

Inventario, adiciones y análisis biogeográfico de las aves de San José del Guaviare, Guaviare, Colombia

Inventory, additions, and biogeographic analysis of the birds of San Jose del Guaviare, Guaviare, Colombia

Orlando Acevedo-Charry^{1,2,3a*}, Nadezhda Bonilla-S.¹, Natalia Cano¹, Pedro A. Camargo^{1,4}, Diego Carantón-Ayala^{1,5}, Ramón Carrillo⁶, María Alejandra Chadid¹, Oswaldo Cortés^{1,7}, Diego Cueva^{1,8,b}, Gina J. Díaz-Rodríguez¹, Oscar Humberto Marín-Gómez^{1,9}, Juan Pablo López-O.^{1,10}, Néstor A. Peralta-Zapata^{1,11}, Natalia Pérez-Amaya^{1,2}, Alejandro Pinto-Gómez¹, Wilmer Ramirez⁶ & F. Gary Stiles^{1,2}

¹Grupo de Ornitología de la Universidad Nacional de Colombia – GOUN, Sección de Ornitología del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia

²Asociación Colombiana de Ornitología – ACO, Colombia

³Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Colección de Sonidos Ambientales *Mauricio Álvarez-Rebolledo*, Claustro de San Agustín, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia

⁴Asociación Bogotana de Ornitología – ABO, Bogotá D.C., Colombia

⁵Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI, Bogotá D.C., Colombia

⁶Grupo de Observadores de Aves del Guaviare, San José del Guaviare, Guaviare, Colombia

⁷Programa de Biología, Universidad INCCA de Colombia, Bogotá D.C., Colombia

⁸Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

⁹Laboratorio de Ecología, Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO), Facultad de Estudios Superiores Iztacala Universidad Nacional Autónoma de México, Av. de los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Tlalneptla, Edo. México, Estado de México 54090, México

¹⁰Conservación Internacional – Colombia, Bogotá D.C., Colombia

¹¹Fundación Natura, Bogotá D.C., Colombia

✉ oaacevedoc@unal.edu.co *autor de correspondencia

Dirección actual: ^aSchool of Natural Resources and Environment & Department of Wildlife Ecology and Conservation, University of Florida, Gainesville, Florida, FL-32611, USA

^bMuseum of Natural Science & Department of Biological Sciences, Louisiana State University, Baton Rouge, LA, USA

Resumen

El conocimiento de los patrones de diversidad y distribución de las aves colombianas ha incrementado notablemente en las últimas décadas. Sin embargo, aún existen vacíos de información para varias regiones del país. El municipio de San José del Guaviare está ubicado en la zona de transición entre las regiones de la Orinoquia y la Amazonia, con presencia de afloramientos del Escudo Guayanés, características que le atribuyen una avifauna diversa pero relativamente poco estudiada. Durante nueve expediciones ornitológicas a 18 sitios alrededor de San José, entre los años 2012 y 2016, registramos un total de 454 especies de aves. Al integrar los registros previos representados por especímenes de colecciones biológicas, el inventario total asciende a 472 especies, de las cuales 16 presentan una ampliación de su distribución geográfica conocida. A partir de la descripción de la dieta, el estrato de forrajeo y la masa corporal pudimos determinar que la avifauna tuvo una amplia representatividad de especies consumidoras de invertebrados de estrato medio y sotobosque. Además, determinamos las afinidades biogeográficas de la zona con otras doce localidades al oriente de los Andes. La avifauna de San José es propia del tránsito Amazonia-Orinoquia, con mayor afinidad amazónica, semejándose a Inírida y las Selvas de Matavén en primera instancia y luego a otras zonas amazónicas. Recolectamos 128 ejemplares de 77 especies, que con los registros previos resultan en 152 taxones identificados hasta subespecie (32,2% de la lista total), los cuales usamos para un análisis de afinidad biogeográfica complementario, sugiriendo de nuevo la existencia de mayor afinidad con la avifauna amazónica que orinoquense. Aún así, algunos registros de especies orinoquenses en los bosques húmedos pueden estar asociados a los acelerados procesos de rápida deforestación al norte del Guaviare que podrían facilitar futuros cambios en la comunidad.

Palabras clave: Amazonia, composición de especies, extensión de distribución, Orinoquia, registros novedosos, zoogeografía

Abstract

Knowledge about the diversity and distribution patterns of Neotropical birds has increased in the last decades, but information gaps for many regions still remain. San José del Guaviare is located between the transition of the Orinoco and Amazon regions, with outcrops of the Guiana Shield and a rich but relatively little studied avifauna. Here we present the results of nine ornithological expeditions between 2012 and 2016 to 18 sampling sites around San José. We found 454 bird species. When integrating the previous records represented by specimens from biological collections, the total inventory reach to 472 species, of which 16 present an extension of their known geographic distribution. We describe the distribution of diet categories, foraging stratum and body mass of the total list. The avifauna had a wide representation of birds that feed on invertebrates in the middle stratum and understory. Additionally, we compared our San José bird list with 12 other places in eastern Colombia trying to understand the biogeographic affinities of this locality. The avifauna of San José has an Amazon-Orinoquia transitional affinity resembling the composition of Inírida and Selvas de Matavén. We collected 128 specimens of 77 species, and with the previous specimens overall 152 taxa were identified to subspecies (32.2%), with which we conducted a complementary biogeographic affinity analysis that suggested also greater affinity with the Amazon than the Orinoquian region. Nonetheless, we also recorded Orinoquian species within the moist forests, which could be due to the fast and recent clearing of moist forest in the northern Guaviare that could facilitate further changes in the community.

Key words: Amazonia, noteworthy records, Orinoquia, range extensions, species composition, zoogeography

Introducción

La ornitología en Colombia ha progresado significativamente en las últimas décadas, con avances importantes en el conocimiento de la distribución, la historia evolutiva y la conservación de las especies (Avendaño *et al.* 2017, Renjifo *et al.* 2018, Cadena *et al.* 2020). Sin embargo, este progreso no ha sido homogéneo en todo el país y aún persisten vacíos de información sobre las aves de varias regiones de importancia zoogeográfica, como por ejemplo al norte y oriente del país (Arbeláez-Cortés 2013, Avendaño *et al.* 2017). En parte, la falta de información puede estar relacionada con la inestabilidad social y el conflicto armado, concentrado en ecotonos regionales, sectores apartados y altamente diversos (Clerici *et al.* 2018). El conflicto armado ha influenciado la distribución de la biodiversidad en Colombia de manera directa, mediante cambios en el uso del suelo (Sanchez-Cuervo & Aide 2013, Negret *et al.* 2019), e indirecta, como en la distribución geográfica de especies que colonizan zonas transformadas (Stiles *et al.* 1999, Acevedo-Charry *et al.* 2018). El departamento del Guaviare es un claro ejemplo de este contexto, con poca información sobre su biota a pesar de

ser una zona de alto interés por su biodiversidad al ser un ecotono entre la Amazonia y la Orinoquia. Adicional a esto, el departamento de Guaviare tiene altas amenazas y constante pérdida de biodiversidad asociada con los procesos de cambio de uso de suelo, siendo reconocido como un nodo de deforestación al norte de la Amazonia (Armenteras *et al.* 2019, Clerici *et al.* 2019).

