

Artículo original

Avifauna del interfluvio de la cuenca media Caquetá-Putumayo (Japurá-Içá), al sur de la Amazonia colombiana y su respuesta a la huella humana

Avifauna of the Caquetá-Putumayo (Japura-Içá) middle interfluvial region in the southern Colombian Amazon and its response to the human footprint

Orlando Acevedo-Charry^{1,*}, Flor Ángela Peña-Alzate^{2,4}, Jurgen Beckers³,
Mónica Cabezas⁴, Brayán Coral-Jaramillo⁵, Ottavio Janni⁶, David Ocampo⁷,
Sandra Milena Peñuela-Gomez⁸, Diego Rocha-López^{4,9}, Jacob B. Socolar¹⁰,
Zuania Colón-Piñero¹¹

¹ Asociación Colombiana de Ornitología & Colecciones Biológicas, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia

² Parque Nacional Natural La Paya, Putumayo, Colombia

³ Reserva Natural Isla Escondida, Vereda El Libano, Orito, Putumayo, Colombia

⁴ Grupo de Observadores de Aves de Leguízamo – GOAL, Leguízamo, Putumayo, Colombia

⁵ Jardín Botánico Tabanok & Fundación Kindicocha, Sibundoy, Putumayo, Colombia

⁶ Via GG D'Amore 21, 81016 Piedimonte Matese CE, Caserta, Italia

⁷ Colecciones Biológicas, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia

⁸ Parque Nacional Natural La Paya & Asociación de Veterinarios de Vida Silvestre, Colombia

⁹ Asociación Quintí, Puerto Asís, Putumayo, Colombia.

¹⁰ Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway

¹¹ Reserva Natural Los Yátaros, Gachantivá, Boyacá, Colombia; Department of Biology, University of Florida, Gainesville, FL, Estados Unidos

Citación: Acevedo-Charry O, Peña-Alzate FÁ, Beckers J, *et al.* Avifauna del interfluvio de la cuenca media Caquetá-Putumayo (Japurá-Içá), al sur de la Amazonia colombiana y su respuesta a la huella humana. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 45(174):229-249, enero-marzo de 2021. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1307>

Editor: Elizabeth Castañeda

***Correspondencia:**

Orlando Acevedo-Charry;
acevedocharry@gmail.com

Recibido: 24 de septiembre de 2020

Aceptado: 16 de diciembre de 2020

Publicado: 29 de marzo de 2021

Resumen

La frontera sur de Colombia incluye extensos bosques amazónicos con diferentes grupos taxonómicos aún inexplorados. Presentamos una lista de especies de aves registradas entre los ríos Caquetá y Putumayo, o Japurá e Içá, a partir de la recopilación de datos históricos provenientes de especímenes biológicos y muestreos en campo realizados principalmente entre 2015 y 2020. Comparamos la diversidad taxonómica y funcional, así como el interés para el aviturista, en relación con un índice de huella humana que permite clasificar el grado de intervención antrópica. La lista incluye 531 especies distribuidas en 66 familias y 25 órdenes, siendo la familia Tyrannidae la de mayor riqueza. La diversidad taxonómica y el interés para el aviturista disminuyeron con el aumento del índice de huella humana, en tanto que la diversidad funcional no varió tan evidentemente con el grado de intervención humana. El refuerzo de estrategias de monitoreo participativo en las zonas rurales de Colombia puede contribuir al crecimiento económico local y tener alcances regionales de conservación que involucren áreas protegidas y otras zonas de importancia ecosistémica a la espera del establecimiento de programas de conservación participativos.

Palabras clave: Amazonia; Aves; Colombia; Huella humana; Inventario; La Paya; Lista de especies.

Abstract

The southern border of Colombia includes extensive Amazon forests with many taxonomic groups still unexplored. We present a list of bird species recorded between the Caquetá and Putumayo rivers, or Japurá and Içá, based on a compilation of records of historical data on biological specimens and samplings done between 2015 and 2020. We compared taxonomic and functional diversity, as well as the interest for avitourism, based on a human footprint index that allows classifying the degree



Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

of human intervention. The list includes 531 species distributed in 66 families and 25 orders, where the Tyrannidae family had the greatest diversity. The taxonomic diversity and avitourism interest decreased as the human footprint index increased while the change in functional diversity was not so evident. Reinforcing participatory monitoring strategies in Colombian rural areas can support local economic growth with a regional conservation scope in protected areas or strategic ecosystems while participatory conservation programs are established.

Keywords: Amazon; Birds; Colombia; Human footprint; Inventory; La Paya; Species list.

Introducción

El contraste entre los altos niveles de biodiversidad esperada y su escasa documentación es evidente en el noroccidente de la cuenca amazónica colombiana. Salvo registros aislados (Acevedo-Charry, et al., 2018), el departamento de Putumayo cuenta con un solo trabajo de compilación enfocado a la diversidad de mamíferos (Ramírez-Chaves, et al., 2014). A esta falta de documentación se le suman las amenazas históricas y otras recientes a la biodiversidad de la región (Ruiz, et al., 2007, Armenteras, et al., 2019; Clerici, et al., 2019) que afectan ecosistemas estratégicos y las dinámicas poblacionales de diferentes especies como producto de la transformación del hábitat (Santamaría-Rivero, et al., 2016; Roque, et al., 2018). Ello ha llevado a que la región noroccidental de la Amazonia haya sido priorizada para iniciar procesos de restauración (Garzón, et al., 2020), contexto en el cual las exploraciones biológicas en estas zonas poco estudiadas y la publicación de los datos son fundamentales para el entendimiento, manejo y protección de la región.

En el 2010, la autoridad ambiental de la región (CORPOAMAZONIA) inició una serie de esfuerzos por establecer la figura de áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA) en el departamento de Putumayo (Gutiérrez-Zamora, et al., 2013). Estas iniciativas fomentaron las exploraciones ornitológicas en el Valle de Sibundoy, en la región andina del departamento (Acevedo-Charry, 2014; Acevedo-Charry & Coral-Jaramillo, 2017) y el piedemonte de la transición Andes-Amazonia en Mocoa y Villagarzón (Acevedo-Charry, et al., 2017; López-Ordóñez, et al., 2017), en las que se encontraron nuevos registros de aves para el país (*Glaucidium parkeri*; Acevedo-Charry, et al., 2015). En las llanuras amazónicas del municipio de Leguízamo, en la cuenca media del río Putumayo (Ruiz, et al., 2007), se iniciaron en el 2015 una serie de visitas para registrar la avifauna del municipio (Acevedo-Charry, et al., 2016). A partir de estas visitas, se consolidó una iniciativa de monitoreo participativo en la que las comunidades locales han liderado recientes descubrimientos (Bonilla-Castillo, et al., 2017; Peña-Alzate, et al., 2020).

Las iniciativas de ciencia participativa deben fortalecerse a nivel local con el entrenamiento constante en buenas prácticas del uso de las herramientas para un mejor desempeño en el monitoreo de la naturaleza (Pocock, et al., 2017, Kelling, et al., 2019), y un efectivo monitoreo de la biodiversidad (Neate-Clegg, et al., 2020). Los entrenamientos promueven nuevas generaciones de expertos o científicos locales que se apropian del proceso de generación de conocimiento. Esta información, acompañada de evidencia multimedia, permite confirmar identidades de especies fácilmente confundibles y conocer más a fondo aspectos de la historia natural de muchas especies (Acevedo-Charry, et al., 2020). La articulación entre el monitoreo estructurado, la colaboración con científicos locales y la revisión constante de las plataformas de ciencia participativa mejoran el conocimiento de la biodiversidad de muchos grupos en Colombia (de Roux, et al., 2019); esta colaboración es particularmente importante en áreas protegidas y en sus zonas de amortiguación (Gómez, et al., 2020, Linares-Romero, et al., 2020), en donde las observaciones de científicos locales están aportando significativamente al conocimiento y entendimiento de la biota colombiana (Peña Alzate, et al., 2020). Sumado a esto, el apoyo al desarrollo económico local mediante el aprovechamiento sostenible de su biota en actividades como el aviturismo (Ocampo-Peñuela & Winton, 2017; Winton & Ocampo-Peñuela, 2018) abre el camino a una conservación basada en el desarrollo comunitario (Şekercioğlu, 2002).

Aunque la zona es de gran interés biológico, muy pocos estudios han documentado la biodiversidad de Leguízamo en el interfluvio Caquetá-Putumayo. Estos dos ríos, que se conocen en territorio brasilero como Iça y Japurá, son los principales afluentes desde Colombia a la gran cuenca de la Amazonia. En cuanto a conservación se refiere, hay dos áreas protegidas que incluyen el municipio de Leguízamo: 1) el Parque Nacional Natural (PNN) La Paya, de 422.000 ha, el cual no tiene programas de ecoturismo y ha restringido el acceso al público, y 2) la Reserva Forestal de la Amazonia, consolidada por la Ley 2 de 1959, de 10.784 km² (SINCHI, 2012). El primer estudio sobre un grupo biológico de Leguízamo se hizo en el PNN La Paya (Polanco-Ochoa, *et al.*, 2000). Más recientemente, algunos registros incidentales han corroborado este inventario de los mamíferos en el municipio (Acevedo-Charry, *et al.*, 2018). Otros recuentos de especies de diferentes grupos taxonómicos incluyen descripciones de una especie de escarabajo (Boucher & Salazar, 2016), informes técnicos (Peñuela-Gómez, *et al.*, 2019a) y una recopilación de la biodiversidad del corredor trinacional de áreas protegidas La Paya – Cuyabeno – Güeppí Sekime (Usma, *et al.*, 2016), con una escala muy amplia cuyo inventario ornitológico se centró en el complejo lagunar Lagartococha, entre Cuyabeno y Güeppí (Naranjo, *et al.*, 2016). En sentido amplio, en ese corredor trinacional se han hecho inventarios rápidos biológicos y sociales del *Field Museum*, en particular en el interfluvio Napo-Putumayo, al sur de este último, entre la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno en Ecuador y la Zona Reservada Güeppí de Perú (Alverson, *et al.*, 2008). Por último, en abril del 2018 *Field Museum* hizo otro inventario rápido en la zona, esta vez al norte del río Caquetá (Pitman, *et al.*, 2018). Este panorama de inventarios deja el interfluvio Putumayo-Caquetá sin un compilado de registros de biodiversidad a pesar de su reciente exploración por parte de ornitólogos locales (Bonilla-Castillo, *et al.*, 2017; Peña-Alzate, *et al.*, 2020).

Presentamos una lista de los registros ornitológicos del interfluvio entre los ríos Putumayo y Caquetá, en el municipio de Leguízamo, que incluye datos del PNN La Paya. Nuestro interés es presentar una línea de base unificada para apoyar las gestiones de conservación y el manejo sostenible del territorio y su biodiversidad, de modo que puedan contribuir a futuras investigaciones sobre aves en esta zona de la Amazonia, así como a un desarrollo del turismo de naturaleza en la región. Para este fin, después de compilar la lista de especies con registros de aves analizamos su diversidad taxonómica y funcional en un gradiente de perturbación humana en la zona (Correa Ayram, *et al.*, 2020). Además, resaltamos intereses potenciales para la bioeconomía local y el aviturismo. Aspiramos, asimismo, a acordar procesos participativos con investigadores de otros grupos taxonómicos para explorar la región y compilar dicha información en aras de una buena gobernanza del territorio y el bienestar de los actores locales.

