuantificamos la proporción de mujeres que han participado en charlas magistrales, ponencias orales y pósteres (Anexo 3). El CCO se lleva a cabo desde el año 2004 con una periodicidad de tres años. Recopilamos la información para las siete ediciones del congreso, abarcando los años 2004 a 2022. Obtuvimos la información en la página web de la Asociación Colombiana de Ornitología (ACO) y mediante contacto directo con la Asociación. Empleamos el mismo enfoque de cuantificación que utilizamos para la revista OC (ver en el apartado de revista Ornitología Colombiana).

Los resultados revelan que el porcentaje de mujeres como autoras en todos los tipos de presentaciones en el congreso es menor al de los hombres (Fig. 3). En promedio, 37,2% de los resúmenes de presentaciones en el CCO contaron con al menos una mujer como autora. Esta tendencia, similar a la observada en la participación en la revista OC, refuerza la evidencia de la subrepresentación de mujeres en el ámbito ornitológico. A continuación, presentamos los detalles para seis de las siete ediciones del congreso (años: 2004, 2007, 2013, 2016, 2019 y 2022) que cuentan con los datos necesarios para el análisis.

Charlas magistrales.— De las 29 charlas magistrales que se han llevado a cabo, sólo nueve de ellas tuvieron como ponentes a mujeres (Anexo 3). Es relevante señalar que durante las tres primeras ediciones, únicamente hombres ocuparon este rol, y fue a partir del 2013 que se incorporaron mujeres como presentadoras. Sin embargo, el promedio de

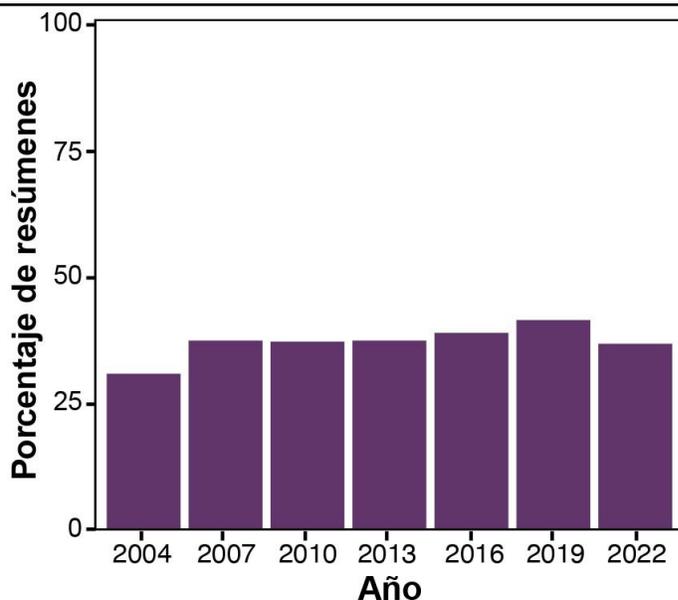


Figura 3. Distribución porcentual de resúmenes con participación de mujeres como coautoras en presentaciones en las siete ediciones del Congreso Colombiano de Ornitología. Se consideran todos los formatos de presentación, incluyendo charlas magistrales, presentaciones orales y pósteres.

mujeres ponentes para los cuatro años restantes es del 37%. Dos hombres han realizado dos charlas magistrales cada uno, mientras que ninguna mujer ha sido ponente en más de una ocasión. La baja representación de mujeres como ponentes magistrales contribuye a la falta de visibilidad para las mujeres, generando efectos negativos en sus carreras académicas. Este fenómeno se ha evidenciado también en otros espacios como la conferencia europea de biología evolutiva, en la cual sólo el 9-23% de los ponentes magistrales eran mujeres (Schroeder *et al.* 2013), y en conferencias de ecología en Norteamérica donde las mujeres representaron entre el 15-35% de los ponentes magistrales (Farr *et al.* 2017). Estos datos resaltan la importancia de abordar la representación equitativa en roles destacados para garantizar la diversidad y el reconocimiento en la comunidad académica.

Presentaciones orales.— En promedio las mujeres han representado el 40,2% de los primeros autores en las presentaciones orales. La tendencia ha sido general, pero se cuenta con un año (2013) en el que las mujeres representaron solamente el 31% como primer autor (Fig. 4A, Anexo 3).

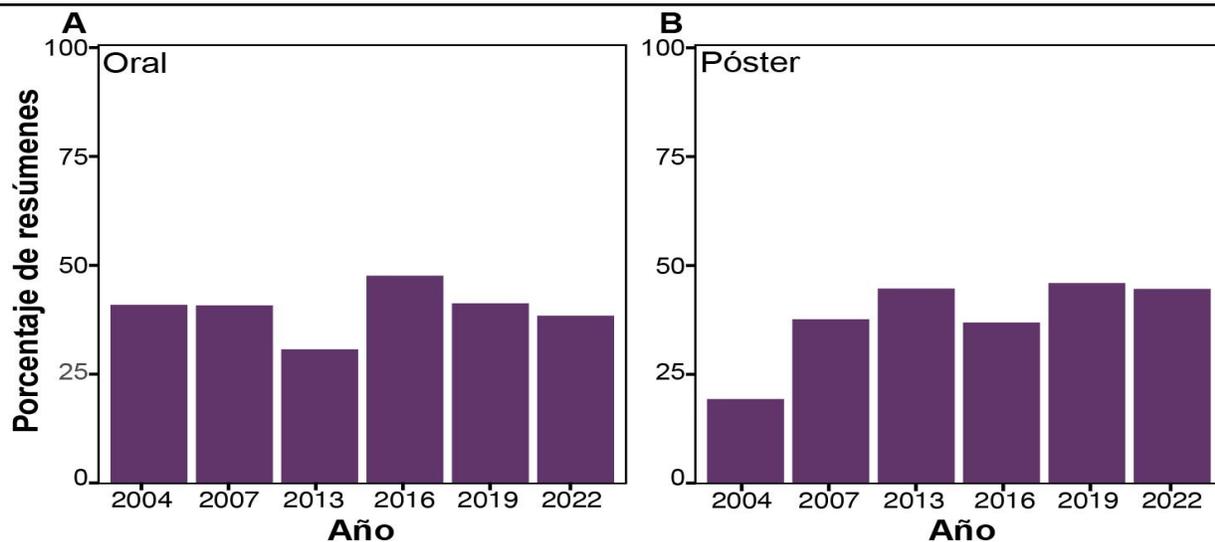


Figura 4. Distribución porcentual la participación de mujeres como primeras autoras en resúmenes de presentaciones (A) orales y (B) pósteres en seis ediciones del Congreso Colombiano de Ornitología. Se excluyó el año 2010 debido a la falta de información de tipo de presentación.