En el territorio del departamento de Guaviare es posible encontrar una amplia variedad de ecosistemas producto de la confluencia de tres importantes regiones biogeográficas del país: la Amazonia, la Guayana (*i.e.*, Amazonia guayanés) y la Orinoquia (Hilty & Brown 1986). Aún así, los límites para estas regiones al oriente de Colombia no están bien definidos por falta de muestreos y han tenido diferentes propuestas (Fig. 1). El río Guaviare y sus bosques han sido considerados como el límite norte de la región amazónica de Colombia (Hernández-Camacho *et al.* 1992, Anónimo 2017), caracterizada por bosques altos nutridos por sedimentos traídos de los Andes y moldeados por el régimen de pluviosidad altamente estacional de la vertiente oriental de los Andes. La región amazónica presenta

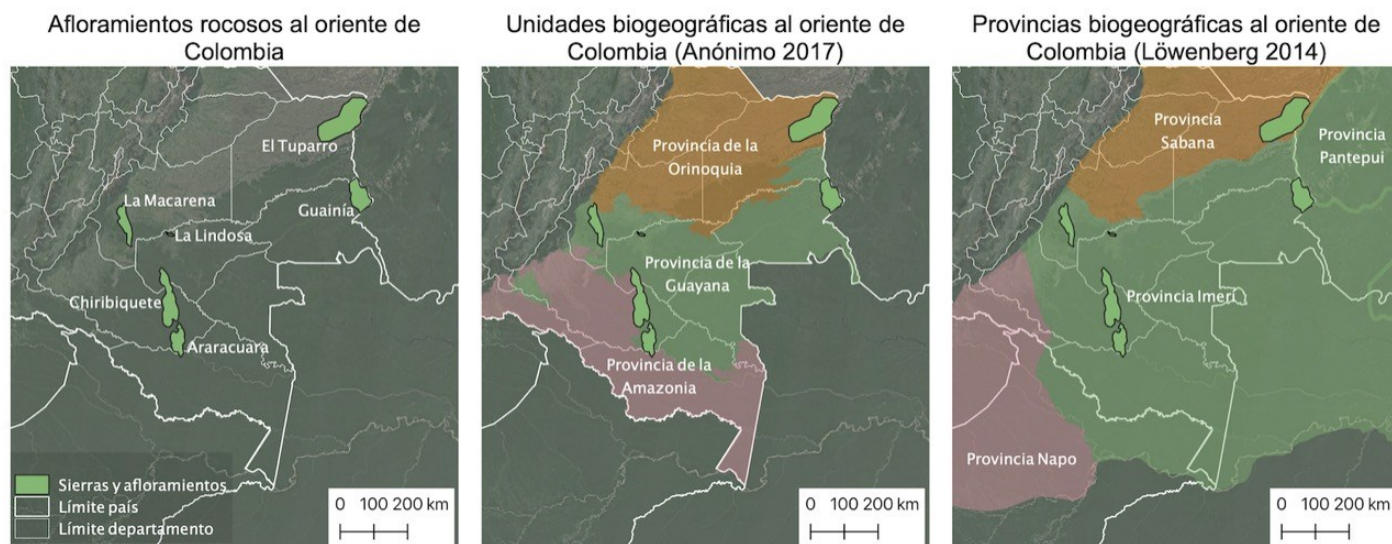


Figura 1. Ubicación de afloramientos rocosos del Escudo Guayanés colombiano y algunas propuestas de provincias biogeográficas para el oriente de Colombia. El mapa central corresponde a la propuesta del mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (Anónimo 2017). El mapa de la derecha es la propuesta de Morrone (2014), proyectado por Löwenberg-Neto (2014).

afloramientos del Escudo Guayanés, con sabanas y bosques sobre arena blanca, como la Serranía de la Lindosa, la Serranía de Chiribiquete y la Meseta de Araracuara (Fig. 1). Por su parte, las planicies de la Orinoquia, al norte del río Guaviare (los Llanos Orientales), se extienden hasta el suroccidente de Venezuela con la presencia de extensas sabanas, bosques aislados (bosques de galería), y parches de palmares (morichales). Los llanos de la Orinoquia colombiana son interrumpidos también por otro afloramiento del Escudo Guayanés en los departamentos de Guainía y Vichada (Fig. 1). Más al oriente, la región guayanesa se hace más evidente por la influencia del Pantepui de Venezuela y Brasil, con enormes tepuyes y sedimentos arenosos al oriente y nororiente de las cuencas de los ríos Orinoco y Negro (Huber 1987).

De la mezcla de elementos amazónicos, guayaneses y orinoquenses se deriva el interés zoogeográfico particular en la región del norte del departamento de Guaviare. Por más de 30 años, la única información sobre las aves de este departamento fueron los reportes de Olivares

(1964a, 1964b). Cabe recordar que previo a su reconocimiento como departamento desde el año 1991, la información ornitológica de Guaviare había sido incluida históricamente como de “Vaupés” (Olivares 1964a, Hilty & Brown 1986). Durante más de 30 años el departamento no fue intensamente explorado, salvo algunos especímenes depositados en el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional (ICN). Con el desarrollo de recientes expediciones a la región de San José, se ha logrado la descripción de nuevas especies de invertebrados (Jiménez-Ferbans & Reyes-Castillo 2015) y vertebrados (Calderón-Espinosa & Medina-Rangel 2016).

La culminación de la carretera Villavicencio - San José en 2011 permitió el desarrollo de la primera visita del Grupo de Ornitología de la Universidad Nacional de Colombia (GOUN) en junio de 2012. Posteriormente (2012-2014), como parte del currículo del pregrado de Biología, se realizaron varias salidas lideradas por docentes del ICN. En lo que respecta a aves, un total de 366 especies fueron reportadas (FGS). Estas visitas, además,

consolidaron una capacitación al grupo local de observadores de aves del Guaviare (GOAG), quienes junto al GOUN organizaron el XXVI Encuentro Nacional de Ornitología (ENO) en San José entre el 28 de junio y el 1 de julio del 2013. Finalmente, un reciente inventario biológico y social liderado por el Field Museum de Chicago y la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico fue realizado en San José (López-Ordóñez *et al.* 2018), contribuyendo a la ampliación del conocimiento ornitológico de la región.