Materiales y métodos

Área de estudio y contexto histórico regional

Compilamos los registros de aves entre los ríos Caquetá (Japurá) y Putumayo (Iça) en sus cuencas medias en Colombia, entre los 00°36' N, 00°36' S y los 75°42', 74°00'41,5" O (Figura 1). Esta zona interfluvial pertenece políticamente al municipio de Leguízamo en Putumayo, departamento que, en general, se caracteriza por unidades vegetales típicas de la unidad biogeográfica del distrito Alto Putumayo y las ecorregiones de bosques húmedos del Napo, Purus Varzea e, incluso, de los bosques húmedos Solimões-Japurá (Hernández-Camacho, *et al.*, 1992, Olson, *et al.*, 2001, Ramírez-Chaves, *et al.*, 2014). El primer pueblo fue fundado en 1920 como Caucayá, en la desembocadura del río Caucayá al río Putumayo, pero fue devastado por un incendio en 1949 y trasladado al lugar que ocupa hoy. Para esa fecha se le dio el nombre de Puerto Leguízamo, pero en 1958 asciende a categoría de municipio y su nombre cambia a Leguízamo (De la Hoz, *et al.*, 2007).

Leguízamo es el municipio más grande del departamento de Putumayo, con 1.164.000 ha. Aunque la gran mayoría de su territorio contiene bosques amazónicos continuos, existen áreas afectadas histórica y recientemente por iniciativas extractivas que incluyen

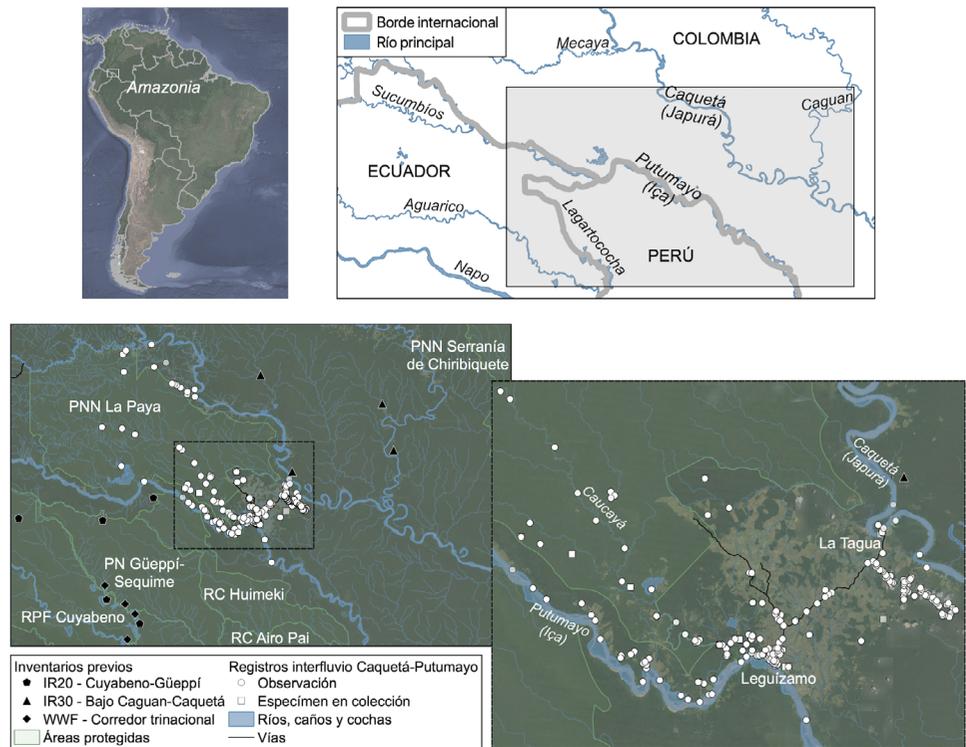


Figura 1. Mapa del área de estudio y registros de aves en el interfluvio entre los ríos Caquetá y Putumayo. Parte superior: área de estudio en Suramérica (izquierda) y las cuencas medias de los ríos mencionados (derecha). Parte inferior: detalle de los registros (izquierda), con un acercamiento o detalle particular de la zona con mayor concentración de registros (derecha). IR20: inventario rápido del *Field Museum* #20 (Alverson, et al., 2008), IR30: inventario rápido del *Field Museum* #30 (Pitman, et al., 2019), WWF: exploraciones del Fondo Mundial para la Naturaleza (Naranjo, et al., 2016)

el aprovechamiento de maderas, la cacería y el establecimiento posterior de ganadería extensiva. Dichas dinámicas han generado un cambio paisajístico en algunas zonas, estableciendo una matriz de fragmentación que corta la selva amazónica a lo largo de la vía entre el municipio de Leguizamo, sobre el río Putumayo, y el corregimiento de La Tagua, sobre el río Caquetá (Ruiz & Valencia, 2007), lo cual ha permitido el ingreso de elementos ajenos a la Amazonia que aprovechan la apertura de los bosques (Bonilla-Castillo, et al., 2017). Hacia la parte norte y occidente del municipio se documentan otras problemáticas de orden público por la presencia de grupos armados al margen de la ley, terrenos con minas antipersonales y establecimiento de cultivos ilícitos, específicamente sobre los caños Mecaya y Sencella, así como hacia la laguna de la Apaya y los centros poblados de Piñuña Negro, Piñuña Blanco, La Paya y Puerto Ospina (De la Hoz, et al., 2007). Cada uno de estos lugares ha tenido una referencia emblemática de la Amazonia de Putumayo y su representación biológica, pues han servido como localidad tipo de varios organismos, por ejemplo, *Piper putumayoense*, recolectado por primera vez en Puerto Ospina (Tropicos.org, 2020), o *Cheracebus medemi*, recolectado por primera vez en el río Mecaya (Herchkovitz, 1963).

Elaboración de la lista de aves

Para elaborar la lista de aves utilizamos registros biológicos y observaciones de campo. Realizamos una búsqueda de especímenes depositados en colecciones biológicas a partir de la infraestructura global de información de biodiversidad (*Global Biodiversity Information Facility* - GBIF), y encontramos las siguientes colecciones: colección de aves

del Instituto Humboldt (IAvH-A), *University of Michigan Museum of Zoology – Division of Birds* (UMMZ), *Los Angeles County Museum Vertebrate Collection* (LACM) y *Western Foundation of Vertebrate Zoology* (WFVZ) (GBIF, 2020). No incluimos tres de los registros por estar mal georreferenciados (del piedemonte de Putumayo) del *Museum of Vertebrate Zoology – University of California at Berkeley* (MVZ-Birds-140726 y 140707) y del *Museum of Comparative Zoology – Harvard University* (MCZ-Orn-235483). También incluimos una revisión física de la colección ornitológica del Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia (ICN) e IAvH-A.

Los registros provenientes de observaciones correspondieron a cuatro fuentes de datos: en el 2015 durante el proyecto de CORPOAMAZONIA (1), OAC hizo exploraciones ornitológicas que aportaron información preliminar (Acevedo-Charry, *et al.*, 2016) y se impartió entrenamiento de avistamiento de aves a cerca de 90 pobladores locales. Algunos de ellos (en particular FAPA, MC, DR) siguieron explorando varios lugares en Leguízamo como parte de las actividades de monitoreo participativo del Grupo de Observadores de Aves de Leguízamo (GOAL) y manteniendo una base de datos personal (2) (de FAPA y MC) que incluía registros dentro del PNN La Paya hechos conjuntamente con SMPG. Los registros dentro del PNN La Paya se enmarcaban en las acciones de prevención, vigilancia y control, investigación y monitoreo, así como de participación en eventos internacionales (*Global Big Day*, conteo de aves acuáticas) y de implementación del sistema de monitoreo de Parques Nacionales Naturales (SULA: <http://sula.parquesnacionales.gov.co>). Los observadores locales recibieron visitas esporádicas de algunos observadores de aves nacionales y extranjeros (BCJ, DR, JB, OJ) en Leguízamo (3). Estos registros fueron extraídos de la plataforma de registros ornitológicos para la ciencia participativa eBird (Sullivan, *et al.*, 2009). La plataforma eBird cuenta con un grupo de revisores a nivel nacional que intentan mantener la curaduría de los registros; para hacerlo con las observaciones provenientes de Leguízamo, OAC, DO y JBS (revisores de eBird) tuvieron especial interés en revisar cada uno de estos registros, algunas veces corrigiendo identidades con observaciones que contaban con documentación multimedia. Unificamos estos registros de eBird en una matriz que incluye datos hasta mayo del 2020 y, con el fin de no sobreestimar los registros, las listas compartidas (varios observadores en una sola jornada) se ajustaron a una sola con la función `read_ebd` del paquete `auk` en R (Strimas-Mackey, *et al.*, 2018) y eliminamos los registros duplicados. Por último, en el 2019 JBS estableció puntos de conteo en bosques y potreros dentro de un proyecto de colaboración entre el Instituto Humboldt y la *Norwegian University of Life Science* en Leguízamo (4). No incluimos en el total de especies aquellos registros identificados hasta género o en los que había dudas entre dos especies (con excepción de *Empidonax traillii/alnorum* como se verá más adelante).

La mayoría de los registros a partir de observaciones surgieron de jornadas específicas y oportunistas de registro de las aves en diferentes hábitats de Leguízamo, durante caminatas en senderos, desplazamientos por río, registros incidentales o puntos estacionales. En el 2015 se complementaron los muestreos con la captura de aves usando 5 a 10 redes de niebla de 12 m, que se abrían esporádicamente en horas de la mañana (05:30 a 11:00) cuando el estado del tiempo lo permitía. Asimismo, cuando fue posible recolectamos aves y las depositamos principalmente en el ICN, aunque también en el IAvH-A.

Todas las aves se identificaron hasta el nivel de especie usando guías de referencia en campo (Hilty & Brown, 1986, Ayerbe-Quiñones, 2018). La taxonomía se actualizó con la versión 1.3 del 7 de febrero de 2020 de la Asociación Colombiana de Ornitología (ACO, 2020), la cual sigue fundamentalmente a Avendaño, *et al.* (2017) con algunos ajustes sugeridos por Remsen, *et al.* (2020). Por ejemplo, aunque *Vireo olivaceus* es claramente un grupo polifilético (Slager, *et al.*, 2014) y su ajuste taxonómico ha sido sugerido en otros comités de clasificación como el norteamericano, aún no hay un consenso taxonómico en el comité suramericano de clasificación de aves (Remsen, *et al.*, 2020), por ello, al no tener certeza de haber registrado individuos migratorios boreales o residentes, en nuestros registros tratamos esta especie como *Vireo olivaceus* (*sensu*

lato aff. *chivi*). Los registros de las especies migratorias boreales *Empidonax traillii* y *E. alnorum* fueron consolidados en *E. traillii/alnorum*, dadas las dificultades de identificación en campo durante su migración, incluso en el caso de observadores experimentados (A. Bartels & N. Bayly, com. pers.).

Análisis del efecto de la huella humana

Debido a que la mayoría de los registros se concentraban entre el 2015 y el 2020, asignamos un valor de índice de huella humana (IHH) a cada punto de registro, estimando el promedio entre la evaluación espacio-temporal en Colombia en el 2015 (Correa Ayram, et al., 2020) y el 2018 (Correa Ayram, en preparación). Los valores del IHH se expresan en una escala entre 0 y 100, considerando un valor 0 para las áreas naturales y 100 para las áreas con máxima intervención humana.