Pósteres.— Se evidencia una ligera tendencia de aumento en la proporción de mujeres que presentan pósteres en el CCO (Fig. 4B). En el año 2016 se observó una disminución frente a la edición del año 2013 (37,1% y 44,9%, respectivamente). Sin embargo, el 2016 fue el año con un mayor porcentaje de mujeres como primer autor en la modalidad de presentaciones orales (47,9%).

Las tendencias del CCO reflejan similitudes con los resultados documentados para la revista OC, especialmente en lo que respecta a la baja proporción de mujeres en roles de liderazgo de investigación. Es importante señalar que la alta proporción de mujeres en presentaciones tipo póster podría indicar un posible sesgo de género, ya sea de origen externo (por ejemplo, en el comité evaluador de ponencias) o interno (por ejemplo, preferencia de las mujeres por presentar pósteres). Un estudio sobre conferencias en biología evolutiva encontró que, si bien las mujeres eran invitadas a presentar ponencias orales en una proporción igual a los hombres, declinaban la invitación con mayor frecuencia, optando por presentaciones más breves o pósteres (Jones *et al.* 2014).

Es importante reconocer que las tendencias descritas aquí evidencian los sesgos sistémicos presentes en la sociedad y en las ciencias, y que no constituyen un patrón exclusivo de la ornitología ni del contexto

colombiano. Sin embargo, a diferencia de lo observado en otras áreas del conocimiento (ver Patiño 2020, López & Farias 2022, no hemos identificado una tendencia general de aumento en la participación de mujeres en la revista OC o en el CCO a lo largo del tiempo. Conscientes de esta situación, es fundamental seguir trabajando hacia la generación de entornos más inclusivos y equitativos en la ornitología colombiana.

REFLEXIONES Y RECOMENDACIONES

Para futuros análisis, sugerimos la recopilación de datos estandarizados que permitan evaluar las tendencias de participación de mujeres en diversos contextos relevantes en la ornitología nacional. Esto incluye eventos como encuentros de ornitología, la asignación de becas y reconocimientos, cursos y clases, estudios avanzados como maestrías y doctorados, y la ocupación en posiciones de planta en universidades nacionales e internacionales.

Con la intención de utilizar esta reflexión como una oportunidad constructiva en nuestra disciplina, hemos recopilado una serie de acciones que pueden contribuir a la creación de entornos más inclusivos para grupos tradicionalmente subrepresentados en la ornitología. Estas recomendaciones no sólo benefician a las mujeres, sino también a personas de otros grupos subrepresentados (*e.g.*, género, orientación

sexual, raza, religión, etnicidad, entre otros) que enfrentan desafíos similares en el estudio de las aves. Además de abordar la identidad de los autores, estas acciones pueden contribuir a diversificar el origen geográfico de los investigadores y sus instituciones. Sospechamos que, así como >75% de los artículos en revistas principales de ecología provienen de sólo cinco países (Maas *et al.* 2021), la ornitología colombiana puede mostrar un sesgo geográfico hacia las principales ciudades del país.

Presentamos las recomendaciones a dos niveles: un conjunto de acciones a considerar por investigadores y revistas científicas (Fig. 5); y sugerencias generales para la práctica de la ornitología como disciplina. Resaltamos que esta lista se basa en nuestra experiencia como ornitólogas colombianas y que puede no ser exhaustiva ni reflejar las experiencias de todas las mujeres en la ornitología, ni de los ornitólogos no binarios.

ACCIONES A TOMAR PARA PUBLICACIONES Y REVISTAS CIENTÍFICAS

Acciones sugeridas para publicaciones.— Proponemos fomentar la formación de equipos diversos tanto en el desarrollo de las investigaciones como en la escritura de artículos científicos, asegurando que la autoría refleje la participación de todos los colaboradores. Esta medida adquiere especial relevancia en un contexto donde se reconoce que las mujeres reciben menos reconocimiento por sus esfuerzos y contribuciones en comparación con los hombres en el ámbito científico (Ross *et al.* 2022). Además, sugerimos una reflexión crítica sobre el balance de género en la literatura citada. Los artículos más citados ocupan los primeros lugares en búsquedas en internet y continúan siendo citados en investigaciones posteriores, perpetuando así la brecha de género en las citas (Bendels *et al.* 2018, Ross-Hellauer *et al.* 2022). Esto afecta el futuro profesional de las mujeres en procesos de contratación, ya que el factor de impacto del índice-*h* se sigue utilizando en las decisiones de contratación académica (Hirsch 2005, Purvis 2006). Dadas las barreras que enfrentan las mujeres en el proceso de publicación (Lundine *et*

al. 2018), podría requerir más esfuerzo encontrar artículos liderados por mujeres, pero este esfuerzo es una inversión necesaria. Más allá del género, recomendamos reconocer y abordar los sesgos derivados de la interseccionalidad (*i.e.*, raza, maternidad, idioma, orientación sexual, religión y edad) que afectan la trayectoria profesional de las mujeres en la ciencia y que impactan su historial de publicaciones (Sharma & Poole 2018).

Acciones sugeridas para editores.— Es importante que los comités editoriales sean representativos y diversos. Proponemos dos enfoques para asegurar la representación: (i) en los roles de liderazgo, se debe buscar que haya representación de las personas que componen la comunidad de ornitólogos, garantizando así espacios más democráticos y equitativos, y (ii) en el proceso de reclutamiento, es esencial emprender esfuerzos para fomentar la diversidad desde etapas tempranas, incluyendo el pregrado, semilleros y grupos de investigación en los cuales se forjan los futuros líderes. Adicionalmente, proponemos proveer entrenamientos sobre sesgos sistémicos a equipos de comités editoriales.

Acciones sugeridas para revisores.— Para mitigar los sesgos implícitos, proponemos la implementación de revisiones doblemente ciegas de los artículos, ya que se ha demostrado que esta práctica contribuye a una mayor representación de mujeres como autoras (Budden *et al.* 2008). Además, para garantizar la diversidad en el equipo de revisores, se podría considerar la creación de una base de datos de revisores a nivel nacional.