Teniendo en cuenta que a la fecha existe poca información sobre la avifauna del norte de Guaviare (Arredondo *et al.* 2020, Ramírez Riaño *et al.* 2020), en el presente trabajo realizamos un inventario de la avifauna del municipio de San José, a partir de múltiples fuentes de información como la consulta de registros previos disponibles en la literatura (incluyendo literatura gris), plataformas de ciencia participativa (eBird), la revisión de especímenes en colecciones biológicas y el trabajo de campo en el desarrollo de nueve expediciones a 18 sitios diferentes. A partir de esta revisión presentamos los registros más novedosos que resaltan el interés biogeográfico de la región y describimos la distribución de las especies en términos del estrato de forrajeo, las categorías de dieta y la masa corporal. Adicionalmente, proporcionamos un análisis preliminar sobre las afinidades biogeográficas de la avifauna en el sector oriental del país e identificamos aspectos importantes para la conservación de la avifauna al norte del departamento de Guaviare.

Materiales y métodos

Área de estudio.- El municipio de San José, con una extensión de 16 178km², se encuentra en la parte norte del departamento del Guaviare. La cabecera municipal está ubicada a una elevación

de 175m, en su mayoría con terreno de planicie amazónica, aunque también comprende parte de la Serranía de la Lindosa, la cual alcanza elevaciones de hasta 400m. La precipitación promedio anual es de 2700mm, con un periodo de precipitación baja entre septiembre y marzo, y alta entre abril y agosto (IDEAM 2014). En este municipio se presentan ecosistemas como bosques de *terra firme* y *várzea*, así como sabanas naturales de origen guayanés (herbazales y arbustales) y sabanas antrópicas. Hacia la parte baja de la Serranía de La Lindosa y sus alrededores dominan los bosques húmedos altos de ladera y de *terra firme*, mientras en la parte más alta dominan las sabanas casmófitas (Morales-Martínez *et al.* 2020).

Lista de especies y expediciones. - Con el objetivo de recopilar información sobre las aves depositadas en colecciones biológicas provenientes de San José, realizamos la consulta en las principales bases de datos en línea, como GBIF, SiB o en portales particulares. Sin embargo, en revisiones preliminares solo fue posible encontrar especímenes en la colección de Ornitología del ICN, por lo tanto, realizamos la consulta en la base de datos de dicha colección (<http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/>) y examinamos directamente sus especímenes. Además, realizamos nueve expediciones ornitológicas a 18 sitios en y alrededor de San José (Fig. 2), durante los años 2012, 2013, 2014 y 2016, incluyendo épocas de alta y baja precipitación (Tabla 1). Para cada uno de los 18 sitios muestreados asignamos una afinidad o influencia biogeográfica *a priori*, teniendo en cuenta su similitud ecosistémica con las tres principales regiones al oriente de Colombia y el tipo de vegetación. Adicionalmente, para cada sitio extrajimos el Índice de Huella Espacial Humana (IHEH) correspondiente al año 2015 (Correa Ayram *et al.* 2020), con lo cual pudimos tener en cuenta el grado de intervención humana

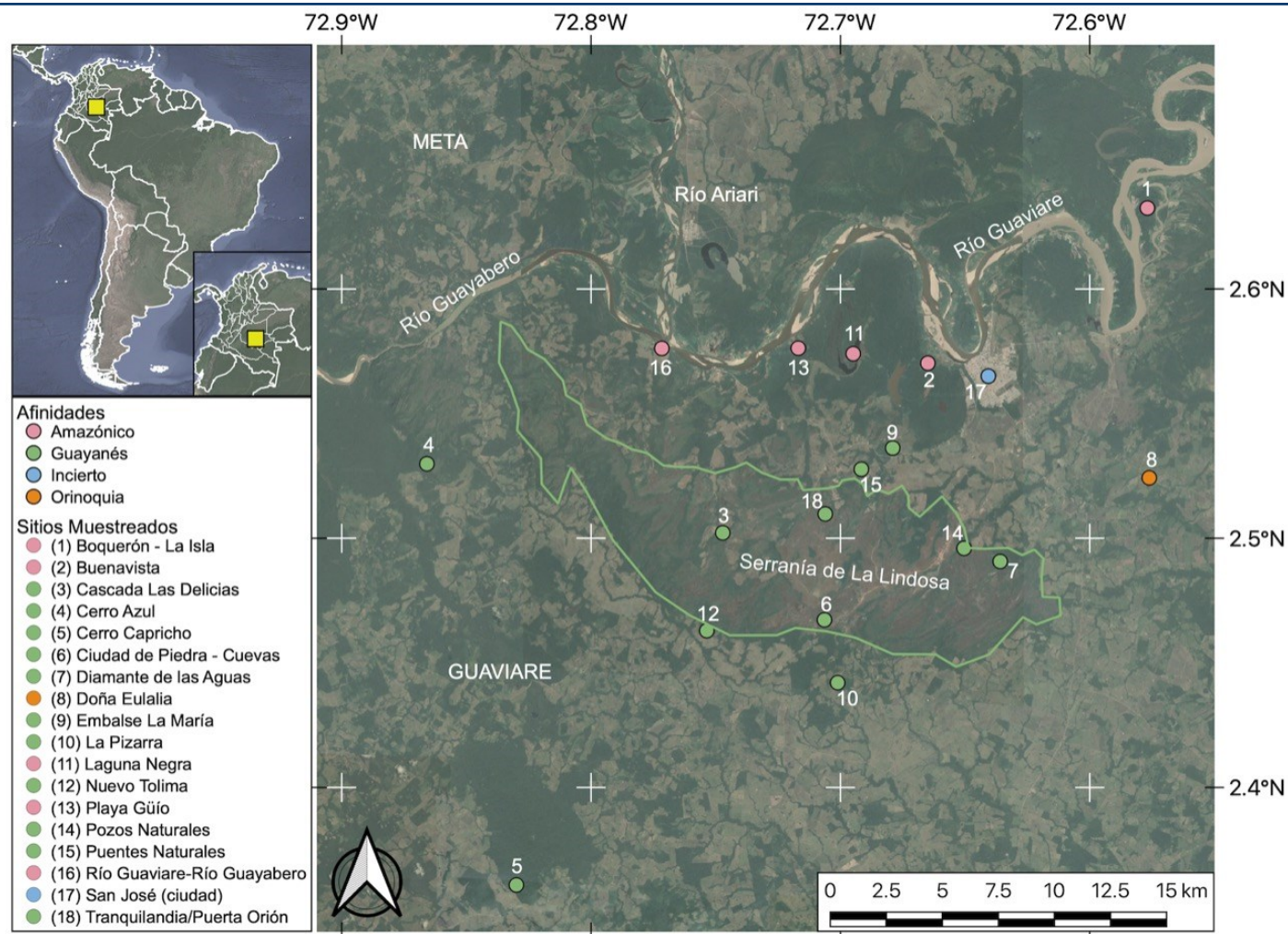


Figura 2. Área de estudio. Mapas a la izquierda representan Suramérica (arriba) y Colombia (inserto), recuadro amarillo indica el área de estudio al norte del departamento de Guaviare. A la derecha se muestra el norte del departamento de Guaviare, indicando los 18 sitios muestreados entre 2012 y 2016.

durante nuestras expediciones; el IHEH oscila entre valores de 0 a 100, siendo aquellos más altos los que cuentan con impacto alto (mayor intervención) mientras aquellos más bajos los que han tenido menos impacto (áreas más naturales). Algunos de los sitios fueron visitados más de una vez (Tabla 2).