Utilizando solo los datos de las observaciones, hicimos una curva de rarefacción para cuatro rangos del IHH para evaluar la representatividad de muestreo en cada rango de valor de la huella humana y así poder comparar con esa variable. Los rangos se escogieron para lugares con muy poca huella humana (IHH: <21), poca a media (IHH: 21-41), media a alta (IHH: 41-62) y alta (IHH: >62). Tomamos la decisión de contrastar rangos a manera de categorías del IHH, pues los registros no contaban con una unidad de muestreo constante (duración o distancia). Las rarefacciones se basaron en el número de individuos observados como interpolación dentro de cada rango del IHH, extrapolando hasta 20.000 individuos con 100 iteraciones de remuestreo por *bootstrap* a partir de los números de Hill $q=0$, $q=1$ y $q=2$ (Chao, et al., 2014). Cuando $q=0$, la diversidad de especies se expresó como riqueza de especies no sensible a la abundancia. Por su parte, cuando $q=1$, la diversidad se expresó en el valor exponencial del índice de Shannon, representando las especies comunes en el muestreo. Por último, cuando $q=2$, la diversidad se expresó en el inverso del índice de Simpson, representando las especies dominantes y que proporcionalmente contribuyen más a la diversidad. Debido a que podrían generar ruido en los análisis, no usamos especímenes de las colecciones ni de capturas, pues este tipo de información no incluye metodologías con sustento cuantitativo en nuestros datos, aunque sí se usaron para complementar el listado general.

Abundancias relativas

Desarrollamos un índice de abundancia relativa (*IAR*) que incluye la razón de abundancia (posible dominancia) y la razón de los días de registro (posible frecuencia de registros relacionada con la probabilidad de detección) de cada especie en los cuatro rangos del IHH. El índice se expresó con la ecuación (1):

$$IAR = \frac{(n_i/n_k) + (t_i/t_k)}{2} \quad (1),$$

donde n_i representa el número de individuos total reportados para la especie i , n_k el número de individuos total reportado para la especie más abundante k , t_i el número de días de registro de la especie i , y t_k el número de días de registro de la especie con más días de registros k en cada rango del IHH. A partir del *IAR* se hizo una curva de abundancia de rango para los cuatro rangos del IHH y contrastamos sus pendientes por medio de un análisis de varianza de dos vías (ANOVA) de los modelos lineales de la fórmula $\log_{10}(IAR) \sim \text{Especie} + \text{RangoIHH}$.

Análisis de recambio de especies

Evaluamos nuestra lista en los cuatro rangos del IHH en cuanto a los patrones de posible recambio de diversidad taxonómica, así como la posible pérdida de diversidad funcional en el gradiente de la huella humana del interfluvio Putumayo-Caquetá. El potencial recambio entre los listados de los cuatro rangos del IHH se evaluó utilizando el índice de disimilitud de Jaccard con el paquete *vegan* de R (Oksanen, et al., 2019): cuanto más altos los valores del índice de Jaccard, más alto el recambio o mayor la disimilitud (Jaccard, 1912). Para la diversidad funcional usamos la base de datos global de rasgos de Elton (Willman, et al., 2014), particularmente el estrato de forrajeo, la masa y la categoría de dieta de cada

especie, y contrastamos mediante un análisis de varianza de modelo lineal generalizado (GLM) que vinculaba la variable de respuesta (valor del rasgo) con el factor fijo de rangos del IHH (cuatro grupos). Cada GLM de los rasgos funcionales del estrato de forrajeo se vinculó con la función de enlace de distribución binomial, pero transformando la escala del valor del rasgo al dividir en 100 (de 0-100 a 0-1); el valor de masa se vinculó con la función del enlace de distribución gamma debido a la distribución de los datos (los modelos se seleccionaron al comparar los valores del criterio de información de Akaike, AIC, entre diferentes modelos). La masa de las especies en cada categoría de dieta también se vinculó con la función del enlace de distribución gamma. El GLM del número de especies de cada categoría de dieta se vinculó con la función del enlace de la distribución de Poisson. Para determinar las diferencias entre rangos, usamos una prueba *post-hoc* de comparación múltiple de Tukey.

Dado que varios de los registros en Leguízamo provenían de actividades de aviturismo, también evaluamos la diversidad de aves en relación con este importante componente de la conservación ambiental actual (Şekerciöglu, 2002). Asignamos a cada especie la categoría de amenaza global de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y la categoría de amenaza nacional de los Libros rojos de Colombia (Renjifo, *et al.*, 2014, 2016). Es posible que la región amazónica no contenga muchas “aves de alto valor” para aviturismo (es decir, endémicos y amenazados) en comparación con la región andina y sus estribaciones (Ocampo-Peñuela & Winton, 2017), así que realizamos un análisis más amplio considerando otros factores en el segmento de posibles visitantes en escenarios de aviturismo. Incluimos el interés de cada especie reportada dentro de cuatro categorías de posibles visitantes: 1) ocasional: con poco interés específico por las aves, pocas destrezas para identificarlas, pero vocación y admiración por la actividad como pasatiempo dentro de planes ecoturísticos generales; 2) interesado: similar al ocasional, pero con un poco más de destrezas e interés particular por las aves y la actividad; 3) entusiasta: con mucho interés por las aves y la posibilidad de hacer viajes exclusivos para observarlas, aunque sus destrezas son menos agudas que las del siguiente grupo, lo cual lo hace menos exigentes, y 4) avanzado: son aquellos avituristas experimentados, con actitud coleccionista, que destinan menos tiempo en el campo, pues buscan principalmente especies raras y difíciles de ver. Comparamos las especies estimadas para cada categoría de aviturista con los cuatro rangos del IHH mediante una prueba de ji al cuadrado.

Resultados

Detectamos registros de 531 especies de aves de 66 familias y 25 órdenes en el interfluvio entre los ríos Caquetá y Putumayo a la altura media de la cuenca en Colombia (Tabla 1S, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1307/2962>). Las cuatro familias con mayor número de especies pertenecen al orden más diverso de aves, Passeriformes (283 especies), y fueron Tyrannidae (61), Thamnophilidae (49), Thraupidae (44) y Furnariidae (33). De las 531 especies reportadas, hay 17 con algún riesgo de amenaza a nivel nacional o internacional (Tabla 1).

Compilamos 18.203 registros de 69.899 individuos de aves entre los años 1947 y 2020 (Figura 2). El mayor número de registros provino de observaciones, con 17.986 registros de 69.682 individuos para 524 especies entre el 2015 y 2020 (Figura 2). El primer registro de aves de Leguízamo provino de colecciones biológicas en 1947 (*Laterallus exilis*, ICN-01317). Luego hubo poca representación de este tipo de información, que en general ha recibido mucho menos atención que las observaciones recientes (127 especímenes *Vs.* 17.986 observaciones). Determinamos cinco años principales de registros por especímenes biológicos: el 2015 con 41 especímenes durante el proyecto de CORPOAMAZONÍA depositados en ICN; 1994, con 23 especímenes de William Piragua recolectados durante una expedición de la Fundación Natura al PNN La Paya (la misma expedición reportada por Polanco-Ochoa, *et al.*, 2000, pero sin datos publicados para aves) y depositados en el ICN; 1968, con 19 especímenes, y 1969 y 1973 con 10 especímenes. En estos tres años los

Tabla 1. Relación de especies con riesgo de amenaza a nivel internacional (IUCN) y nacional (Libros rojos) registradas en el interfluvio Caquetá-Putumayo en Leguízamo, Putumayo, Colombia

Orden	Familia	Especie	IUCN	Libros rojos
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamus tao</i>	VU	No evaluado
		<i>Tinamus major</i>	NT	No evaluado
		<i>Tinamus guttatus</i>	NT	No evaluado
Galliformes	Odontophoridae	<i>Odontophorus gujanensis</i>	NT	No evaluado
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	VU	No evaluado
Gruiformes	Psophiidae	<i>Psophia crepitans</i>	NT	No evaluado
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris subruficollis</i>	NT	No evaluado
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Agamia agami</i>	VU	No evaluado
		<i>Zebrilus undulatus</i>	NT	No evaluado
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Harpia harpyja</i>	NT	NT
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	VU	No evaluado
	Picidae	<i>Celeus torquatus</i>	NT	No evaluado
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Touit huetii</i>	VU	No evaluado
		<i>Pyrilia barrabandi</i>	NT	No evaluado
		<i>Amazona festiva</i>	NT	No evaluado
		<i>Amazona farinosa</i>	NT	No evaluado
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus praecox</i>	NT	No evaluado

NT: casi amenazado, VU: vulnerable

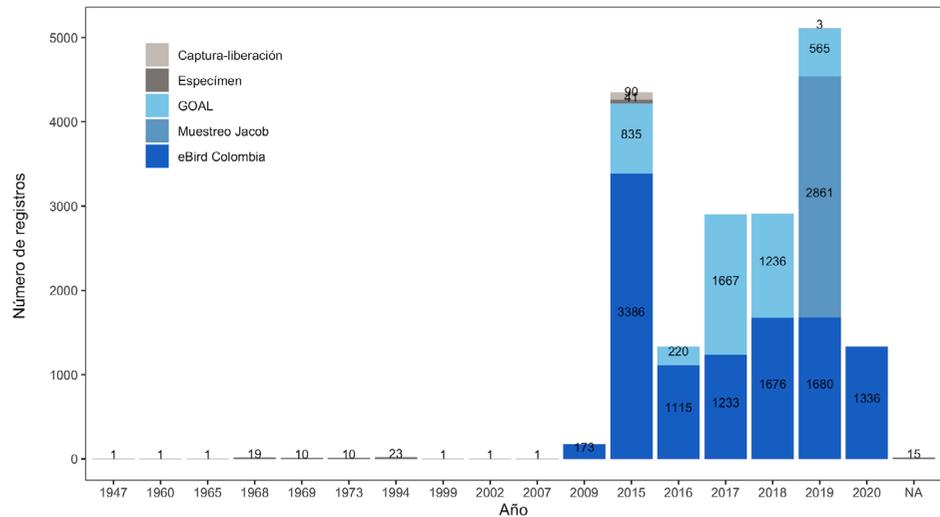


Figura 2. Historia de registros de aves en el interfluvio Caquetá-Putumayo en Leguízamo. Los números en cada barra indican el número total de registros por año y el color, el tipo de registro; las observaciones incluyen aquellas hechas por el Grupo de Observadores de Aves de Leguízamo (GOAL), eBird Colombia y puntos de conteo de JBS. NA: especímenes sin año de registro

especímenes se registraron principalmente en las expediciones de Cornelis J. Marinkelle, Jorge Morales, Carlos Chaparro, Hernando Chiriví y Jorge Mora, y se depositaron en varios museos (IAvH-A, UMMZ, LACM, WFVZ). No se consignó la información sobre el año de recolección de 15 especímenes, la mayoría proveniente de la localidad Quebrada La Nutria en el PNN La Paya, territorio indígena Siona, cabildo Bajo Casacunte (coordenadas

aproximadas 0°07'45" S y 75°01'12" O). Los especímenes del 2015 provinieron de capturas esporádicas con redes de niebla, las cuales acumularon 90 registros con la subsecuente liberación. Corroboramos la identidad de individuos de *Neopipo cinnamomea* (IAvH-A-15306), *Pteroglossus azara* (IAvH-A-1529) y dos individuos de *Forpus xanthopterygius* (WFVZ-23062, WFVZ-23063) que estaban en el GBIF como *Forpus conspicillatus*, especie poco probable incluso en Leguízamo (**Figura 1S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1307/2958>). Cinco de las especies se registraron con un único espécimen: *Picumnus rufivertex* (ICN-32183), *Sclerurus caudacutus* (ICN-32181), *Grallaria guatimalensis* (ICN-33287), *Terenotriccus erythrurus* (ICN-32182) y *Sporophila minuta* (UMMZ-216542), todas de interior de bosque y muchas veces difíciles de registrar, excepto *S. minuta*, cuya identidad podría haberse confundido con *Sporophila castaneiventris*, muy común en las áreas abiertas de Leguízamo.