Acciones sugeridas para trabajos de grado.— Promover la visibilización de los resúmenes de tesis en espacios más allá de las universidades de origen, buscando una difusión más amplia y efectiva de estos trabajos. Sugerimos expandir los alcances de estas investigaciones, especialmente aquellas desarrolladas en universidades regionales. Para maximizar el valor de los trabajos de grado, proponemos la implementación de estrategias que faciliten la transformación de estas investigaciones en publicaciones de artículos científicos. Las universidades y otras entidades pueden jugar un

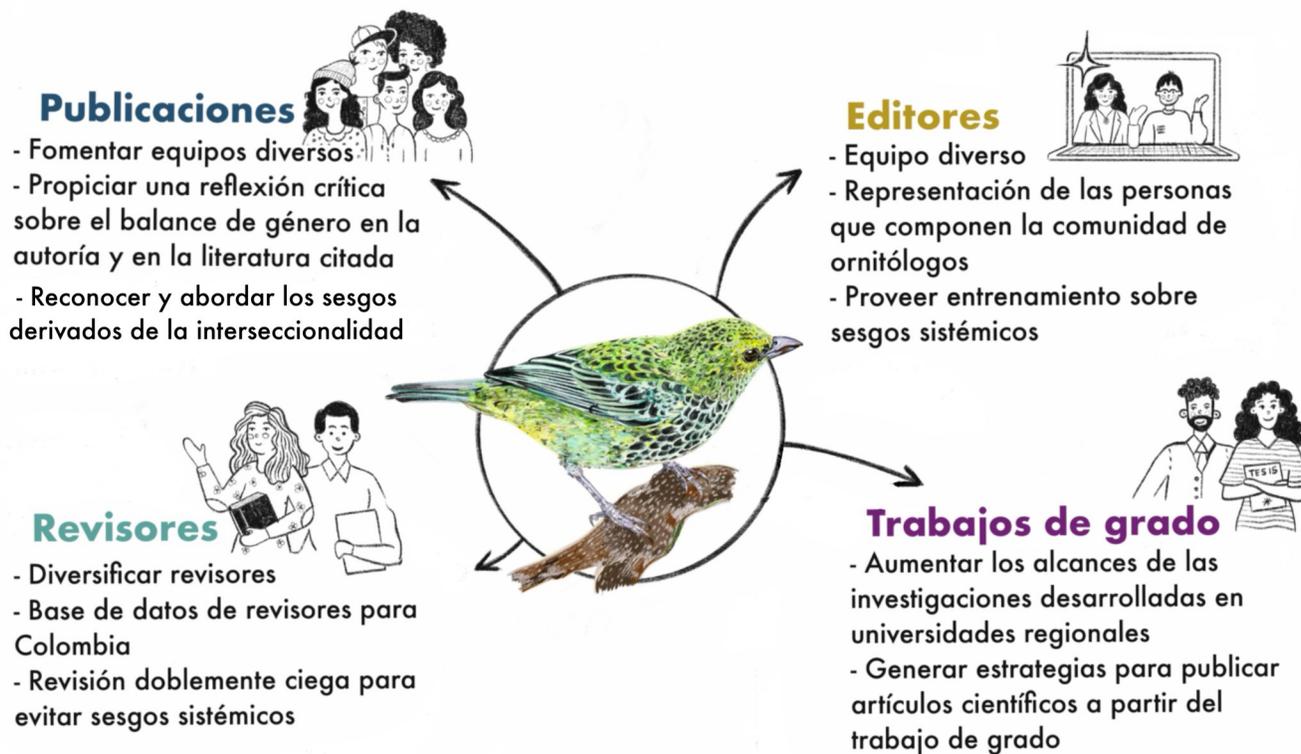


Figura 5. Recomendaciones para publicaciones y revistas científicas para promover cuerpos editoriales, revisores y artículos con equipos diversos e incluyentes, y para promover una mayor difusión de los trabajos de grado. Diseñado por: Erika Cortés.

papel clave al ofrecer programas de seguimiento y asesoría cuyo objetivo principal sea que las investigaciones de tesis se publiquen como artículos revisados por pares, así como aceptar estos artículos como el documento final de la tesis. En este proceso, se debe poner especial énfasis en el respaldo a las mujeres y a otros grupos tradicionalmente subrepresentados en las ciencias, asegurando así una mayor equidad en la visibilidad y reconocimiento de sus contribuciones.

RECOMENDACIONES PARA LA ORNITOLOGÍA EN GENERAL

Seguridad en el trabajo de campo y laboratorio.— Reconocemos los avances en la inclusión de las mujeres en el trabajo de campo, pero aún persisten desafíos para garantizar su seguridad. Publicaciones recientes, como las de Demery & Pipkin (2021) y Ramírez-Castañeda *et al.* (2022), ofrecen estrategias específicas para un trabajo de campo seguro, especialmente para aquellos en riesgo debido a identidades minoritarias. En el contexto colombiano,

las mujeres ornitólogas enfrentan riesgos adicionales vinculados a su género (*e.g.*, altas tasas de feminicidio, maltrato y violaciones, etc). Son numerosas las experiencias relatadas por ornitólogas de campo en Colombia que han enfrentado riesgos e incluso situaciones de violencia. Estas historias resaltan la necesidad y responsabilidad individual y en la disciplina de tomar acciones concretas para prevenir y reducir cualquier riesgo inherente al trabajo de campo. Reflexiones de la charla “Violencia de género durante el trabajo de campo” (Zavala Guillen 2020) resaltan la importancia de (i) aprender a decir NO si no se cumplen ciertas condiciones; (ii) discutir abiertamente las preocupaciones con los mentores; (iii) reflexionar sobre la violencia vivida en campo en los escritos/tesis/documentos (Zavala Guillen 2020).

Sugerimos que proporcionar flexibilidad tanto en el trabajo de campo como en el entorno de oficina y laboratorio es esencial para fomentar un ambiente acogedor para las mujeres dentro de la ornitología. Esto es especialmente importante en las diferentes etapas de la vida de las mujeres, como el embarazo o

la lactancia. La maternidad ha sido identificada como un factor significativo de desequilibrio de género en las disciplinas STEM (Cech & Blair-Loy 2019). En Estados Unidos, aproximadamente la mitad de las nuevas madres y casi una cuarta parte de los nuevos padres abandonan sus empleos de tiempo completo en estas disciplinas después de tener hijos (Cech & Blair-Loy 2019). Algunas alternativas para mitigar la deserción académica tras la maternidad podrían incluir la creación de permisos remunerados a los padres, independientemente de su sexo o género, facilitando así el cuidado de sus hijos pequeños. Asimismo, ofrecer flexibilidad en los horarios permitiría a los cuidadores gestionar sus responsabilidades de manera más efectiva (Cech & Blair-Loy 2019). La implementación de guarderías o centros de cuidado infantil dentro de las instituciones académicas también podría ser una solución viable. El enfoque del ciclo vital, propuesto por Lerman *et al.* (2021) para apoyar a las madres en la ornitología, marca un sólido comienzo, y respaldamos sus perspectivas y recomendaciones.