En cada sitio, muestreamos la avifauna con una combinación de diferentes metodologías: *i*) caminatas de observación de las 05:00 a las 11:00 h y de las 15:00 a las 18:00 h (entre dos y seis personas); *ii*) registros auditivos *ad libitum* durante las caminatas de observación, y *iii*) captura ocasional con 10 a 15 redes de niebla activas entre las 05:30 y las 11:00 h (Tabla 2). Con

la finalidad de documentar registros importantes o de interés, algunos de los individuos capturados en las redes de niebla fueron recolectados; en algunos casos también recolectamos ejemplares usando un rifle de aire, en particular para las aves de dosel (do Amaral *et al.* 2012). Los especímenes recolectados fueron depositados en la Colección Ornitológica del ICN (Información suplementaria, [Tabla S1](#)); y almacenamos las muestras del tejido del músculo pectoral en las colecciones de tejidos de la Universidad de los Andes y del Instituto Humboldt (IAvH-CT). El listado final de especies hace referencia al conjunto de datos en el ICN y las nueve expediciones entre los años 2012-2016.

Para contrastar los registros novedosos

Tabla 1. Expediciones a San José del Guaviare ordenadas cronológicamente y con información de los participantes y las especies totales por salida. Los superíndices indican época de precipitación alta^A y baja^B. Los sitios visitados son descritos en la Tabla 2.

Viaje de campo	Participantes	Sitios visitados	Fecha inicio	Fecha final	Total de especies
1 ^A	GOUN-GOAG	1-3,6,7,11,13,17-18	24/06/2012	30/06/2012	262
2 ^B	UNAL-I	6,7,11,13-15	17/10/2012	30/10/2012	246
3 ^B	FGS-LR	9,11,13,17	13/02/2013	17/02/2013	144
4 ^A	UNAL-II	2,3,11,13,15,18	10/04/2013	23/04/2013	169
5 ^A	GOUN-GOAG	2,3,7,8,14,15,18	28/06/2013	2/07/2013	123
6 ^B	UNAL-III	2,11,13	1/10/2013	14/10/2013	159
7 ^B	UNAL-IV	2,9,11,13	14/03/2014	27/03/2014	184
8 ^B	UNAL-V	2,11,13,14,16	23/09/2014	5/10/2014	214
9 ^B	RAP-29	3-5,10,12,18	19/10/2016	3/11/2016	226

comparamos nuestras observaciones principalmente con los registros específicos publicados (Hilty & Brown 1986, Ramírez *et al.* 2018), disponibles en línea (eBird; Sullivan *et al.* 2009) o en colecciones biológicas (ICN, Colecciones del Instituto Humboldt de aves IAvH-A y de sonidos IAvH-CSA). Para las especies de interés biogeográfico recopilamos información de las ampliaciones de distribución o aspectos biogeográficos particulares relacionados con el registro y describimos una reseña de lo destacado de cada reporte. La taxonomía fue actualizada siguiendo la versión 1.3 del 7 de febrero de 2020 de la Asociación Colombiana de Ornitología (ACO 2020), que sigue fundamentalmente a Avendaño *et al.* (2017) con algunos ajustes por Remsen *et al.* (2020). Extrajimos las categorías de amenaza para cada especie del Libro Rojo de aves de Colombia

(Renjifo *et al.* 2016).

Composición de especies y afinidades biogeográficas.- Para cada especie del listado asociamos los rasgos de forrajeo de Elton (Willman *et al.* 2014), en particular la categoría de dieta (frutas/néctar, invertebrados, omnívoros, plantas/semillas o carnívoro/carroñero), el estrato de forrajeo (dentro o sobre el agua, piso, sotobosque, estrato medio, dosel o aéreo) y la masa corporal; para este último rasgo realizamos un promedio entre el valor reportado en la base de datos de Elton y aquellos reportados en Ocampo *et al.* (2021). Contrastamos el valor de la masa corporal promedio entre las categorías de dieta y los estratos de forrajeo mediante un análisis de varianza de modelo lineal generalizado, vinculando el modelo con la función del enlace de distribución gamma.

Comparamos la lista de especies compilada para San José con el número de especies esperado por distribución hipotética (Vélez *et al.* 2021). Como el compilado total acumuló cerca del 70% de las especies esperadas para todo el departamento de Guaviare (Tabla 2), lo consideramos representativo para ser comparado con otros inventarios intensivos al oriente de Colombia. Comparamos San José con 12 localidades (Información suplementaria [Tabla S2](#)): i) Serranía de Chiribiquete (Borrero 1982, Stiles *et al.* 1995, Álvarez Rebolledo *et al.* 2003, Stiles & Naranjo 2017); ii) Centro de Investigaciones Ecológicas La Macarena – CIEM (Cadena *et al.* 2000); iii) Caño Limón (Rojas & Piragua 2000); iv) Selvas de Matavén (Aldana-Domínguez *et al.* 2009, Carrillo-Chica *et al.* 2019); v) Vaupés (Stiles 2010, Carrillo-Chica *et al.* 2018); vi) San Martín (Ocampo-Peñuela & Etter 2013); vii) Inírida (Stiles & Beckers 2015); viii) Medio Putumayo - Algodón (Stotz *et al.* 2016); ix) Río Pauto (López-Ordóñez *et al.* 2013); x) Río Tame (Acevedo-Charry 2017); xi) Bajo Putumayo – Cotuhé (Jarrett *et al.* 2020); y

Tabla 2. Información general de los sitios visitados entre 2012 y 2016 en las inmediaciones de San José del Guaviare. La influencia es una aproximación de posible filiación geográfica para cada sitio: amazónico incluye bosques no inundables de *terra firme* e inundables *várzea*, y guayanés, sabanas y bosques de arenas blancas. El Índice de Huella Espacial Humana (IHEH) corresponde a los valores reportados por Correa-Ayram *et al.* (2020) para el año 2015. Los viajes de campo (expediciones) son descritos en Tabla 1. Un asterisco (*) relaciona los sitios donde adicional a observaciones se complementó el muestreo con captura de aves con redes de niebla. Para cada localidad es presentado el porcentaje de representación con relación a las esperadas por distribución (Vélez *et al.* 2021); el total de especies corresponde al 69,92% de las esperadas en esa cita.