Las observaciones se hicieron en lugares con diferentes valores de IHH (**Figura 3A**). El porcentaje de diversidad de riqueza de especies ($q=0$) reportado comparado con lo estimado osciló entre el 70 % en lugares con mayor IHH y 80 a 90 % en lugares con menor IHH (**Figura 3B**), con una mayor riqueza en los lugares menos intervenidos y menor en los más intervenidos. Las rarefacciones permitieron evidenciar que la distribución gradual de mayor diversidad en lugares con poco IHH (menos intervenidos) a lugares con mas IHH (mas intervenidos) se mantenía tanto para especies comunes ($q=1$; **Figura 3C**) como para especies dominantes ($q=2$; **Figura 3D**).

Complementariamente, nuestra clasificación por abundancia relativa permitió ratificar la menor diversidad en lugares con mayor IHH (**Figura 4A**). Las tres especies dominantes en los lugares más naturales (IHH: <21) fueron *Psarocolius angustifrons*, *Cacicus cela* y *Ramphastos tucanus*, en tanto que en el siguiente rango (IHH: 21-41) fueron *P. angustifrons*, *Coragyps atratus* y *C. cela*. En el rango de transformación intermedia a alta (IHH: 41-62) las especies más abundantes fueron *C. atratus*, *P. angustifrons* y *Crotophaga ani*.

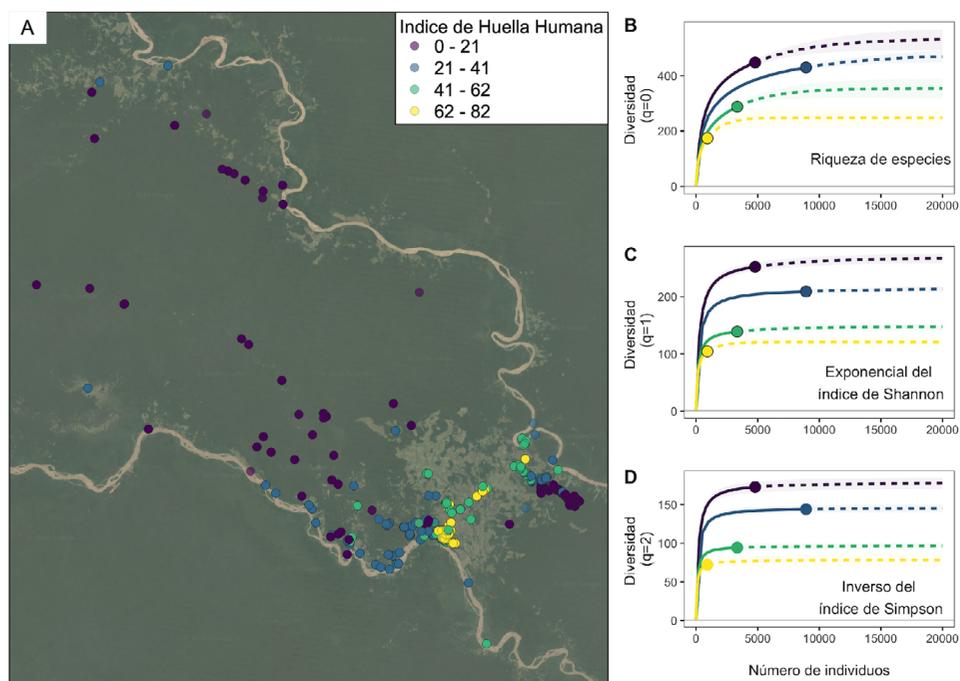


Figura 3. Relación de registros de aves en Leguízamo con índice de huella humana - IHH (A). Curvas de rarefacción de diversidad usando números de Hill basadas en números de individuos observados en cuatro rangos de IHH. Nótese las diferencias en el eje Y. Diversidad expresada como $q=0$ (B), $q=1$ (C) y $q=2$ (D). La línea continua representa los datos interpolados (diversidad observada) y la línea punteada, la extrapolación (diversidad esperada)

Por último, en los lugares con mayor huella humana (IHH: >62) dominaron las especies *Graydidascalus brachyurus*, *Amazona amazonica* y *C. atratus*. Por otro lado, 65 especies reportaron un *IAR* bajo (0,004), todas registradas en un solo día con entre uno y siete individuos (*Berlepschia rikeri*, *Heterocercus aurantiivertex*). Las pendientes de las curvas de abundancia de rango (Figura 4A) fueron diferentes para todas las combinaciones ($F_{1,3} = 796,82$, $p < 0,001$), excepto en lugares más naturales (IHH: <21) y lugares con valor del IHH medio a bajo (IHH: 21-41; Figura 2S, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1307/2958>); es decir que los lugares más naturales en esos dos rangos del IHH tienen una comunidad más equitativa que aquellos con mayor intervención humana y rangos de

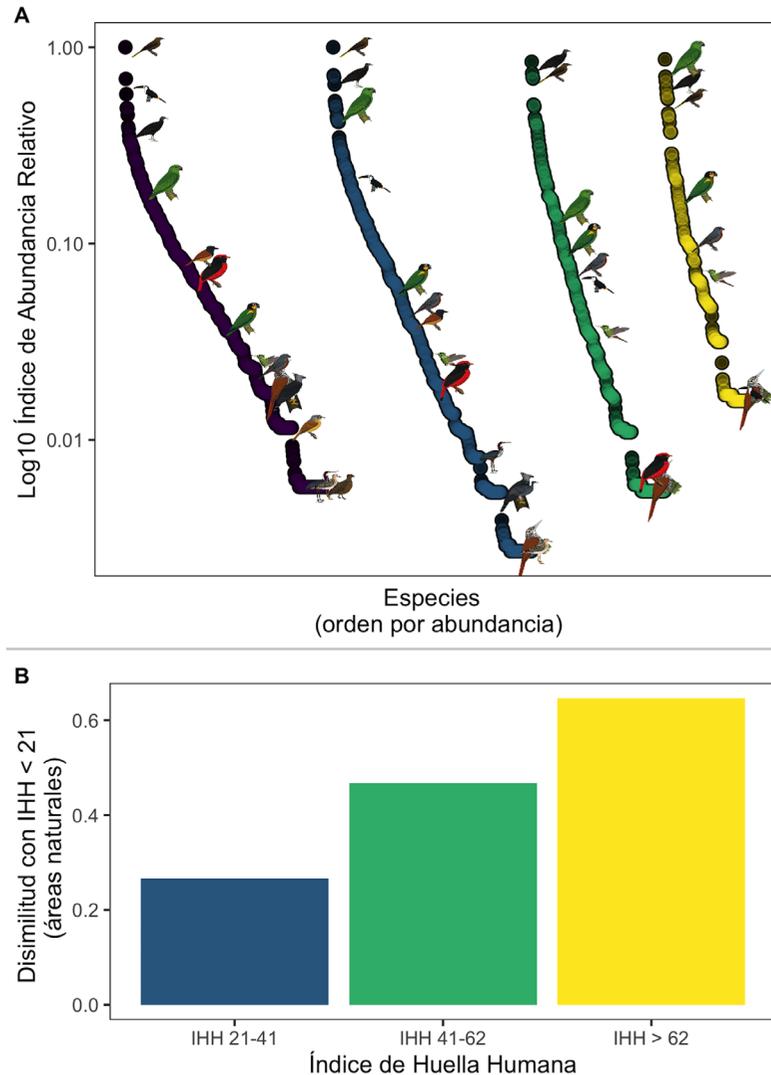


Figura 4. A) Curva de abundancia de rango con base en el logaritmo de base 10 de la abundancia relativa (*IAR*), considerando número de individuos y días de registro. Los colores en los cuatro paneles corresponden a los cuatro rangos del índice de huella humana (IHH) donde se registraron aves en Leguizamo, Putumayo. Las ilustraciones de Fernando Ayerbe-Quiñones© (no están a escala) muestran algunas especies representativas: *Psarocolius angustifrons*, *Ramphastos tucanus*, *Coragyps atratus*, *Graydidascalus brachyurus*, *Thamnophilus praecox* (hembra), *Phoenicircus nigricollis* (macho), *Pyrilia barrabandi*, *Lophornis chalybeus* (macho), *Sporophila castaneiventris* (macho), *Berlepschia rikeri*, *Harpia harpyja*, *Neopipo cinnamomeus*, *Agamia agami*, *Calidris subruficollis*, *Odontophorus gujanensis* y *Tinamus tao*. **B)** Disimilitud de Jaccard desde áreas naturales a áreas más intervenidas; los mayores valores de disimilitud asumen un mayor recambio

IHH más altos. En la curva de abundancia de rango fue evidente que algunas especies con altos valores de abundancia en áreas más naturales son poco abundantes en áreas más intervenidas (e.g., *Ramphastos tucanus*) o, inclusive, han desaparecido en estas últimas (e.g., *Phoenicircus nigricollis*). También hay especies que muestran el patrón contrario, es decir, fueron poco abundantes en áreas naturales y aumentaron con la intervención humana (e.g., *S. castaneiventris*, *Lophornis chalybeus* o *Pyrrhuloxia barrabandi*). La diferencia en composición fue evidente al comparar la disimilitud de los lugares en áreas naturales (IHH: <21) con otras áreas usando el índice de Jaccard (**Figura 4B**). La disimilitud fue aumentando de áreas con intervención poca a media (IHH: 21-41; 0,27) a aquellas con intervención media a alta (IHH: 41-62; 0,47) hasta las de más alta intervención (IHH: >62; 0,65). Es decir, además de perder especies y ser dominadas por unas pocas (**Figuras 3 y 4A**), las áreas con mayor intervención humana en el interfluvio Caquetá-Putumayo presentaban una composición diferente en más de un 60 % que las áreas naturales.