Promover mujeres como modelos a seguir.— Se ha demostrado que resaltar el trabajo, legado y potencial de las mujeres es fundamental para inspirar a las próximas generaciones de científicas (González-Pérez *et al.* 2020). Para destacar a las mujeres como modelos a seguir, recomendamos prestar atención a las proporciones de género, especialmente en situaciones que involucren actividades públicas como artículos editoriales, conferencias magistrales, ponencias en simposios, participación en paneles, científicas citadas en los medios de comunicación, citas, reconocimientos y premios, entre otros. Es importante tener en cuenta que debido a la escasa presencia de mujeres en la historia de la ornitología, resaltar a las jóvenes ornitólogas puede contribuir a superar la dificultad derivada de la falta de participación femenina antes del siglo XX. Un mecanismo adicional que puede incrementar la visibilidad de las mujeres puede ser la creación de un premio dedicado a reconocer las contribuciones de las mujeres en la ornitología, o a reconocer aquellas personas que trabajan por diversificar la disciplina y luchan por la equidad.

Mentoría de mujeres.— Brindar una mentoría amable y efectiva podría ser la acción con un mayor impacto para las niñas y mujeres jóvenes que quieren seguir carreras en ornitología. La efectividad de este enfoque se ha demostrado en estudiantes de otras disciplinas (Kalpazidou Schmidt & Faber 2016, Cossairt *et al.* 2019). Independientemente del género del mentor, comprender y abordar las barreras que enfrentan las mujeres en sus carreras ayudará a las estudiantes a anticipar y mitigar de manera más efectiva los impactos de diversos sesgos sociales. Para las mentoras, compartir abiertamente sus experiencias personales puede desmitificar procesos y aclarar dudas no expresadas. Un paso importante es abordar temas que pueden afectar la carrera de una mujer, como la maternidad (Lerman *et al.* 2021), pero que las alumnas podrían tener dificultades para proponer como temas de discusión.

Redes colaborativas.— Las redes colaborativas desempeñan un papel crucial en el avance de las carreras académicas (Feeney & Bernal 2010). Fomentar estas redes puede tener un impacto significativo en la prevención de fugas y mejorar la representación de las mujeres en entornos académicos (Feeney & Bernal 2010). Estos escenarios facilitan la conexión entre jóvenes científicas, generando oportunidades para el intercambio de conocimientos e ideas, y brindan apoyo y asesoramiento en asuntos dentro y fuera de la academia. Desde el equipo de este artículo, impulsamos el desarrollo de la Red de Ornitólogas Colombianas (ROC), recientemente creada y presentada en el marco del VII Congreso Colombiano de Ornitología-2022, en Popayán, Cauca. Con esta iniciativa, esperamos fortalecer la participación y el reconocimiento de las mujeres en la ornitología colombiana en espacios seguros y acogedores para las jóvenes investigadoras.

Transparencia y apoyo en todos los contextos.— Una de las actitudes más comunes frente al sexismo y otros tipos de discriminación es el silencio de los espectadores, conocido como el “efecto espectador” (Manning *et al.* 2007). Si presencia actos de sexismo, acoso, microagresiones, abuso u otras

formas de discriminación, por favor, coméntelo. Con frecuencia, estas agresiones ocurren a la vista de todos durante salidas de campo, eventos académicos, y reuniones o encuentros sociales relacionados con aves, y pueden variar desde comentarios hasta agresiones sexuales. Las mujeres tienen 3,5 veces más probabilidad de haber sufrido agresiones sexuales que los hombres en entornos de trabajo de campo (Rinkus *et al.* 2018). Por lo tanto, las pautas y normas para realizar trabajo de campo deben reconocer y abordar esta vulnerabilidad desproporcionada. Algunas sugerencias incluyen: (i) aumentar la conciencia y fomentar debates sobre la creación de entornos seguros e inclusivos; (ii) establecer procedimientos claros para la denuncia, ya sea anónima o no; (iii) conocer los centros o personas de contacto y los protocolos respecto a cualquier comportamiento cuestionable (Werner Washburne *et al.* 2023). Es nuestra responsabilidad colectiva condenar la discriminación.

En última instancia, todos debemos contribuir a que la ornitología sea un entorno seguro y acogedor para las mujeres y para todos, independientemente de su identidad o sus elecciones de vida. Para lograrlo, debemos comprometernos a apoyar a las niñas y mujeres, tanto cisgénero como transgénero, en cada etapa de su camino en la ornitología. Podemos empezar alentando a las niñas a jugar con juguetes científicos e incentivar su curiosidad científica. Debemos aplaudir sus esfuerzos y cultivar su autoestima para que adquieran confianza, respaldar sus elecciones académicas y ofrecer opciones que incluyan la ciencia y la tecnología al seleccionar cursos, campamentos vacacionales o libros, así como crear un sentimiento de pertenencia en espacios científicos. Si deciden seguir una carrera en ornitología, podemos proporcionarles una mentoría amable y eficaz a lo largo de su carrera, brindarles oportunidades de crecimiento y retroalimentación constructiva, colaborar con mujeres en etapas tempranas de su carrera, escribir excelentes cartas de recomendación, contratar a mujeres y apoyar a las mujeres en puestos de liderazgo. Mientras luchamos por la equidad, es fundamental educar a las niñas y jóvenes sobre los sesgos que enfrentarán en sus carreras, y proporcionar herramientas para superar las

barreras existentes en nuestra sociedad. Para avanzar verdaderamente en nuestros esfuerzos de equidad e inclusión en la ornitología, debemos fortalecer y mantener nuestro apoyo a las mujeres a lo largo de su carrera.