Id	Sitio	Latitud	Longitud	Influencia	IHEH-2015	Viaje(s) de campo	Total de especies	% Velez <i>et al.</i> 2021
1	Boquerón- La Isla	2,63249	-72,57685	amazónico	31	1	92	13,57
2	Buenavista*	2,57023	-72,6649	amazónico	45	1, 4-8	221	32,60
3	Cascada Las Delicias*	2,50214	-72,74714	guayanés	31	1, 4, 5, 9	29	4,28
4	Cerro Azul	2,52983	-72,86581	guayanés	17	9	19	2,80
5	Cerro Capricho	2,36086	-72,82992	guayanés	8	9	14	2,06
6	Ciudad de Piedra-Cuevas*	2,46723	-72,70637	guayanés	11	1, 2	51	7,52
7	Diamante de las Aguas*	2,49067	-72,63587	guayanés	37	1, 2, 5	143	21,09
8	Doña Eulalia	2,52421	-72,57611	orinoqués	62	5	44	6,49
9	Embalse La María*	2,52768	-72,69157	guayanés	62	3, 7	69	10,18
10	La Pizarra	2,442	-72,70107	guayanés	8	9	7	1,03
11	Laguna Negra*	2,57403	-72,69484	amazónico	20	1-8	92	13,57
12	Nuevo Tolima	2,46287	-72,75356	guayanés	5	9	7	1,03
13	Playa Güío*	2,57624	-72,71688	amazónico	20	1-8	303	44,69
14	Pozos Naturales*	2,49595	-72,65038	guayanés	20	2, 5, 8	34	5,01
15	Puentes Naturales*	2,46723	-72,71382	guayanés	65	2, 4, 5	52	7,67
16	Río Guaviare-Río Guayabero	2,57617	-72,7716	amazónico	42	8	7	1,03
17	San José (ciudad)	2,56505	-72,64064	incierto	94	1, 3	58	8,55
18	Tranquilandia/Puerta Orión*	2,50972	-72,70605	guayanés	20	1, 4, 5, 9	62	9,14

xii) Leguízamo (Acevedo-Charry *et al.* 2021). No incluimos cuatro especies del compilado para Vaupés, Matavén y Bajo Putumayo-Yaguas que aún no cuentan con evidencia de su presencia para Colombia (Avendaño *et al.* 2017).

Unificamos los reportes de *Vireo "chivi"* y *V. olivaceus* como *Vireo olivaceus*, de *Empidonax traillii* y *E. alnorum* como *Empidonax traillii/alnorum*, así como los de *Trogon violaceus sensu lato* (incluyendo *ramonianus*) dada su dificultad de identificación en campo (Acevedo-Charry *et al.* 2021) o incertidumbre taxonómica (Acevedo-Charry 2017). Para la comparación entre las 13 localidades realizamos una ordenación dimensional no métrica escalonada (NMDS) y un análisis de agrupamiento jerárquico usando la distancia Jaccard, donde los valores más cercanos a 0 denotan una mayor similitud y los valores más

cercanos a 1 una menor similitud. Para generar estos análisis usamos las funciones *metaMDS* y *hclust* en el paquete *vegan* de R (R Core Team 2013, Oksanen *et al.* 2019), esperando un valor de estrés en la reducción multidimensional a dos dimensiones lo más bajo posible. Valores de estrés >0,20 podrían proveer muy poca representación multidimensional, <0,20 podrían ser útiles pero pueden tener poca representación, <0,10 son valores ideales y <0,05 se pueden considerar excelentes (Clarke 1993). El número de grupos dentro del agrupamiento jerárquico fue escogido usando el método "Elbow" con la función *fviz_nbclust* de los paquetes *factoextra* y *NbClust* (Charrad *et al.* 2015, Kassambara & Mundt 2017).

Adicionalmente, realizamos un análisis de afinidad biogeográfica complementario, a partir

de la identidad subespecífica de las aves recolectadas, la cual fue obtenida a partir de comparaciones con ejemplares del ICN y la consulta de fuentes literarias (Meyer de Schauensee 1951, 1964, Restall *et al.* 2007, Ayerbe-Quiñones 2018a, Christidis *et al.* 2018, Billerman *et al.* 2020), donde los taxones monotípicos fueron tratados como subespecies nominales (*e.g.*, *Crotophaga ani*). Asignamos a cada subespecie una categoría de afinidad siguiendo la propuesta de Stiles (2010), aunque realizando algunos cambios que incluyeran un ámbito geográfico más extenso y representatividad de hábitats particulares (Tabla S2). En este sentido, incorporamos una categoría que corresponde a aves indicadoras de vegetación de arena blanca y asociadas a sabanas amazónicas (Borges *et al.* 2016). Si bien la proporción de especímenes recolectados (Tabla S1) representan solo una fracción de las aves presentes en San José (~32,2%), este análisis complementario por medio de la validación de las subespecies permite tener otra aproximación regional y una inferencia de afinidades biogeográficas más detallada (Stiles 2010, Acevedo-Charry 2017). Para elaborar las figuras usamos el programa QGIS 3.4 Madeira (QGIS Development Team 2020) y el paquete *ggplot* en R (Wickham 2016), así como las paletas *viridis* (Garnier 2018) y *tanagR* (Cadena & Zapata 2021). El código en R y datos originales usados pueden consultarse en <https://github.com/OACColombia/sjg>.

Resultados

Nuestra recopilación de información de aves de San José arrojó un total de 472 especies, distribuidas en 67 familias y 26 órdenes (Tabla S1). Los registros generados antes de nuestras expediciones incluían 173 especímenes de 100 especies; 77 especímenes fueron recolectados por el fraile franciscano Alfonso C. Gil en 1961 (Olivares 1964a, 1964b), dos corresponden a

donaciones de 1984 (*Geranoaetus albicaudatus*) y 1989 (*Ara macao*), y 94 especímenes que fueron recolectados por M. Saralux Valbuena en 1999 durante un proyecto del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (Ramírez Arango *et al.* 2000).

Expediciones 2012-2016.- A partir de nuestras nueve expediciones ornitológicas registramos 454 especies, entre 123 y 262 especies por expedición (Tabla S1). Recolectamos 128 ejemplares para un total de 77 especies representadas en colecciones para San José, lo cual suma un total de 152 taxones con especímenes (32,2%). Dentro del conjunto de especies registradas se destacan algunas con pocos reportes en el territorio colombiano o de interés biogeográfico particular. Por lo tanto, presentamos a continuación información relevante y aspectos biogeográficos para 16 especies, detallando el tipo de evidencia por el cual obtuvimos cada registro, ya sea espécimen (número de catálogo ICN), registro acústico depositado en xeno-canto o registro fotográfico depositado en el álbum [Flickr](#) del proyecto.