Los rasgos funcionales del estrato de forrajeo de las aves del interfluvio Caquetá-Putumayo no variaron significativamente entre los rangos del IHH ($F_{1,3} = 0,528$, $p = 0,663$; **Figura 5A**). Aunque las masas corporales mayores tienden a desaparecer en áreas más intervenidas, dicha diferencia tampoco fue significativa ($F_{1,3} = 0,913$, $p = 0,434$; **Figura 5A**). El número de especies de cada grupo de dieta en los diferentes rangos del IHH disminuyó significativamente desde las áreas naturales a los sitios más intervenidos ($F_{1,3} = 4,005$, $p = 0,034$; **Figura 5B**), con particular diferencia entre los rangos de intervención humana más contrastantes (IHH: <21 Vs. IHH: >62; **Figura 3S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1307/2958>). De hecho, el número de especies fue diferente también entre los grupos de dieta ($F_{1,4} = 15,735$, $p < 0,001$; **Figura 5B**), con diferencias marcadas en el número de especies de aves que se alimentan de invertebrados (**Figura 3S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1307/2958>). La tendencia hacia la disminución gradual fue evidente en frugívoros y nectarívoros, aves que consumen invertebrados y omnívoros; por su parte, las aves que consumen plantas y semillas, al igual que las

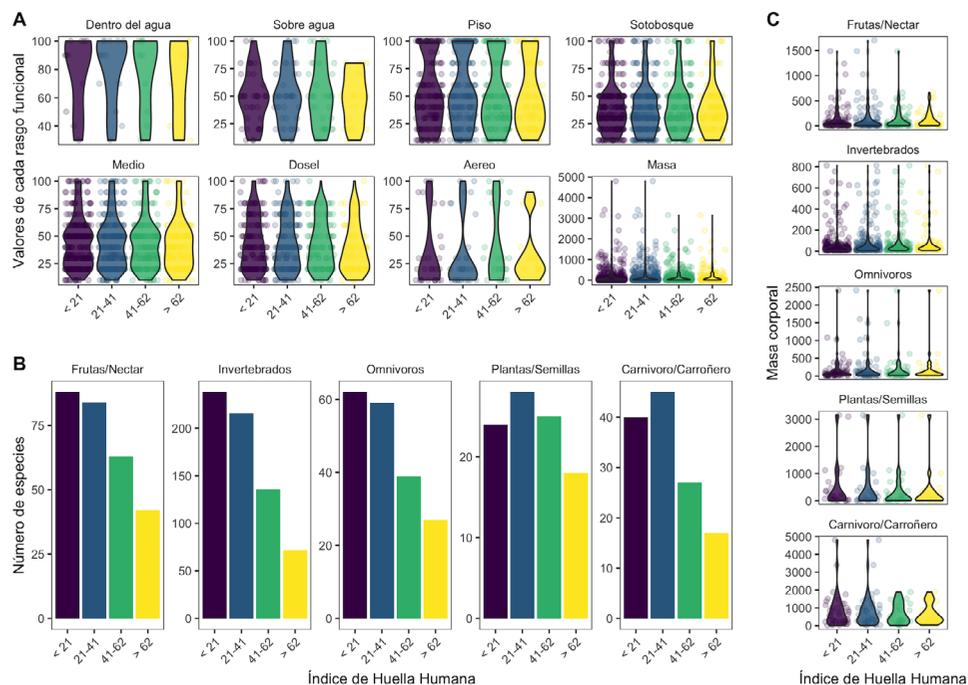


Figura 5. Aspectos de diversidad funcional con relación al índice de huella humana en áreas donde se registraron aves en Leguizamo, Putumayo. **A)** Estratos de forrajeo y masas corporales de las aves registradas. **B)** Número de especies de cinco categorías tróficas. **C)** Detalle de las masas corporales de las aves en las cinco categorías tróficas

carnívoras y carroñeras, tuvieron un pico de riqueza de especies en las áreas con alteración intermedia. La masa corporal de las especies fue diferente entre las categorías de dietas ($F_{1,3} = 100,227$, $p < 0,001$; **Figura 5C**), con excepción de las comparaciones entre omnívoras y semilleras y frugívoras-nectarívoras y consumidoras de invertebrados, siendo las aves más grandes carnívoras o carroñeras y las más pequeñas las que se alimentan de invertebrados. Los valores de masa, aunque pareciera haber una pérdida de los valores más altos en los carnívoros-carroñeros y los frugívoros-nectarívoros, no variaron significativamente entre los rangos de huella humana ($F_{1,3} = 1,183$, $p = 0,315$; **Figura 5C**; **Figura 4S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1307/2958>).

Encontramos una asociación entre el número de especies en cada rango de intervención humana y los cuatro tipos de avituristas considerados (**Tabla 2**). El mayor número de especies de interés se concentró en los rangos de menor intervención humana (IHH: <21 e IHH: 21-41). El número de especies únicas para los rangos de intervención fue drásticamente menor para los diferentes tipos de avituristas en los lugares con mayor intervención humana. La prueba de ji al cuadrado permitió detectar una discrepancia entre los valores esperados y los observados para cada tipo de aviturista ($\chi^2 = 41,384$; $df = 9$; $p < 0,001$). Basado en sus residuales, encontramos que el número de especies que despiertan interés en avituristas avanzados es mayor de lo esperado en el rango de IHH <21 (áreas naturales) y menor de lo esperado para los rangos de mayor alteración antrópica (IHH: 41-62 e IHH: > 62).

Discusión

Los efectos de la presión de los cambios antrópicos en la diversidad tropical aún no se conocen en su totalidad. En este estudio evaluamos la diversidad de aves del interfluvio Caquetá-Putumayo en su cuenca media, al sur de Colombia, mediante una matriz de intervención antrópica variable elaborada con base en el índice de huella humana para el país (**Correa-Ayram, et al., 2020**). El inventario se hizo a partir de combinaciones de métodos que incluyeron la aproximación a un programa de monitoreo participativo durante aproximadamente 5 años de apoyo a iniciativas de ciencia participativa a nivel local (**Neate-Clegg, et al., 2020**) y estrategias de manejo del área protegida PNN La Paya. La avifauna dentro de este interfluvio es muy diversa, con 531 especies registradas, y los mayores valores de diversidad taxonómica y de composición se encontraron en los lugares más naturales. Como se ha reportado ampliamente en la Amazonia, el recambio de diversidad funcional no fue tan evidente como el recambio taxonómico (**Fluck, et al., 2020**), pero la reducción de especies en los puntos de mayor intervención humana sí lo fue. El hecho de que la diversidad funcional no cambiara drásticamente evidenció una posible redundancia ecológica representativa de lugares altamente diversos (**Loiselle, et al., 2007**). En general, el actual inventario entre los ríos Caquetá y Putumayo incluye más especies que otros realizados al sur, en el interfluvio Putumayo-Aguarico (**Alverson, et al., 2008**; **Naranjo, et al., 2016**) o al norte, en el interfluvio Caguán-Caquetá (**Pitman, et al., 2018**). Además, aunque el interés de los diferentes tipos de avituristas se centra en los lugares

Tabla 2. Estimación del número de especies con interés para cuatro posibles tipos de avituristas en cuatro rangos de áreas con índice de huella humana (IHH) diferencial. Entre paréntesis aparece el número de especies únicas

Tipo de aviturista	IHH < 21	IHH 21-41	IHH 41-62	IHH > 62	Total
Ocasional	237 (21)	242 (18)	164 (2)	106 (2)	273 (9)
Interesado	378 (50)	364 (29)	244 (7)	147 (4)	435 (6)
Entusiasta	408 (71)	376 (32)	241 (8)	140 (4)	468 (35) ^a
Avanzado	212 (61)	172 (22)	74 (2)	29 (2)	244 (0) ^a

^aEstos dos grupos de avituristas compartieron 49 especies únicas entre ellos.

menos intervenidos, la diversidad en zonas perturbadas permite desarrollar recorridos recreativos en el marco de iniciativas de aprovechamiento sostenible de la avifauna del interfluvio Caquetá-Putumayo.

A pesar de la gran diversidad reportada en nuestro estudio, algunas especies características de la región occidental de la Amazonia no reportadas en la zona de estudio podrían seguir sumándose a las ya enumeradas en el interfluvio Caquetá-Putumayo (*Celeus spectabilis*, *Epinecrophylla ornata*, *Hemitriccus iohannis*). Además, con los nuevos hallazgos registrados para el país en esta zona (*Thamnophilus praecox*, *H. aurantiivertex*) (Peña-Alzate, et al., 2020), no sería sorprendente encontrar más especies nuevas (*Oneillornis lunulatus*, *Conopophaga peruviana*). De hecho, en la información suplementaria (Apéndice) incluimos un detallado recuento de especies novedosas o de interés particular en nuestra área de estudio (Tabla 3). Algunos ejemplos serían las especies de áreas abiertas que pudieran propagarse hacia el sureste en la Amazonia de Ecuador y Perú desde los llanos de la Orinoquia colombiana (*Eudocimus* spp, *Syrigma sibilatrix*, *Mustelirallus albicollis*) (Bonilla, et al., 2017). Asimismo, hay algunas especies amazónicas con pocos registros o no registradas en el norte de Perú o Ecuador (*Myrmotherula ambigua*, *Conirostrum speciosum*, *Ramphotrigon megacephalum*), poco conocidas aún en Colombia (*Touit huetii*, *Th. praecox*, *Mazaria propinqua*, *Tolmomyias traylori*), y algunas cuya delimitación biogeográfica y taxonómica sigue en discusión o requiere estudios más detallados (*Hypocnemis flavescens*, *Tolmomyias sulphurescens*, *Xiphorhynchus ocellatus*). La avifauna especialista de bosques de suelos pobres amazónicos (*Nyctibius bracteatus*) (Borges, et al., 2016) pareciera extenderse más ampliamente al noroccidente de la Amazonia de lo esperado (Álvarez-Alonso & Whitney, 2003; Vásquez-Arévalo, et al., 2020). Dados los recientes hallazgos en la avifauna del noroccidente de la Amazonia, es relevante explorar de nuevo las delimitaciones biogeográficas de las áreas de endemismos y estudiar más en detalle el efecto de los ríos en el mantenimiento y recambio de biodiversidad en la Amazonia colombiana (Janni, et al., 2018; Fluck, et al., 2020; Peña-Alzate, et al., 2020).

Aunque la hipótesis de que los ríos funcionan como barreras biogeográficas ha sido ampliamente explorada para explicar la distribución de aves en la Amazonia (Cracraft, 1985; Ribas, et al., 2012), así como el mantenimiento de su biodiversidad (Naka & Brumfield, 2018), recientemente se han considerado otros elementos geográficos y climáticos para estudiar este patrón (Oliveira, et al., 2017; Fluck, et al., 2020). El noroccidente de la Amazonia es uno de los puntos con menor exploración y, por consiguiente, de mayor prioridad para la exploración biológica (Janni, et al., 2018; Pitman, et al., 2018). Al comparar nuestro inventario del interfluvio Caquetá-Putumayo con otros recientes cercanos al sur del río Putumayo (Alverson, et al., 2008; Naranjo, et al., 2016) y al norte del río Caquetá (Pitman, et al., 2018), se evidenció una similitud muy cercana con los inventarios rápidos de Cuyabeno-Güepí y Bajo Caguán-Caquetá (Tabla 4), lo que se refleja en el gran número de especies compartidas (más de 350). Un total de 76 especies reportadas en nuestro sitio de estudio no habían sido reportadas por los inventarios previos consultados. Nuestros resultados resaltan la necesidad de articulación para la gestión y conservación en la zona de Cuyabeno-Güepí hacia el norte (Usma, et al., 2016) e, incluso, hasta el PNN Serranía de Chiribiquete (Álvarez-Reboyedo, et al., 2003; Stiles & Naranjo, 2017).