CONCLUSIONES

Evaluamos la participación de las mujeres en diversos roles, tales como autoras, editoras, revisoras, tesis, y directoras de tesis en la Revista Ornitología Colombiana a lo largo de sus 20 años de publicaciones. Además, analizamos su presencia como autores en ponencias magistrales, presentaciones orales, y pósteres en el Congreso Colombiano de Ornitología. Los hallazgos revelan una tendencia constante: la proporción de mujeres como autoras es consistentemente menor a la de los hombres en todos los ámbitos, registrando un porcentaje inferior al 50%, a excepción de los resúmenes de tesis, donde las mujeres figuran como autoras en un 52,8% de los trabajos. Esta disparidad plantea interrogantes sobre posibles fugas en la progresión profesional, indicando posibles obstáculos que, combinados con la baja representación femenina en este ámbito académico, podrían estar arraigados en las barreras y causas sistémicas previamente documentadas en diversas áreas del conocimiento. De manera preocupante para la disciplina, no identificamos un aumento significativo en la participación femenina en los espacios de la revista o el congreso a lo largo del tiempo. Con el objetivo de fortalecer la participación de las mujeres en el estudio de las aves, presentamos recomendaciones y reflexiones para la disciplina, así como algunas acciones específicas a considerar por parte de investigadores y revistas científicas. Además, sugerimos la importancia de llevar a cabo análisis similares sobre la participación de científicos con identidades diversas, así como de distintos orígenes geográficos y étnicos, entre otros aspectos.

DECLARACIÓN DE POSICIONAMIENTO

Las cinco autoras de este artículo somos mujeres cisgénero, descendientes de colonos españoles y mestizos, educadas en universidades públicas y privadas de Colombia y el exterior. Una de nosotras es

madre de dos hijos. Reconocemos nuestra posición de privilegio y somos conscientes de que hablamos y escribimos desde ella. Posicionarnos hace parte de nuestro ejercicio reflexivo. Escribimos desde la academia y realizamos un análisis de publicaciones y presentaciones en contextos académicos. Sin embargo, no desconocemos y, por el contrario, resaltamos el aporte de mujeres en otros contextos diferentes al académico. En especial, resaltamos el impacto de aquellas mujeres que, en diversos ámbitos, han iniciado, desarrollado y enriquecido la ornitología colombiana con conocimientos valiosos y la promoción de buenas prácticas.

ANEXOS

Como anexos presentamos las tablas resumen necesarias para reproducir todas las gráficas y análisis de este artículo. La información original en la que está basada este artículo está disponible en la página web de la Asociación Colombiana de Ornitología Colombiana (<https://asociacioncolombianadeornitologia.org/>). Aquellos lectores que requieran los datos detallados y procesados por las autoras, pueden solicitarlos al correo electrónico de la autora de correspondencia (ver arriba).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la revista Ornitología Colombiana por darnos el espacio para presentar estas reflexiones y por su mirada crítica en el quehacer de la revista. A la Asociación Colombiana de Ornitología ACO por la organización y desarrollo del Congreso Colombiano de Ornitología y por poner a disposición las memorias de éstos congresos. Agradecemos a nuestras mentoras, mentores, colegas y estudiantes que han compartido sus experiencias y han transitado este camino con nosotras. En especial, queremos agradecer a las personas que han sido clave en las discusiones y reflexiones que hemos tenido sobre este tema de la participación de las mujeres en la ornitología en la historia, y el presente: Socorro Sierra, Laura Céspedes Arias, Oscar Laverde, Camila Gómez, Daniel Cadena, Andrés Cuervo, Jessica Díaz, Andrés Sierra, David Ocampo, y el resto del equipo de las

Expediciones BIO Alas, cantos y colores. A Tatian Celeita, por su indispensable labor en diversos procesos de OC. Finalmente, agradecemos a Nelcy Rodríguez por su asesoría estadística.

Literatura citada

- BENDELS, M.H., R. MÜLLER, D. BRUEGGMANN & D.A. GRONEBERG. 2018. Gender disparities in high-quality research revealed by Nature Index Journals. *PLoS One* 13 (1):e0189136. Doi: 10.1371/journal.pone.0189136
- BIRKHEAD, T.R. & I. CHARMANTIER. 2009. History of Ornithology. En: *Encyclopedia of Life Sciences (ELS)*. John Wiley & Sons, Ltd: Chichester. DOI: 10.1002/9780470015902.a0003096
- BUDDEN, A.E., T. TREGENZA, L.W. AARSEN, J. KORICHEVA, R. LEIMU & C.J. LORTIE. 2008. Double-blind review favours increased representation of female authors. *Trends in ecology & evolution* 23(1): 4-6. DOI: 10.1016/j.tree.2007.07.008
- CALDARULO, M., J. OLSEN, A. FRANDELL, S. ISLAM, T.P. JOHNSON, M.K. FEENEY, L. MICHALEGRO & E.W. WELCH. 2022. COVID-19 and gender inequity in science: Consistent harm over time. *PLoS one* 17(7):e0271089. DOI: 10.1371/journal.pone.0271089
- CECH, E.A. & M. BLAIR-LOY. 2019. The Changing Career Trajectories of New Parents in STEM. *PNAS* 116(10): 4182 – 4187. DOI: 10.1073/pnas.1810862116
- CHO, A.H., S.A. JOHNSON, C.E. SHUMAN, J.M. ADLER, O. GONZALEZ, S.J. GRAVES, J.R. HUEBNER, D.B. MARCHANT, S. W. RIFAI, I. SKINNER, & E.M. BRUNA. 2014. Women are underrepresented on the editorial boards of journals in environmental biology and natural resource management. *PeerJ* 2:e542. DOI: 10.7717/peerj.542
- CÓRDOBA-CÓRDOBA, S. 2009. Historia de la ornitología colombiana: sus colecciones científicas, investigadores y asociaciones. *Boletín SAO* 19:1-26. <http://www.sao.org.co/publicaciones/boletinsao/Boletin%20sao.htm>
- COSSAIRT, B.M., J.L. DEMPSEY, & E.R. YOUNG. 2019. The Chemistry Women Mentorship Network (CHEMWMN): A tool for creating critical mass in academic chemistry. *Chemistry of Materials* 31(20):8239-8242
- CHROUSOS, G.P. & A-F.A. MENTIS. 2020. Imposter syndrome threatens diversity. *Science* 367(6479): 749-750. DOI: 10.1126/science.aba8039
- DE KLEIJN, M., B. JAYABALASINGHAM, H.J. FALK-KRZESINSKI, T. COLLINS, L. KUIPER-HOYNG, I. CINGOLANI & S. TOBIN. 2020. The researcher journey through a gender lens: an examination of research participation, career progression and perceptions across the globe. Elsevier. 179 pp.
- DEMERY, A.J.C. & M.A. PIPKIN. 2021. Safe fieldwork strategies for at-risk individuals, their supervisors and institutions. *Nature Ecology & Evolution* 5(1):5-9. DOI: 10.1038/s41559-020-01328-5
- DIZNEY, L.J., J. KARR & R.J. ROWE. 2019. The contribution and recognition of women in the field of mammalogy. *Journal of Mammalogy* 100(3): 678-689. DOI: 10.1093/jmammal/gyy170
- DUBOIS-SHAIK, F., B. FUSULIER & C. VINCKE. 2018. A gendered pipeline typology in academia. In *Gender and Precarious Research Careers* (pp. 178-205). Routledge.
- FARR, C.M., S.P. BOMBACI, A.M. MANGAN, H.L. RIEDL, L.T.