Podilymbus podiceps.- El 15 de febrero de 2013 registramos visualmente a un individuo nadando y forrajeando en el Embalse La María. Esta es una especie de zambullidor común a lo largo de Suramérica y en el territorio colombiano al occidente de los Andes, pero considerado inusual en la región amazónica. Habita lagos y lagunas de diferente tamaño donde se alimenta de peces, pequeños anfibios e insectos, y es común verlo en áreas abiertas sobre el agua, lo que lo hace una especie fácil de observar cuando está presente. Los registros más cercanos se encuentran en la cuenca del río Meta aproximadamente 200km al norte y los más recientes sugieren extensiones importantes de distribución en los llanos de la Orinoquia y la Amazonia colombiana (Murillo-Pacheco & Bonilla

-Rojas 2016, Muller & Storer 2020).

Dromococcyx phasianellus.- Registramos esta especie en el sendero Buenavista los días 9 y 10 de octubre de 2013 y en Playa Güío el 20 de marzo de 2014. Esta especie fue fotografiada por WR (<https://ebird.org/view/checklist/S36873990>) en Laguna Chiquita y registrada en Laguna La María por FGS, lugares que incluimos en nuestro sitio de muestreo Buenavista. Adicionalmente realizamos un registro auditivo en Playa Güío el 17 de marzo de 2014 (<https://ebird.org/view/checklist/S17787627>). A pesar de su amplia distribución, este cuculido puede estar pasando desapercibido debido a su comportamiento sigiloso. Frecuenta bosques de zonas bajas, incluso con algún grado de intervención como bordes y bosques secundarios. Es una especie poco conocida pero que puede ser más común de lo pensado para Colombia, la cual además ha sido registrada continuamente después de nuestro trabajo en campo (ver <https://www.xeno-canto.org/383390>).

Polytmus theresiae.- Observamos este colibrí en Buenavista, El Embalse La María, Laguna Negra y Tranquilandia, también recolectamos un espécimen en Laguna Negra el 23 de marzo de 2014 (ICN-38916). Esta especie habita bordes de bosques y sabanas arenosas con árboles dispersos en zonas bajas. En Colombia se conoce de especímenes de áreas próximas al río Orinoco, en el ecotono Llanos-Amazonia en Vichada (IAvH -A-14219, 14220, 14278, 14450 y 14460), en el Parque Nacional Natural (PNN) Serranía de Chiribiquete en Caquetá (IAvH-A-11285, 11468; Álvarez *et al.* 2003) y Guaviare (ICN-39662, 39674; Stiles & Naranjo 2017). Al extremo oriental de Colombia hay registros visuales y especímenes en Inírida (Stiles y Beckers 2017), así como especímenes del río Atabapo en Guainía (IAvH-A-4459), y dos especímenes de Mitú en Vaupés, donde también hay registros visuales (<https://ebird.org/view/checklist/S44169323>, IAvH-A-1165,

1194). Existe un único registro para el departamento de Amazonas del año 2017 (<https://ebird.org/view/checklist/S34892693>). En este contexto, nuestro registro llena un vacío en su distribución puntual por cerca de 300km desde el sur y el oriente, lo que sugiere que esta especie está ampliamente distribuida en todo el oriente colombiano. Sin embargo, siempre se encuentra en o cerca de sabanas de arena blanca de origen guayanés, lo que ha llevado a considerarlo un indicador de vegetación asociada a este tipo de ecosistemas en la Amazonia (Borges *et al.* 2016).

Calliphlox amethystina.- Registramos este colibrí en Playa Güío el 25 de junio, el 20 de octubre de 2012 y el 18 de marzo de 2014. Esta especie cuenta con algunos registros cerca de Inírida (Guainía) y Mitú (Vaupés). Su presencia estaba reportada únicamente en el extremo oriental y sur del país, a lo largo del borde limítrofe con Venezuela, Brasil y Perú (Ayerbe-Quiñones 2018b), donde puede ser estacional e irregular (Hilty & Brown 1986), por lo que nuestros registros amplían cerca de 300km su distribución al noroeste de la Amazonia colombiana. Esta especie habita una gran variedad de ambientes, desde bordes de bosque húmedo, hasta sabanas y matorrales, pero es poco abundante en el interior de los bosques (Züchner & Kirwan 2020).

Hylocharis sapphirina.- Observamos este colibrí en el bosque inundable de Buenavista entre el 28 de junio y el 4 de julio de 2013. A pesar de que nuestra observación no contó con confirmación como espécimen o foto, otros registros previos de la especie en Guaviare podrían apoyar nuestro registro, como las dos observaciones en "DataAves" para la Reserva Natural Nacional Nukak y un reciente registro en Puerto Arturo (<https://ebird.org/view/checklist/S38218210>). Es posible que esta especie realice movimientos estacionales locales, lo cual hace que su presencia al extremo norte de su distribución resulte

actualmente impredecible (Schuchmann *et al.* 2020). Previamente solo se había reportado al suroriente de la región amazónica de Colombia, en Caquetá y Vaupés (Hilty & Brown 1986), pero recientes hipótesis de distribución la ubican para San José (Ayerbe-Quiñones 2018a). Al parecer prefiere bordes y claros de bosque húmedo, incluyendo crecimiento secundario o rastrojos entre campos agrícolas abandonados (Restall *et al.* 2007). Nuestro registro amplía su distribución conocida por algo más de 200km hacia el norte y confirma su presencia al norte de la Amazonia.

Pelecanus occidentalis.- Observamos un individuo por varios días en febrero de 2013 en el puerto de la ciudad de San José ubicado sobre el río Guaviare (Fig. 3A). A pesar de ser una especie ampliamente distribuida en las aguas costeras de Suramérica (Almeida-Santos *et al.* 2015, Shields 2020), en Colombia los registros en aguas continentales son raros (Restall *et al.* 2007). Hay algunos registros cerca de Popayán y Bogotá (Hilty & Brown 1986), y se considera vagante en algunos lugares de los Andes (Jahn *et al.* 2010), así como en aguas continentales de la Amazonia oriental brasileña (Almeida-Santos *et al.* 2015). Nuestro registro es el primero para el noroeste de la Amazonia.

Nonnula brunnea.- Escuchamos, observamos y

recolectamos un macho adulto en el borde de bosque de *várzea* en Laguna Negra el 6 de octubre de 2013 (ICN-38845). Esta especie se considera de distribución restringida, además de rara a lo largo de su distribución. Habita desde el sotobosque hasta el subdosel de bosques húmedos principalmente no inundables o de *terra firme*, pero también vegetación de crecimiento secundario (Rasmussen *et al.* 2020). En Colombia se le conoce por registros del río San Miguel (Sucumbíos), en Nariño (Hilty & Brown 1986), por registros no documentados en Mesetas (<http://datos.biodiversidad.co/search?scientificName=Nonnula%20brunnea>), especímenes en el PNN Sierra de La Macarena municipio de La Macarena (IAvH-A-7034), al sur del PNN Tinigua (IAvH-A-17116), en Meta, y recientemente de Belén de los Andaquíes, Caquetá y el municipio de Piamonte, Cauca (<https://ebird.org/checklist/S82195648>).