Específicamente en la principal área de conservación del interfluvio Caquetá-Putumayo, el PNN La Paya, rastreamos 2.142 registros de 364 especies (Tabla 2S, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1307/2963>). Así, la consolidación de los registros de aves del PNN La Paya representa una importante oportunidad de gestión y una primera aproximación a un inventario real de este componente de la biodiversidad dentro de esta área protegida desde su declaración como tal en 1984. La falta de información de línea de base en el PNN La Paya es una de las situaciones que debe superarse para fortalecer su manejo (Peñuela-Gómez, et al., 2019a, 2019b; PNN La Paya, 2019). Algunos de los principales desafíos en las áreas protegidas son el fortalecimiento de la articulación

Tabla 3. Especies de aves de interés particular en el interfluvio de la cuenca media Caquetá-Putumayo (Japurá-Içá) al sur de la Amazonia colombiana (ver detalles en el Apéndice)

Especie	Interés por	Especie	Interés por
<i>Tinamus tao</i>	4	<i>Sciaphylax castanea</i>	5
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	7	<i>Xiphorhynchus ocellatus</i>	8
<i>Tachybaptus dominicus</i>	4	<i>Campylorhamphus (trochilirostris)</i>	4
<i>Columbina minuta</i>	1	<i>Mazaria propinqua</i>	6
<i>Nyctibius bracteatus</i>	4, 5	<i>Heterocercus aurantiivertex</i>	4, 5
<i>Chordeiles nacunda</i>	4	<i>Neopipo cinnamomea</i>	5
<i>Avocettula recurvirostris</i>	2	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	8
<i>Chrysuronia versicolor</i>	1	<i>Tolmomyias traylori</i>	6
<i>Chlorestes cyanus</i>	4	<i>Hemitriccus striaticollis</i>	1
<i>Aramus guarauna</i>	4	<i>Poecilatriccus calopterus</i>	6
<i>Mustelirallus albicollis</i>	1	<i>Elaenia flavogaster</i>	1
<i>Porzana carolina</i>	3	<i>Attila citriniventris</i>	5
<i>Vanellus chilensis</i>	1	<i>Ramphotrigon megacephalum</i>	4
<i>Gallinago (paraguaiae)</i>	4	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	1
<i>Syrigma sibilatrix</i>	1	<i>Conopias parvus</i>	5
<i>Eudocimus albus</i>	1	<i>Tyrannus albogularis</i>	6
<i>Eudocimus ruber</i>	1	<i>Fluvicola pica</i>	1
<i>Phimosus infuscatus</i>	1	<i>Progne subis</i>	7
<i>Platalea ajaja</i>	4	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	7
<i>Cathartes burrovianus</i>	1	<i>Mimus gilvus</i>	1
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	1	<i>Sturnella magna</i>	1
<i>Pseudastur albicollis</i>	7	<i>Leistes militaris</i>	1
<i>Caracara cheriway</i>	1	<i>Cacicus sclateri</i>	4
<i>Touit huetii</i>	6	<i>Geothlypis philadelphia</i>	3
<i>Amazona festiva</i>	6	<i>Setophaga striata</i>	3
<i>Thamnophilus praecox</i>	2	<i>Conirostrum speciosum</i>	4
<i>Megastictus margaritatus</i>	5	<i>Sicalis flaveola</i>	1
<i>Myrmotherula ambigua</i>	2, 5	<i>Loriotus luctuosus</i>	4
<i>(Myrmotherula sunensis)</i>	2	<i>Dacnis albiventris</i>	5
<i>Microrhophias quixensis</i>	7	<i>(Sporophila minuta)</i>	1
<i>Hypocnemis flavescens</i>	2	<i>Sporophila crassirostris</i>	7
<i>Hypocnemis hypoxantha</i>	5	<i>Sporophila nigricollis</i>	1
<i>Myrmoborus leucophrys</i>	4	<i>Schistochlamys melanopsis</i>	1

1: de áreas abiertas ampliando hacia el sureste de la Amazonia; 2: amazónicas que tienen muy pocos registros en Perú; 3: migrantes boreales con pocos registros en Perú; 4: amazónicas con poblaciones peruanas, pero sin poblaciones conocidas al norte de Amazonia peruana; 5: especialistas de suelos pobres; 6: poco conocidas en Colombia; 7: poco conocidas en la Amazonia colombo-peruana; 8: de interés taxonómico. Los nombres entre paréntesis requieren futuro estudio de confirmación.

estratégica, en énfasis de la gestión en la planificación y el manejo a nivel de paisaje, así como la búsqueda de oportunidades y estrategias que contribuyan al mantenimiento de los procesos ecológicos (Hurtado, et al., 2013). Nuestros resultados proyectan un amplio abanico de oportunidades para el establecimiento de procesos que favorezcan los objetivos y prioridades de conservación del PNN La Paya y ofrezcan medios de vida a las

Tabla 4. Comparación de similitudes de Jaccard entre diferentes sitios al noroccidente de la Amazonia. El presente inventario es del interfluvio Caquetá-Putumayo. Arriba de la diagonal: similitud de Jaccard (1-disimilitud Jaccard), va de 0 (no similitud) a 1 (mucho similitud). Debajo de la diagonal: número de especies en común entre pares de sitios

	Caquetá-Putumayo	IR20 ^a	Lagartococha ^b	IR30 ^c
Caquetá-Putumayo	---	0,68	0,40	0,64
IR20	391	---	0,48	0,70
Lagartococha	222	222	---	0,48
IR30	365	347	210	---
No. Especies	531	437	245	407

^a IR20: inventario rápido del *Field Museum* #20 (Alverson, *et al.*, 2008); ^b Lagartococha: exploraciones en ese complejo lagunar realizadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (Naranjo, *et al.*, 2016); ^c IR30: inventario rápido del *Field Museum* #30 (Pitman, *et al.*, 2019).

comunidades indígenas y campesinas que habitan y rodean el área protegida. En efecto, entre las iniciativas de relación con campesinos e indígenas, el ecoturismo se ha mencionado como una alternativa o estrategia para mejorar la gobernanza y la articulación territorial, por lo que pensar en una ruta de planeación participativa para ello es factible (Peñuela-Gómez, *et al.*, 2019a; PNN La Paya, 2019) y se articula perfectamente con las estrategias de conservación y gestión regional del noroccidente de la Amazonia (Usma, *et al.*, 2016).

Los análisis previos sobre el potencial aviturismo en Colombia se han centrado en los avituristas avanzados (Ocampo-Peñuela & Winton, 2017) que dedican desplazamientos exclusivamente para observar aves, especialmente las más raras, y tienen mayor experticia para identificarlas, y fueron ellos los que marcaron la mayor diferencia estadística. Sin embargo, en este estudio segregamos las aves reportadas en el interfluvio Caquetá-Putumayo desde el punto de vista del posible interés de otros tipos de avituristas menos expertos, con miras a incentivar el ecoturismo para diferentes públicos. Se puede viajar a Leguízamo en vuelos comerciales desde Bogotá (actualmente los tiquetes cuestan cerca de COL \$600.000, ~US \$200), o llegar por tierra hasta Puerto Asís (Putumayo) y recorrer el río Putumayo en botes comerciales que realizan uno a dos viajes diarios en la mañana. Otra opción es llegar por tierra hasta Florencia (Caquetá) y recorrer el río Caquetá hasta el corregimiento de La Tagua. En el centro poblado de Leguízamo los turistas encuentran una buena oferta de hospedaje, lo que lo convierte en un punto central de rutas aviturismo en los diferentes ecosistemas de las llanuras amazónicas de Putumayo. El desarrollo de la infraestructura de vías en el municipio es prioritario para el crecimiento económico de este sector y el aviturismo dentro del PNN La Paya y en territorios indígenas deberá orientarse a ofrecer medios de vida para los pobladores. Asimismo, la articulación binacional con senderos en el Perú y el fortalecimiento de grupos al norte del río Caquetá sería un apoyo para la economía local y tendría repercusiones en la preservación de los bosques por parte de los pobladores, como se ha visto con el apoyo a la reciente AICA Gaoyá-Leguízamo (BirdLife International, 2020).

En conclusión, nuestro inventario llena parte del vacío de información sobre la biodiversidad del noroccidente de la cuenca amazónica. El interfluvio Caquetá-Putumayo es un área importante de representación avifaunística de los bosques amazónicos (BirdLife International, 2020). La gran diversidad de aves, sin embargo, puede verse significativamente afectada por la intervención humana actual en la región, con el ingreso de avifauna de otras regiones, lo que facilita la desaparición de elementos sensibles, como las aves que se alimentan de invertebrados en el sotobosque denso (Stouffer, *et al.*, 2020), y podría reducir la redundancia ecológica esperada (Loiselle, *et al.*, 2007). Por ello, darle continuidad al monitoreo participativo, la articulación entre diferentes actores y la posible

recuperación de áreas naturales mediante incentivos a los emprendimientos locales de aviturismo y protección de las áreas naturales en la Amazonia resulta prioritario. En este sentido, los programas de educación y restauración ecológica local son esenciales para generar una nueva relación de la sociedad con la naturaleza en la Amazonia colombiana (Garzón, *et al.*, 2020).

Información suplementaria

Figura 1S. Especímenes de *Forpus xanthopterygius* WfVZ-23062 y WfVZ-23063 atribuidos a *F. conspicillatus*. Vea la figura 1S en <https://www.raccefn.co/index.php/raccefn/article/view/1307/2958>

Figura 2S. Resultado post-hoc Tukey entre los GLM de las curvas rango abundancia para cuatro rangos de Índice de Huella Humana (IHH): Rango1, IHH <21; Rango2, IHH 21-41; Rango3, IHH 41-62; Rango4, IHH >62. Vea la figura 2S en <https://www.raccefn.co/index.php/raccefn/article/view/1307/2958>

Figura 3S. Resultado post-hoc Tukey entre los GLM de número de especies para cuatro rangos de Índice de Huella Humana (IHH): Rango1, IHH <21; Rango2, IHH 21-41; Rango3, IHH 41-62; Rango4, IHH >62 (superior), en cuanto a categorías de dieta: Invertebrate, invertebrados; Fruit-Nect, frugívoros y nectarívoros; Omnivore, omnívoros; PlantSeed, plantas y semillas; VertFishScav, carnívoras y carroñeras (inferior). Vea la figura 3S en <https://www.raccefn.co/index.php/raccefn/article/view/1307/2958>

Figura 4S. Resultado post-hoc Tukey entre los GLM de masas corporales de aves en cuatro rangos de Índice de Huella Humana (IHH): Rango1, IHH <21; Rango2, IHH 21-41; Rango3, IHH 41-62; Rango4, IHH >62 (superior), en cuanto a categorías de dieta: Invertebrate, invertebrados; Fruit-Nect, frugívoros y nectarívoros; Omnivore, omnívoros; PlantSeed, plantas y semillas; VertFishScav, carnívoras y carroñeras (inferior). Vea la figura 4S en <https://www.raccefn.co/index.php/raccefn/article/view/1307/2958>

Apéndice. Aves novedosas o de interés particular en el Interfluvio de la cuenca media Caquetá-Putumayo (Japurá-Içá) al sur de la Amazonia colombiana. Vea el apéndice en <https://www.raccefn.co/index.php/raccefn/article/view/1307/2958>

Tabla 1S. Lista de especies de aves del Interfluvio Caquetá-Putumayo. Taxonomía sigue a Remsen *et al.* (2020). Para cada especie se presenta alguna evidencia adicional (ML significa audio o foto en Macaulay Library, Capt: captura con red de niebla, Espe: Especimen depositado en colección biológica, IAVH-CSA: audio en la Colección de Sonidos Ambientales Mauricio Álvarez-Rebolledo del Instituto Humboldt) y presencia (1) o ausencia (0) en los cuatro rangos de intervención antrópica (IHH) e interés para avituristas. Vea la tabla 1S en <https://www.raccefn.co/index.php/raccefn/article/view/1307/2962>

Tabla 2S. Lista de especies de aves registradas dentro del Parque Nacional Natural La Paya, inmerso en el Interfluvio Caquetá-Putumayo. Taxonomía sigue a Remsen *et al.* (2020). Para cada especie se presenta la categoría de amenaza internacional (IUCN) y nacional (Libro Rojo). Vea la tabla 2S en <https://www.raccefn.co/index.php/raccefn/article/view/1307/2963>

Agradecimientos

OAC agradece a CORPOAMAZONIA por la invitación a participar en el proyecto I-06-086-57302-04-05 53-13 “Establecimiento de áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAs) en el departamento de Putumayo. Fase III”, en especial a Vanessa Perdomo, Jonh Jairo Mueses y Víctor Hugo Capera-Moreno. A Parques Nacionales Naturales de Colombia, en particular a la Dirección Territorial Amazonia y al PNN La Paya, por permitir y apoyar la realización de muestreos. A la comunidad de Leguízamo por permitirnos “pajarear” en su territorio. A Viviana Ruiz por los talleres sobre aprovechamiento de los datos de eBird Colombia utilizando el paquete auk como parte de una beca Fullbright U.S. Specialist. A René Corado por las fotos de especímenes del *Western Foundation of*

Vertebrate Zoology. A F. Gary Stiles por su ayuda para el ingreso de especímenes y el acceso a la colección del ICN. A Fernando Ayerbe-Quiñones por permitirnos el uso de sus ilustraciones de la “Guía Ilustrada de la Avifauna Colombiana” y a Camilo Correa por compartir los *rasters* de sus artículos ya publicados y en preparación. A Juan Freile por sus comentarios sobre las aves reportadas aquí, así como a dos revisores anónimos y al comité editorial de la revista por su apoyo y constructivas sugerencias. JBS tiene una beca postdoctoral del *Research Council of Norway* (Grant No. 262378). OJ agradece a Michele Viganò y Andrea Corso.