- STINSON, K. WILKINS & L. PEJCHAR. 2017. Addressing the gender gap in distinguished speakers at professional ecology conferences. *BioScience* 67(5): 464–468. DOI: 10.1093/biosci/bix013
- FEENEY, M. & M. BERNAL. 2010. Women in STEM networks: who seeks advice and support from women scientists?. *Scientometrics* 85(3):767–790. DOI: 10.1007/s11192-010-0256-y
- Fox, C.W. & C.T. PAINE. 2019a. Gender differences in peer review outcomes and manuscript impact at six journals of ecology and evolution. *Ecology and Evolution* 9(6): 3599–36–19. DOI: 10.1002/ece3.4993
- Fox, C.W., M.A. DUFFY., D.J. FAIRBAIRN & J.A. MEYER. 2019. Gender diversity of editorial boards and gender differences in the peer review process at six journals of ecology and evolution. *Ecology and Evolution* 9(6): 13636–13649. DOI: 10.1002/ece3.5794
- Fox, C.W., C.S. BURNS & J.A. MEYER. 2016. Editor and reviewer gender influence the peer review process but not peer review outcomes at an ecology journal. *Functional Ecology* 30:140–153. DOI: 10.1111/1365-2435.12529
- GARCÍA-HOLOGADO, A., A. CAMACHO DÍAZ, & F.J., GARCÍA-PEÑALVO. 2019. Engaging women into STEM in Latin America: W-STEM project. En Conde-González, M. Á., F. J. Rodríguez-Sedano, C. Fernández-Llamas, & F. J. García-Peñalvo (EDS.). *TEEM'19 Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (Leon, Spain, October 16th–18th, 2019) (pp. 232–239). New York, NY, USA: ACM. DOI: 10.1145/3362789.3362902
- GLOSS, C. & K.L. MINNOTTE. 2010. Recruiting and hiring women in STEM fields. *Journal of diversity in Higher Education* 3(4): 218–229. DOI: 10.1037/a0020581
- GONZÁLEZ-PÉREZ, S., R. MATEOS DE CABO & M. SÁINZ. 2020. Girls in STEM: Is it a female role-model thing?. *Frontiers in psychology* 11:2204. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.02204
- HANDELSMAN, J., N. CANTOR, M. CARNES, D. DENTON, E. FINE, B. GROSZ, V. HEINSHAW, C. MARRETT, S. ROSSER, D. SHALALA & J. SHERIDAN. 2005. More women in science. *Policy forum, Careers in science* 309.
- HANSEN, D.S. 2020. Identifying barriers to career progression for women in science: Is COVID-19 creating new challenges?. *Trends in parasitology* 36(10): 799–802. DOI: 10.1016/j.pt.2020.07.016
- HERRERA, M.C. 2014. Educación femenina e inclusión social en Colombia a través del siglo XX. *Educação e Filosofia Uberlândia* 28:181–199. DOI: 10.14393/REVEDFIL.v28nn.%20ESP2014-24609
- HIRSCH, J.E. 2005. An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102(46):16569–16572. DOI: 10.1073/pnas.050765510
- HOWE-WALSH, L. & TURNBULL, S. 2016. Barriers to women leaders in academia: tales from science and technology. *Studies in Higher Education* 41(3): 415–428. DOI:10.1080/03075079.2014.929102
- HUANG, J., A.J. GATES, R. SINATRA & A.L. BARABÁSI. 2020. Historical comparison of gender inequality in scientific careers across countries and disciplines. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117(9):4609–4616. DOI: 10.1073/pnas.1914221117
- JONES, T.M., K.V. FANSON, R. LANFEAR, M.R. SYMONDS & M. HIGGIE. 2014. Gender differences in conference presentations: A consequence of self-selection? *PeerJ* 2: e627. DOI: 10.7717/peerj.627
- KALPAZIDOU SCHMIDT, E. & S.T. FABER. 2016. Benefits of peer mentoring to mentors, female mentees and higher education institutions. *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning* 24(2):137–157. DOI: 10.1080/13611267.2016.1170560
- KONG, S., K. CARROLL, D. LUNDBERG, P. OMURA & B. LEPE. 2020. Reducing gender bias in STEM. *MIT Science Policy Review* 1:55–63. DOI: 10.38105/spr.11kp6lqr0a
- LEAL, A. 2020. Historia de la ornitología: Pioneras de la ornitología. *Aves y naturaleza* 31:20–25.
- LERMAN, S.B., L. PEJCHAR, L. BENEDICT, K.M. COVINO, J.L. DICKINSON, J. FANTLE-LEPCZYK & C. VLECK. 2021. Juggling parenthood and ornithology: A full lifecycle approach to supporting mothers through the American Ornithological Society. *The Condor* 123(2):1–9. DOI: 10.1093/ornithapp/duab001
- LIÉVANO-LATORRE, L.F., R.A. DA SILVA, R.R.S. VIEIRA, F.M. RESENDE, B.R. RIBEIRO, F.J.A. BORGES, L. SALES & R. LOYOLA. 2020. Pervasive gender bias in editorial boards of biodiversity conservation journals. *Biological Conservation* 251, 108767. DOI: 10.1016/j.biocon.2020.108767
- LLORENS, A., A. TZOVARA, L. BELLIER, I. BHAYA-GROSSMAN, A. BIDET-CAULET, W.K. CHANG & N.F. DRONKERS. 2021. Gender bias in academia: A lifetime problem that needs solutions. *Neuron* 109(13):2047–2074. DOI: 10.1016/j.neuron.2021.06.002
- LÓPEZ, C. & D. FARÍAS. 2022. The mirage of scientific productivity and how women are left behind: the Colombian case. *Tepuya: Latin American Science, Technology, and Society* 5: 2037819. DOI: 10.1080/25729861.2022.2037819
- LUNDINE, J., I.L. BOURGEOULT, J. CLARK, S. HEIDARI, & D. BALABANOVA. 2018. The gendered system of academic publishing. *The Lancet* 391(10132):1754–1756
- MAAS, B., R.J. PAKEMAN, L. GODET, L. SMITH, V. DEVICTOR & R. PRIMARCK. 2021. Women and Global South strikingly underrepresented among top-publishing ecologist. *Conservation Letters*. DOI:10.1111/conl.12797
- MANNING, R., M. LEVINE & A. COLLINS. 2007. The Kitty Genovese murder and the social psychology of helping: The parable of the 38 witnesses. *American Psychologist* 62(6): 555. DOI: 10.1037/0003-066X.62.6.555
- MEHO, L.I. 2021. The gender gap in highly prestigious international research awards, 2001–2020. *Quantitative Science Studies* 2 (3):976–989. DOI: 10.1162/qss_a_00148
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. 2018. *Sexual Harassment of Women: Climate, Culture, and Consequences in Academic Sciences, Engineering, and Medicine*. Washington, DC: The National Academies Press. DOI: 10.17226/24994.
- NARANJO, L.G. 2008. El arcano de la ornitología colombiana: The arcanum of Colombian ornithology. *Ornitología Colombiana* 7:5–16. <https://asociacioncolombianadeornitologia.org/revista-ornitologia-colombiana/>
- NIELSEN, M.W., S. ALEGRIA, L. BÖRJESON, H. ETZKOWITZ, H.J. FALK-KRZESINSKI, A. JOSHI, E. LEAHEY, L. SMITH-DOERR, A. WILLIAMS & L. SHIEBINGER. 2017. Gender diversity leads to better science. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114 (8):1740–1742. DOI: 10.1073/pnas.1700616114
- NIELSEN, M.W., C.W. BLOCH & L. SHIEBINGER. 2018. Making gender diversity work for scientific discovery and innovation. *Nature human behavior* 2 (10):726–734. DOI:

- 10.1038/s41562-018-0433-1
- OLIVARES, A.O. 1966. Introducción a la historia de la ornitología colombiana. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 12:367-375.
- PARRA, L. 2008. Breve recuento histórico de las mujeres colombianas en la ciencia y la ingeniería. *Revista de Antropología y Sociología: Virajes* 10:155-166.
- PATIÑO, L. 2020. En datos: así son las diferencias de género entre los graduados. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/cifras-de-mujeres-en-ciencia-y-tecnologia-en-educacion-en-colombia-412200>
- POLCUCH, E., L. BROOKS, A. BELLO & K. DESLANDES. 2018. Measuring gender equality in science and engineering: the SAGA survey of drivers and barriers to careers in science and engineering, SAGA (STEM and Gender Advancement) working papers no. 4. UNESCO, Paris. <http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002661/266146e.pdf>.
- POTVIN, D.A., E. BURDFIELD-STEEL, J.M. POTVIN & S.M. HEAP. 2018. Diversity begets diversity: A global perspective on gender equality in scientific society leadership. *PLoS ONE* 13(5): e0197280. DOI: 10.1371/journal.pone.0197280
- PURVIS, A. 2006. The h index: playing the numbers game. *Trends in Ecology & Evolution* 21(8):422. DOI:10.1016/j.tree.2006.05.014
- RAMÍREZ-CASTAÑEDA, V., E.P. WESTEEN, J. FREDERICK, S. AMINI, D. WAIT, A.S. ACHMADI & R.D. TARVIN. 2022. A set of principles and practical suggestions for equitable fieldwork in biology. *EcoEvoRxiv*. DOI: 10.32942/osf.io/uszd7
- RESMINI, M. 2016. The "Leaky pipeline". *Chemistry a European Journal Editorial* 22: 3533-3534. DOI: 10.1002/chem.201600292
- RINKUS, M.A., J.R. KELLY, W. WRIGHT, L. MEDINA & T. DOBSON. 2018. Gendered considerations for safety in conservation fieldwork. *Society & Natural Resources* 31(12):1419-1426. DOI: 10.1080/08941920.2018.1471177
- ROSS, M.B., B.M. GLENNON., R. MURCIANO-GOROFF., E.G. BERKES., B.A. WEINBERG, & J.I. LANE. 2022. Women are credited less in science than men. *Nature* 608(7921): 135-145. DOI: 10.1038/s41586-022-04966-w
- ROSS-HELLAUER, T., S. REICHMANN, N.L. COLE, A. FESSL, T. KLEBEL & N. PONTIKA. 2022. Dynamics of cumulative advantage and threats to equity in open science: a scoping review. *Royal Society open science* 9(1):211032. DOI: 10.1098/rsos.211032
- Rossi, A.S. 1965. Women in science: Why so few? Social and psychological influences restrict women's choice and pursuit of careers in science. *Science* 148(3674):1196-1202. DOI: 10.1126/science.148.3674.1196
- ROSSITER, M.W. 1993. The Matthew Matilda effect in science. *Social studies of science* 23(2):325-341. <https://www.jstor.org/stable/i212628>
- SALERNO, P.E., M. PAEZ-VACAS, J.M. GUAYASAMIN, & J.L. STYNOSKI. 2019. Male principal investigators (almost) don't publish with women in ecology and zoology. *PLoS One* 14:1-14. DOI: 10.1371/journal.pone.0218598.
- SÁNCHEZ-MONTOYA, M., A. PASTOR, I. ARISTI, A.I. DEL ARCO, M. ANTÓN-PARDO, M. BARTRONS & N. CATALAN. 2016. Women in limnology in the Iberian Peninsula: biases, barriers and recommendations. *Limnetica* 35(1):61-72. DOI: 10.23818/limn.35.05
- SARSEKE, G. 2018. Under-representation of women in science: From educational, feminist and scientific views. *NASPA Journal About Women in Higher Education* 11(1):89-101. DOI: 10.1080/19407882.2017.1380049
- SCHIEBINGER, L. 1987. The history and philosophy of women in science: A review essay. *Signs: Journal of Women in Culture and Society* 12(2):305-332. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/494323?journalCode=signs>
- SCHROEDER, J., H.L. DUGDALE, R. RADERSMA, M. HINSCH, D. M. BUEHLER, J. SAUL & C. HORROCKS. 2013. Fewer invited talks by women in evolutionary biology symposia. *Journal of Evolutionary Biology*. 26: 2063-2069. DOI: 10.1111/jeb.12198
- SHARMA, J. & D.N. POOLE. 2018. Gender bias in publishing. *The Lancet* 392(10157):1515-1516. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)31998-6
- SHEN, H. 2013. Inequality quantified: Mind the gender gap. *Nature News* 495(7439):22. DOI: 10.1038/495022a
- SIMMONDS, A. 2014. Women scientists sexually harassed while doing fieldwork. *Nature*. DOI: 10.1038/nature.2014.15571
- SOARES, L., K. COCKLE, E. RUELAS INZUNZA, J.T. IBARRA, C.I. MIÑO, S. ZULUAGA, E. BONACCOROSO & P.V. RIBEIRO MARTINS. 2022. Neotropical Ornithology: Reckoning with Historical Assumptions, Removing Systemic Barriers, and Reimagining the Future. *EcoEvoRxiv*. DOI: 10.32942/osf.io/yy2fx.
- SOTO-PATIÑO, J., K. CERTUCHE-CUBILLOS, J. DIAZ-CÁRDENAS, D. GARZÓN-LOZANO, E. GUZMÁN-MORENO, N. NIÑO-RODRÍGUEZ, N. PÉREZ-AMAYA, & N. OCAMPO-PEÑUELA. 2023. The once-invisible legacy of Elizabeth L. Kerr, a naturalist in the early 20th century and her contributions to Colombian ornithology. *Ornithological applications* Volume 125, Issue 2, 1 May 2023, duad006. <https://doi.org/10.1093/ornithapp/duad006>
- STINSON, S. 2003. Participation of women in human biology, 1975-2001. *American Journal of Human Biology* 15(3):440-445. DOI: 10.1002/ajhb.10160
- VAUGHAN, K., H., VAN MIEGROET, A. PENNINO, Y. PRESSLER, C. DUBALL, E.C. BREVIK & C. OLSON. 2019. Women in soil science: Growing participation, emerging gaps, and the opportunities for advancement in the USA. *Soil Science Society of America Journal* 83(5):1278-1289. DOI:10.2136/sssaj2019.03.0085
- VELÁSQUEZ, M. 1998. La condición de las mujeres colombianas a fines del siglo XX. En *Nueva Historia de Colombia* 51-78. Santa fé de Bogotá: Planeta. .
- WALTERS, M. 2004. A concise history of ornithology. *Journal of the History of Biology*, 37(2):412-414.
- WERNER WASHBURNE, M., J. TREJO, R.E. ZAMBRANA, M.E. ZAVALA, A. MARTINIC, A. RIESTRA, T. DELGADO & R.L. RODRIGUEZ. 2023. Early career Latinas in STEM: Challenges and solutions. *Cell* 186(23): 4985-4991. DOI: 10.1016/j.cell.2023.10.016
- WOOLLEY, A.W., C.F. CHABRIS, A. PENTLAND, N. HASHMI & T.W. MALONE. 2010. Evidence for a collective factor in the performance of human groups. *Science* 330(6004):686-688. DOI: 10.1126/science.1193147
- YANG, Y., T.Y. TIAN, T.K. WOODRUFF, B.F. JONES, & B. UZZI. 2022. Gender-diverse teams produce more novel and higher-impact scientific ideas. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 119(36):e200841119. DOI: 10.1073/pnas.2200841119.
- ZAVALA GUILLEN, A.L. 2020. Gender based violence during fieldwork: exploring experiences and coping strategies of women researchers. Universidad de Birmingham. Birmingham, Inglaterra.