Falco deiroleucus.- Registramos este halcón en Cerro Azul el 21 de octubre de 2016 (Fig. 3B). A pesar de su amplia distribución en bosques húmedos de tierras bajas de Suramérica, este halcón cuenta con pocos registros en Colombia, concentrados en los piedemontes andinos y el PNN Sierra de La Macarena (Hilty & Brown 1986, Cadena *et al.* 2000). Es una especie considerada



Figura 3. Tres especies de San José del Guaviare para las cuales reportamos amplitud de rango de distribución o particularidad biogeográfica. (A) *Pelecanus occidentalis* (foto W. Ramírez) (B) *Falco deiroleucus* (foto J. P. López) (C) *Turdus lawrencii* (foto W. Ramírez).

como casi amenazada (NT) a nivel internacional (BirdLife 2016) y con datos deficientes (DD) para Colombia (Renjifo *et al.* 2016). Recientes reportes para el departamento de Guaviare confirman nuestro registro (Arredondo-M. *et al.* 2020).

***Schiffornis major*.**- Recolectamos un espécimen en Buenavista el 25 de marzo de 2014 (ICN-38921). Aunque es una especie ampliamente distribuida en gran parte de la Amazonia colombiana, especialmente en la parte oriental y sur (Hilty & Brown 1986, Ayerbe-Quiñones 2018a, Acevedo-Charry *et al.* 2021), esta cuenta con pocos registros detallados en la parte mas septentrional de su distribución; donde se destacan reportes de la "Serranía de Naquén" (Newman 1992, citado en Stiles & Beckers 2015), en Mitú e Inírida (Stiles & Beckers 2015). Esta especie habita bosques inundables (*várzea*), generalmente debajo de los 300m de elevación (Snow 2020).

***Pachyramphus cinnamomeus*.**- Registramos esta especie en Buenavista, Laguna Negra y Playa Güío, durante varios días entre el 13 y el 17 de febrero, el 1 y 14 de octubre de 2013, el 14 y 27 de marzo, y el 23 y 30 de septiembre de 2014. Esta es una especie ampliamente distribuida y común en el piedemonte de la región Orinoquia de Colombia (Hilty & Brown 1986). Habita principalmente los bordes de bosque húmedo, ripario y de crecimiento secundario (Moblely 2020a). Este es el primer registro confirmado en la Amazonia colombiana y más alejado de la cordillera, extendiendo su distribución por cerca de 250km hacia el suroriente.

***Tolmomyias traylori*.**- Recolectamos un individuo en Playa Güío el 22 de octubre de 2012 (ICN-38688) y observamos varios individuos entre el 13 y el 23 de febrero de 2013 (Fig. 4A). De hecho, una pareja fue observada construyendo un nido el 13 de febrero de 2013 (Fig. 4B). Más tarde en

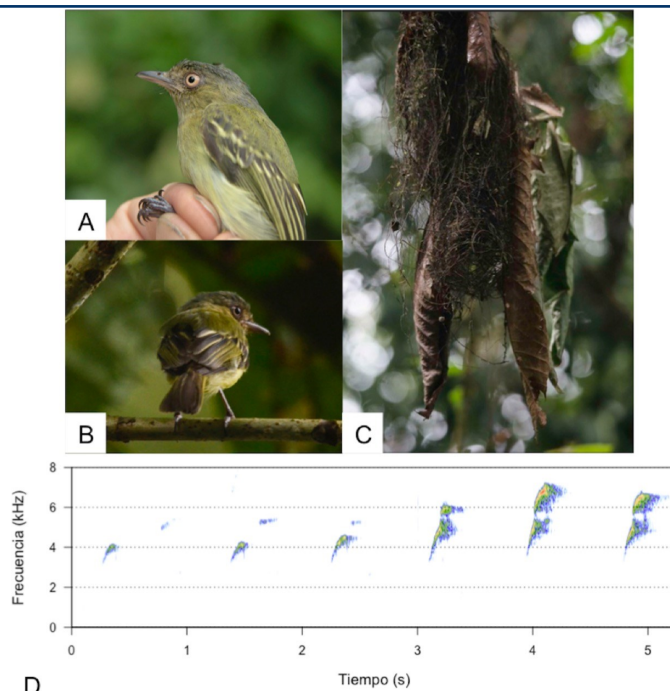


Figura 4. *Tolmomyias traylori* en Playa Güío, San José del Guaviare (A) individuo capturado y colectado (ICN-38686) en octubre de 2012 (B) individuo visto cerca de un nido activo en febrero 2013 (C) Nido activo (D) Sonograma (espectrograma) de la vocalización de *T. traylori* (canto completo en [XC425026](https://www.xeno-canto.org/425026)), las zonas más cálidas indican mayor energía (amplitud).

ese mes de febrero los dos adultos llevaban comida al nido y a pocos días un volantón salió del nido. El nido colgaba de la parte distal de una rama baja de un árbol conocido localmente como "vara santa", *Triplaris cf. americana* (Polygonacea), a 10m de altura del piso (Fig. 4C). La vocalización de esta especie es una serie de seis notas que van incrementando en frecuencia e intensidad (Fig. 4D). Este atrapamoscas está presente en la Amazonia occidental al norte de Perú, la base oriental de los Andes ecuatorianos y al sur de Colombia (Schulenberg & Parker 1997, Restall *et al.* 2007). Nuestro registro es el más septentrional para la especie, ampliando su rango alrededor de 400km hacia el nororiente de su distribución conocida.

***Elaenia spectabilis*.**- Durante los muestreos logramos dos registros de esta migratoria austral. Una observación de un individuo posado en la

copa de un árbol de mediana altura en Boquerón-La Isla el 12 de junio 2012 y un individuo recolectado en Laguna Negra el 10 junio 2013 (ICN-38844), los dos en ambientes de bosque secundario. Esta especie cuenta con pocos registros en Colombia y la mayoría corresponden al extremo sur, en cercanías de Leticia y Puerto Nariño en el departamento del Amazonas. Nuestros registros representan las observaciones más al norte dentro de su área de migración y cuyo registro más cercano es de Mitú en Vaupés el año 2011 (<https://ebird.org/checklist/S26147662>). Es una especie que requiere observación de detalles en pico, barras alares y corona para su determinación y posiblemente está pasando desapercibida en varios sectores de la Amazonía.

Myiopagis flavivertex.- Observamos, grabamos, capturamos y recolectamos esta especie en Playa Güío el 20 de octubre de 2012 (ICN-38683). Hasta donde sabemos, este es el único espécimen de la especie para Colombia. Recientemente, esta especie ha sido ampliamente registrada en Guaviare (Ramírez *et al.* 2018). Es un ave que puede habitar bosques inundables (*várzea*), incluyendo bordes de lagunas amazónicas (cochas), y zonas arenosas o de suelos pobres (Fitzpatrick 2020), buscando insectos y frutas, solitario o en parejas pero nunca en bandadas mixtas, y su canto es un indicador confiable para diferenciarlo de otras especies similares (Ridgely & Tudor 2009).