Contribución de los autores

Todos los autores participaron en la idea de la publicación. El levantamiento de datos estuvo a cargo principalmente de OAC, FAPA, JB, MC, OJ, BCJ, JBS y DR, con apoyo de otros miembros del Grupo de Observadores de Aves de Leguízamo – GOAL. El análisis de datos estuvo a cargo de OAC, ZCP y DO, con apoyo de SMPG, FAPA, MC, OJ, JB, JBS, BCJ y DR. La escritura del manuscrito fue dirigida por OAC con apoyo de todos los autores.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses de ningún tipo que pueda posiblemente afectar la publicación o los resultados de este proceso de investigación.

Referencias

- Acevedo-Charry, O. (2014). Aves de Quindicocha - Valle de Sibundoy, Putumayo: potencial área de conservación. *Universitas Scientiarum*. **19**: 29-41.
- Acevedo-Charry, O. & Coral-Jaramillo, B. (2017). Anotaciones sobre la distribución de *Doliornis remseni* (Cotingidae) y *Buthraupis wetmorei* (Thraupidae). *Ornitología Colombiana*. **16**: eNB04.
- Acevedo-Charry, O., Cárdenas, Á., Coral-Jaramillo, B., Daza-Díaz, W., Jaramillo, J., Freile, J. F. (2015). First record of Subtropical Pygmy owl *Glaucidium parkeri* in the Colombian Andes. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*. **135**: 77-79.
- Acevedo-Charry, O., Perdomo-Castillo, I. V., Capera-Moreno, V. H. (2016). Lista de aves de la llanura amazónica, Leguízamo, Putumayo-Colombia. Fecha de consulta: 1 de agosto de 2020. Disponible en: https://ipt.biodiversidad.co/sib/resource?r=aicas_fase3.
- Acevedo-Charry, O., Certuche-Cubillos, K., Rosero, E. A., Guerrero Carvajal, P., Carantón-Ayala, D. (2017). Un aporte a la historia natural de *Galbula patazae* (Galbulidae) en el piedemonte amazónico colombiano. *Ornitología Colombiana*. **16**: eA05.
- Acevedo-Charry, O., Henao-Rodríguez, M. P., Morales-Martínez, D. M. (2018). Incidental records of mammals from Leguízamo, Putumayo, Amazon region at the southern border of Colombia. *Mammalogy Notes | Notas Mastozoológicas*. **4**: 34-37.
- Acevedo-Charry, O., Daza-Díaz, W., Colón-Piñeiro, Z. (2020). First record of Rufous-thighed Kite *Harpagus diodon* in Colombia. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*. **140**: 104-109.
- Álvarez-Alonso, J. & Whitney, B. M. (2003). New distributional records of birds from White-Sand forests of the northern Peruvian Amazon, with implications for biogeography of northern South America. *The Condor*. **105**: 552-566.
- Álvarez-Rebolledo, M., Umaña, A. M., Mejía, G. D., Cajiao, J., von Hildebrand, P., Gast, F. (2003). Aves del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete, Amazonia-Provincia de la Guyana, Colombia. *Biota Colombiana*. **4**: 49-63.
- Alverson, W. S., Vriesendorp, C., Del Campo, A., Moskovits, D. K., Stotz, D. F., Garcia Donayre, M., Borbor, L. A. (2008). Ecuador, Perú: Cuyabeno-Güepí. Rapid Biological and Social Inventories Report 20. Chicago Field Museum of Natural History.
- Armenteras, D., Murcia, U., González, T. M., Barón, O. J., Arias, J. E. (2019). Scenarios of land use and land cover change for NW Amazonia: Impact on forest intactness. *Global Ecology and Conservation* **17**.
- Asociación Colombiana de Ornitología - ACO. (2020). Lista de referencia de especies de aves de Colombia - 2020. v2. Fecha de consulta: 5 de julio de 2020. Disponible en: https://ipt.biodiversidad.co/sib/resource?r=aco_listaavescolombia2017.

- Avendaño, J. E., Bohórquez, C. I., Roselli, L., Arzuza-Buelvas, D., Estela, F., Cuervo, A. M., Stiles, F. G., M. Renjifo, L.** (2017). Lista de chequeo de las aves de Colombia: una síntesis del estado de conocimiento desde Hilty & Brown (1986). *Ornitología Colombiana*. **16**: en imprenta.
- Ayerbe-Quiñones, F.** (2018). Guía ilustrada de la avifauna colombiana. Wildlife Conservation Society-Colombia, Bogotá D.C., Colombia. 444 p.
- BirdLife International.** (2020). Important Bird Areas factsheet: Gaoyá-Leguizamo. Fecha de consulta: 5 de julio de 2020. Disponible en: <http://www.birdlife.org> on 01/12/2020
- Bonilla-Castillo, C., Peña-Alzate, F. Á., Bonilla-Velazquez, C., Velazquez-Figueroa, I.** (2017). La corocora (*Eudocimus ruber*) en la llanura amazónica entre los ríos Caquetá y Putumayo. *Ornitología Colombiana*. **16**: eNB01.
- Borges, S. H., Cornelius, C., Ribas, C., Almeida, R., Guilherme, E., Aleixo, A., Dantas, S., Dos Santos, M. P., Moreira, M.** (2016). What is the avifauna of Amazonian White-sand vegetation? *Bird Conservation International*. **26**: 192-204.
- Boucher, S. & Salazar, K.** (2016). A new *Veturius* (*Veturius*) of the “*cephalotes*” group from southern Colombia, Putumayo (Coleoptera: Passalidae). *Annales de la Societe Entomologique de France*. **52**: 204-208.
- Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T. C., Sander, E. L., Ma, K. H., Colwell, R. K., Ellison, A. M.** (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*. **84**: 45-67.
- Clerici, N., Salazar, C., Pardo-Díaz, C. D., Jiggins, J. E., Richardson, Linares, M.** (2019). Peace in Colombia is a critical moment for Neotropical connectivity and conservation: Save the northern Andes–Amazon biodiversity bridge. *Conservation Letters*. **12**: 1-7.
- Correa Ayram, C. A., Etter, A., Díaz-Timoté, J., Rodríguez Buriticá, S., Ramírez, W., Corzo, G.** (2020). Spatiotemporal evaluation of the human footprint in Colombia: Four decades of anthropic impact in highly biodiverse ecosystems. *Ecological Indicators*. **117**: 106630.
- Cracraft, J.** (1985). Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: Areas of Endemism. *Ornithological Monographs*. **36**: 49-84.
- De la Hoz, N., Rozo, C., Valencia, M.** (2007). Contexto histórico-social. Pages 38–56 en S. L. Ruiz R., E. Sánchez, E. Tabares, A. Prieto, J. C. Arias, R. Gómez, D. Castellanos, P. García, & L. Rodríguez, editores. *Diversidad biológica y cultural del corredor trinacional de áreas protegidas La Paya - Cuyabeno - Güepí Sekime*. Colombia – Ecuador - Perú. CORPOAMAZONIA, Instituto Alexander von Humboldt, Instituto Sinchi, UAESPNN, Bogotá D.C., Colombia.
- Fluck, I. E., Cáceres, N., Hendges, C. D., do N. Brum, M., Dambros, C. S.** (2020). Climate and geographic distance are more influential than rivers on the beta diversity of passerine birds in Amazonia. *Ecography*. **43**: 860-868.
- Garzón, N. V., Rodríguez León, C. H., Ceccon, E., Pérez, D. R.** (2020). Ecological restoration-based education in the Colombian Amazon: Toward a new society-nature relationship. *Restoration Ecology*. Aceptado: rec.13216.
- GBIF.** (2020). GBIF Occurrence Download - Aves Leguizamo. Fecha de consulta: 10 de julio de 2020. Disponible en: <https://www.gbif.org/occurrence/download/0019219-200613084148143>
- Gómez, D., Orozco, K., Cardona, F., Pineda, M., Bedoya, M. L., Ocampo, D.** (2020). Avifauna del Parque Nacional Natural Selva de Florencia (Samaná, Caldas, Colombia): nuevos registros y ampliaciones de distribución. *Biota Colombiana*. **21**: 40-71.
- Gutiérrez-Zamora, E. A., Mueses-Cisneros, J. J., Ramírez-Enríquez, M., Perdomo-Castillo, I. V.** (2013). Aves del Valle de Sibundoy, Alto Putumayo, Colombia, Guía de campo. CORPOAMAZONIA, Mocoa, Putumayo, Colombia.
- Herchkovitz, P.** (1963). A systematic and zoogeographic account of the monkeys of the genus *Callicebus* (Cebidae) of the Amazon and Orinoco river basins. *Mammalia*. **27**: 1-79.
- Hernández-Camacho, J., Hurtado G., A., Ortíz Q., R., Walschburger, T.** (1992). Unidades biogeográficas de Colombia. P. 105-151 en I. G. Halfiter, editor. *La diversidad biológica de Iberoamérica*. Acta Zoológica Mexicana, Instituto de Ecología, A.C., México, México.
- Hilty, S. L. & Brown, W. L.** (1986). *A Guide to the Birds of Colombia*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Hurtado G., A., Santamaría, M., Matallana, C.** (2013). Plan de investigación y monitoreo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas-SINAP: avances construidos desde la mesa de investigación y monitoreo entre 2009 y 2012. Bogotá D.C., Colombia.
- Jaccard, P.** (1912). The distribution of the flora in the Alpine zone. *New Phytologist*. **11**: 37-50.