Anexo 1. Datos de publicaciones en la revista Ornitología Colombiana en sus 23 números entre los años 2003 y 2023. La información incluye el número de publicaciones y autores para cada categoría por número y año, el número y posición en la publicación como primeros y últimos autores según el género asignado.

Anexo 2. Roles editoriales y evaluadores de la revista Ornitología Colombiana entre los años 2003 y 2023 según el género asignado.

Anexo 3. Datos de presentaciones en el Congreso Colombiano de Ornitología durante las siete ediciones desde el año 2004 hasta el 2022. La información incluye el número de presentaciones y autores para cada categoría por versión del congreso, el número y posición como primer y último autor en los resúmenes de las memorias, según el género asignado.



Ornitología Colombiana

<http://asociacioncolombianadeornitologia.org/revista-ornitologia-colombiana/>

La Asociación Colombiana de Ornitología (ACO) inició actividades en 2002 con el fin de incentivar el estudio científico y la conservación de las aves de Colombia mediante la publicación de una revista, *Ornitología Colombiana*. La membresía en la Asociación está abierta a cualquier persona con interés por las aves colombianas y su conservación. Las cuotas para el 2023 son (dentro de Colombia, en pesos colombianos): \$130.000 (profesionales), \$65.000 (estudiantes con carné vigente), \$1.875.000 (miembro benefactor o vitalicio). Encuentre el proceso para afiliarse en:

<https://asociacioncolombianadeornitologia.org/afilliese/>

Contacto

Revista Ornitología Colombiana

revista@ornitologiacolombiana.com

Bogotá D.C, Colombia
Sur América

Junta Directiva 2022-2024

PRESIDENTE
Miguel Moreno-Palacios
Universidad de Ibagué

VICEPRESIDENTE
Bilma Florido
Universidad de Ibagué

SECRETARIO
Luis Germán Gómez
Universidad del Cauca

TESORERO
Carlos Alberto Peña
Bomberos Bugalagrande

VOCAL
David Ricardo Rodríguez V
Grupo de Ornitología Universidad
Pedagógica Nacional (UPN-O)

ORNITOLOGÍA COLOMBIANA

EDITOR EN JEFE
Loreta Rosselli

CO-EDITORES
F. Gary Stiles
Ronald Fernández-Gómez

EVALUADORES NÚMERO 24

Orlando Acevedo (Estados Unidos)
Elisa Bonaccorso (Ecuador)
Kristina Cockle (Argentina)
Federico Chinchilla (Costa Rica)
Alejandra Echeverry (Estados Unidos)
Nestor Fariña (Argentina)
Olga Villalba (Argentina)
Fernando González (México)
Aquiéles Gutiérrez Zamora (Colombia)
Alex Jahn (Estados Unidos)
Lia Nahomi Kajiki (Brasil)
Marco Aurelio Pizo (Brasil)
Claudia Isabel Rodríguez Flórez (México)
Jhan C. Salazar (Estados Unidos)