- Janni, O., Corso, A., Viganò, M.** (2018). Range extensions for White-shouldered Antshrike *Thamnophilus aethiops*, Imeri Warbling Antbird *Hypocnemis flavescens* and Black-headed Antbird *Percnostola rufifrons* along the Putumayo River in Colombia, and their biogeographical significance. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*. **138**: 244-259.
- Kelling, S., Johnston, A., Bonn, A., Fink, D., Ruiz-Gutiérrez, V., Bonney, R., Fernández, M., Hochachka, W. M., Julliard, R., Kraemer, R., Guralnick, R.** (2019). Using Semi-structured Surveys to Improve Citizen Science Data for Monitoring Biodiversity. *BioScience*. **69**: 170-179.
- Linares-Romero, L. G., Acevedo-Charry, O., Avellaneda, F., Cortés-Herrera, O., Cuervo, A. M., Galindo-T., R. Hernández, D. Pérez-Peña, S., Pulido, Á. R., Pulido-Santacruz, P., Santana, D., Seeholzer, G. F., Sierra-Buitrago, M. del S., Soto-Patiño, J., Laverde-R, O.** (2020). Aves del Parque Nacional Natural Chingaza y zona de amortiguación, Cordillera Oriental de Colombia. *Biota Colombiana*. **21**: 117-129.
- Loiselle, B. A., Blendinger, P. G., Blake, J. G., Ryder, T. B.** (2007). Ecological redundancy in seed dispersal systems: A comparison between manakins (Aves: Pipridae) in two tropical forests. P. 178-196 en A. J. Dennis, E. W. Schup, R. Green, & D. W. Westcott, editores. *Seed Dispersal: Theory and its Application in a Changing World*. CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK.
- López-Ordóñez, J. P., Carantón-Ayala, D., Certuche-Cubillos, K., Rosero, E. A., Fajardo, Y., Acevedo-Charry, O.** (2017). *Nystalus obamai* en Colombia : primeros reportes para el país y aportes a su historia natural. *Ornitología Colombiana*. **16**: eNB06.
- Naka, L. N. & Brumfield, R. T.** (2018). The dual role of Amazonian rivers in the generation and maintenance of avian diversity. *Science Advances*. **4**: eaar8575.
- Naranjo, L. G., Salinas-Sánchez, L., Quinteros-León, K., Chiu-Werner, A., Chota-Martínez, S., Talexio-Michi, G., Tangoy-Flórez, H., Chimbo-Ríos, D., Macanilla, D., Gómez, L.** (2016). Caracterización ornitológica del complejo lagunar Lagartococha. P. 290-333 en J. S. Usma, C. Ortega P., S. Valenzuela, J. Deza, & J. Rivas, editores. *Diversidad biológica y cultural del corredor trinacional de áreas protegidas La Paya - Cuyabeno - Güepipi Sekime*. Colombia – Ecuador - Perú. World Wildlife Fund, Bogotá D.C., Colombia.
- Neate-Clegg, M. H. C., Horns, J. J., Adler, F. R., Kemahlı Aytekin, M. Ç., Şekerciöglü, Ç. H.** (2020). Monitoring the world's bird populations with community science data. *Biological Conservation*. **248**: 108653.
- Ocampo-Peñuela, A. & Winton, R. S.** (2017). Economic and Conservation Potential of Bird-Watching Tourism in Postconflict Colombia. *Tropical Conservation Science*. **10**: 1-6.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., Mcglinn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E., Wagner, H.** (2019). Community Ecology Package 'vegan'. <https://cran.r-project.org>; <https://github.com/vegandevs/vegan>
- Oliveira, U., Vasconcelos, M. F., Santos, A. J.** (2017). Biogeography of Amazon birds: Rivers limit species composition, but not areas of endemism. *Scientific Reports*. **7**: 2992.
- Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., D'Amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P., Kassem, K. R.** (2001). Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. *BioScience*. **51**: 933-938.
- Peña-Alzate, F. Á., Manjarrez, C., Acevedo-Charry, O.** (2020). *Heterocercus aurantiivertex* (Aves: Passeriformes: Pipridae), una nueva especie para Colombia del Parque Nacional Natural La Paya, Leguízamo, Putumayo. *Caldasia*. **42**: 142-146.
- Peñuela-Gómez, S. M., Villalva-Cortes, L., Vera, T.** (2019a). Portafolio de investigación del Parque Nacional Natural La Paya y procedimiento para la construcción de conocimiento en el Plan de Manejo 2020-2024 del Parque Nacional Natural La Paya. Leguízamo, Putumayo, Colombia.
- Peñuela-Gómez, S. M., Villalva-Cortes, L., Vera, T.** (2019b). Programa de monitoreo del Parque Nacional Natural La Paya. Leguízamo, Putumayo, Colombia.
- Pitman, N., Salazar-Molano, A., Samper-Samper, F., Vriesendorp, C., Vásquez-Cerón, A., Del Campo, A., Miller, T. L., Matapi-Yacuna, E. A., Thompson, M. E., de Souza, L., Reyes-Alvira, D., Lemos, A., Stotz, D. F., Kotlinski, N., Wachter, T., Woodward, E., Botero-García, R.** (2018). Colombia: Bajo Caguán-Caquetá. Rapid Biological and Social Inventories Report 30. Chicago Field Museum of Natural History, Chicago.

- PNN La Paya.** (2019). Plan de manejo del Parque Nacional Natural La Paya 2020-2024. En reformulación, versión noviembre 2019. Leguizamo, Putumayo, Colombia.
- Pocock, M. J. O., Tweddle, J. C., Savage, J., Robinson, L. D., Roy, H. E.** (2017). The diversity and evolution of ecological and environmental citizen science. *PLoS ONE*. 12(4): e0172579.
- Polanco-Ochoa, R., Jaimes, V., Piragua, W.** (2000). Los mamíferos del Parque Nacional Natural La Paya, Amazonía colombiana. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 23: 671-682.
- Ramírez-Chaves, H. E., Noguera-Urbano, E. A., Rodríguez-Posada, M. E.** (2014). Mamíferos (Mammalia) del departamento de Putumayo, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 37: 263.
- Remsen, J. V., Jr., Areta, J. I., Bonaccorso, E., Claramunt, S., Jaramillo, A., Pacheco, J. F., Ribas, C., Robbins, M. B., Stiles, F. G., Stotz, D. F., Zimmer, K. J.** (2020). A classification of the bird species of South America. Fecha de consulta: 17 de agosto de 2020. Disponible en: <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>
- Renjifo, L. M., Amaya-Villareal, Á. M., Burbano-Girón, J., Velásquez-Tibatá, J.** (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 y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Volumen II. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. 563 p.
- Renjifo, L. M., Gómez, M. F., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villareal, A. M., Kattan, G. H., Amaya-Espinel, J. D., Burbano-Girón, J.** (2014). Libro rojo de aves de Colombia. Volumen I. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá D.C., Colombia. 465 p.
- Ribas, C. C., Aleixo, A., Nogueira, A. C. R., Miyaki, C. Y., Cracraft, J.** (2012). A palaeobiogeographic model for biotic diversification within Amazonia over the past three million years. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 279: 681-689.
- Roque, F. D. O., Menezes, J. F. S., Northfield, T., Ochoa-Quintero, J. M., Campbell, M. J., Laurance, W. F.** (2018). Warning signals of biodiversity collapse across gradients of tropical forest loss. *Scientific Reports*. 8: 1-7.
- de Roux, J. M., Noguera-Urbano, E. A., Ramírez-Chaves, H. E.** (2019). The vulnerable Colombian weasel *Mustela felipei* (Carnivora): new record from Colombia and a review of its distribution in protected areas. *Therya*. 10: 207-210.
- Ruiz, S. L. & Valencia, M.** (2007). Contextualización del sur de la Amazonia colombiana. P. 31-34 en S. L. Ruiz, E. Sánchez, E. Tabares, A. Prieto, J. C. Arias, R. Gómez, D. Castellanos, P. García, and L. Rodríguez, editores. *Diversidad biológica y cultural del Corredor Trinacional de áreas protegidas La Paya - Cuyabeno - Güepi Sekime*. Colombia – Ecuador - Perú. CORPOAMAZONIA, Instituto Alexander von Humboldt, Instituto Sinchi, UAESPNN, Bogotá D.C., Colombia.
- Ruiz, S. L., Sánchez, E., Tabares, E., Prieto, A., Árias, J. C., Gómez, R., Castellanos, D., García, P., Rodríguez, L.** (2007). *Diversidad biológica y cultural del sur de la Amazonia colombiana – Diagnóstico*. CORPOAMAZONIA, Instituto Alexander von Humboldt, Instituto Sinchi, UAESPNN, Bogotá D.C., Colombia. 636 p.
- Santamaría-Rivero, W., Leyequién, E., Hernández-Stefanoni, J. L., Wood, P.** (2016). Influence of landscape structure and forest age on the richness and abundance of different bird feeding guilds and forest-dependent birds in a seasonal dry tropical forest of Yucatan, Mexico. *Tropical Ecology*. 57: 313-332.
- Şekercioğlu, Ç. H.** (2002). Impacts of birdwatching on human and avian communities. *Environmental Conservation*. 29: 282-289.
- SINCHI.** (2012). Zonificación ambiental y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonia, creada mediante la Ley 2ª de 1959, en los departamentos de Guainía, Vaupés y Amazonas. Informe Final del Convenio 118 de 2011. Bogotá D.C., Colombia.
- Slager, D. L., Battley, C. J., Bryson, R. W., Voelker, G., Klicka, J.** (2014). A multilocus phylogeny of a major New World avian radiation: The Vireonidae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 80: 95-104.
- Stiles, F. G. & Naranjo, L. G.** (2017). La avifauna del Parque Nacional Natural Chiribiquete: resultados de tres expediciones recientes a sectores previamente inexplorados. *Revista Colombia Amazónica*. 10: 141-160.
- Stoffer, P. C., Jirinec, V., Rutt, C. L., Bierregaard Jr., R. O., Hernández-Palma, A., Johnson, E. I., Midway, S. R., Powell, L. L., Wolfe, J. D., Lovejoy, T. E.** (2020). Long-term change in the avifauna of undisturbed Amazonian rainforest: ground-foraging birds disappear and the baseline shifts. *Ecology Letters*. Early View: 13628.

- Strimas-Mackey, M., Miller, E. T., Hochachka, W.** (2018). auk: eBird Data Extraction and Processing with AWK. R package version 0.3.0. <https://cloud.r-project.org/package=auk>
- Sullivan, B. L., Wood, C. L., Iliff, M. J., Bonney, R. E., Fink, D., Kelling, S.** (2009). eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation*, **142**: 2282-2292.
- Tropicos.org, W.** (2020). Tropicos.org Missouri Botanical Garden. Fecha de consulta: 14 de febrero de 2020. Disponible en: <https://www.tropicos.org/home>
- Usma, J. S., Ortega, C., Valenzuela, S., Deza, J., Rivas, J.** (2016). Diversidad biológica y cultural del Corredor Trinacional de áreas protegidas La Paya - Cuyabeno - Güeppí Sekime. WWF, Bogotá D.C., Colombia. 333 p.
- Vásquez-Arévalo, F. A., Zárate-Gómez, R., Socolar, J. B., Díaz-Alván, J., Pérez-Peña, P. E.** (2020). First record of the Gray-legged Tinamou, *Crypturellus duidae*, and other poor-soil specialist birds from peatlands in the Putumayo river basin, Loreto, Peru. *Acta Amazonica*, **50**: 155-158.
- Willman, H., Belmaker, J., Simpson, J., de la Rosa, C., Rivadeneira, M. M., Jetz, W.** (2014). EltonTraits 1.0 : Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals. *Ecology*, **95**: 2027.
- Winton, R. S., & Ocampo-Peñuela, N.** (2018). How to realize social and conservation benefits from ecotourism in post-conflict contexts. *Biotropica*, **50**: 719-722.