Conopias parvus.- Reportamos dos individuos en un potrero con árboles aislados en Buenavista el 29 de junio de 2013. Este atrapamoscas tiene muy pocos registros en Colombia, los más cercanos a San José son del río Amú al sur del PNN Serranía de Chiribiquete (IAvH-A-11555) y en el medio río Apaporis (Stiles 2010). Cuenta además con registros de observación en La Pedrera, al norte del departamento de Amazonas. Nuestro registro

amplía unos 300km hacia el norte su distribución, la cual puede ascender incluso hasta el departamento del Meta (<https://ebird.org/view/checklist/S34737062>). Esta especie generalmente es observada en el dosel y borde de bosques húmedos y algunas veces en árboles de zonas abiertas buscando insectos en parejas, grupos familiares o en bandadas mixtas (Mobley 2020b).

Turdus lawrencii.- Avistamos esta mirla en el interior de un bosque inundable en Buenavista el 18 de marzo de 2014 (Fig. 3C). La distribución geográfica en Hilty & Brown (1986) muestra un enorme vacío al norte de la Amazonia colombiana, con pocos puntos restringidos a Leticia y Puerto Asís, en Amazonas y Putumayo (Fitzpatrick & Willard 1982), así como observaciones cerca de Mitú. Existen especímenes provenientes del río Amacayacu en Amazonas (IAvH-A-1453), otros del piedemonte andino amazónico de Nariño y Putumayo (IAvH-A-10344, IAvH-CSA-3870, 3871, y 3872), del río Mirití-Paraná (IAvH-A-7296) y del PNN Serranía de Chiribiquete en Caquetá (IAvH-A-11637 y otros 14 más en [IAvH-CSA](#)). Nuestro registro confirma su presencia al norte de la región Amazonia de Colombia, lo cual ya es postulado en recientes hipótesis de distribución (Ayerbe-Quiñones 2018a). Debido a que esta especie se encuentra en interior de bosques, particularmente en el dosel, y puede ser fácilmente confundida con otras aves del género *Turdus*, pensamos que la especie puede estar siendo mal identificada y posiblemente tiene una distribución más continua de lo que parece.

Tangara callophrys.- FGS encontró esta especie en los Puentes Naturales el 29 junio de 2013, forrajeando en una bandada mixta con *T. velia*, comportamiento que ha sido reportado con cierta frecuencia (Newman 1982, citado en Stiles & Beckers 2015). La distribución propuesta por Hilty & Brown (1986) para esta especie también

presenta un gran vacío de información en toda la Amazonía colombiana, teniendo registros solo en la base del piedemonte de Nariño y Putumayo. Recientemente ha sido registrada en Inírida (Stiles & Beckers 2015), proponiendo hipótesis de distribución para toda la región amazónica (Ayerbe-Quiñones 2018a). Nuestro registro es uno de los más septentrionales de su distribución, y confirma un posible continuo de distribución en toda la región de la Amazonia colombiana.

***Zonotrichia capensis*.**- Entre el 25-27 de octubre de 2012 registramos esta especie en Ciudad de Piedra, serranía de La Lindosa, donde logramos recolectar dos individuos (ICN-38710 y ICN-38711). Adicionalmente realizamos varios avistamientos de la especie; dos en el mismo sitio de las colectas el 25 de junio de 2012 (<https://ebird.org/checklist/S28931533>) y 29 de noviembre de 2014 (<https://ebird.org/checklist/S28963754>), y una en Puentes Naturales del 25 de junio de 2013 (<https://ebird.org/checklist/S27803184>). Esta especie fue observada y recolectada en zonas abiertas de sabanas casmófitas, con un comportamiento esquivo, muy diferente a la subespecie *Z. c. costaricensis* de los Andes (Stiles & Beckers 2015). Los especímenes recolectados en La Lindosa son muy cercanos en tamaño y patrón con la subespecie *Z. c. bonnetiana*, de Inírida, Chiribiquete, Vaupés (Stiles 1995) y Matavén en Vichada (IAvH-A-14237, 14273), los cuales son más pequeños y finamente listados en comparación con los ejemplares de *Z. c. aff. roraimae* recolectados al sur de la Macarena (Olivares 1962), donde el río Guayabero llega a la planicie amazónica. Aquellos especímenes del sur de la Macarena también difieren, por lo menos en tamaño, de *Z. c. roraimae* de los Pantepui (Stiles 1995). Estudios filogeográficos de esta especie en la Amazonía colombiana resultarían muy interesantes; de hecho, aún es necesaria una serie de ejemplares del sur de la Macarena con buen estado del plumaje y sonidos asociados para

poder confirmar su identidad taxonómica a nivel subespecífico.

Composición de especies.- El 13,3% de las 472 especies reportadas pertenecen a la familia Tyrannidae (63 especies), seguida en riqueza de especies por Thraupidae (43), Thamnophilidae (31), Accipitridae (23), Trochilidae (23), Furnariidae (19), Psittacidae (16) e Icteridae (15). La mayoría de las especies se alimentan de invertebrados (236 especies), seguidas por las aves que se alimentan de frutos o néctar (83), luego por las omnívoras (61), las carnívoras o carroñeras (54) y finalmente las que se alimentan de plantas o semillas (37). Las especies de aves representaron diferentes estratos de forrajeo, ciertas aves con representatividad completa para algún estrato (e.g., todas las Tinamidae solo ocupan el piso) y otras hasta en cinco estratos diferentes (e.g., *Spizaeetus* spp. entre 10-30% de ocupación en piso, sotobosque, estrato medio, dosel y estrato aéreo). Al evaluar diferentes combinaciones de dieta y estrato, la categoría con más especies fue la de especies que se alimentan de invertebrados en el estrato medio, en sotobosque y el suelo (Fig. 5), seguida por frugívoros y nectarívoros del estrato medio. Algunas combinaciones tuvieron máximo dos o ningún representante, como especies que se alimenten de plantas o semillas en el estrato aéreo. La masa corporal fue significativamente diferente entre los grupos de dieta ($F_{1-4} = 109,4$; $p < 0,001$), siendo las aves carnívoras y carroñeras las más grandes (i.e., de mayor masa corporal promedio) en comparación con los otros cuatro grupos (Fig. 5; Información Suplementaria Fig. S1). Así mismo, entre los estratos de forrajeo ($F_{1-6} = 25,9$; $p < 0,001$), concentrando las masas más grandes en estratos relacionados al agua (sobre o dentro de agua). En los estratos terrestres, las aves de piso fueron significativamente más grandes que el resto, pero manteniendo similitud en peso con estrato aéreo y dentro del agua (Fig. 5; Información

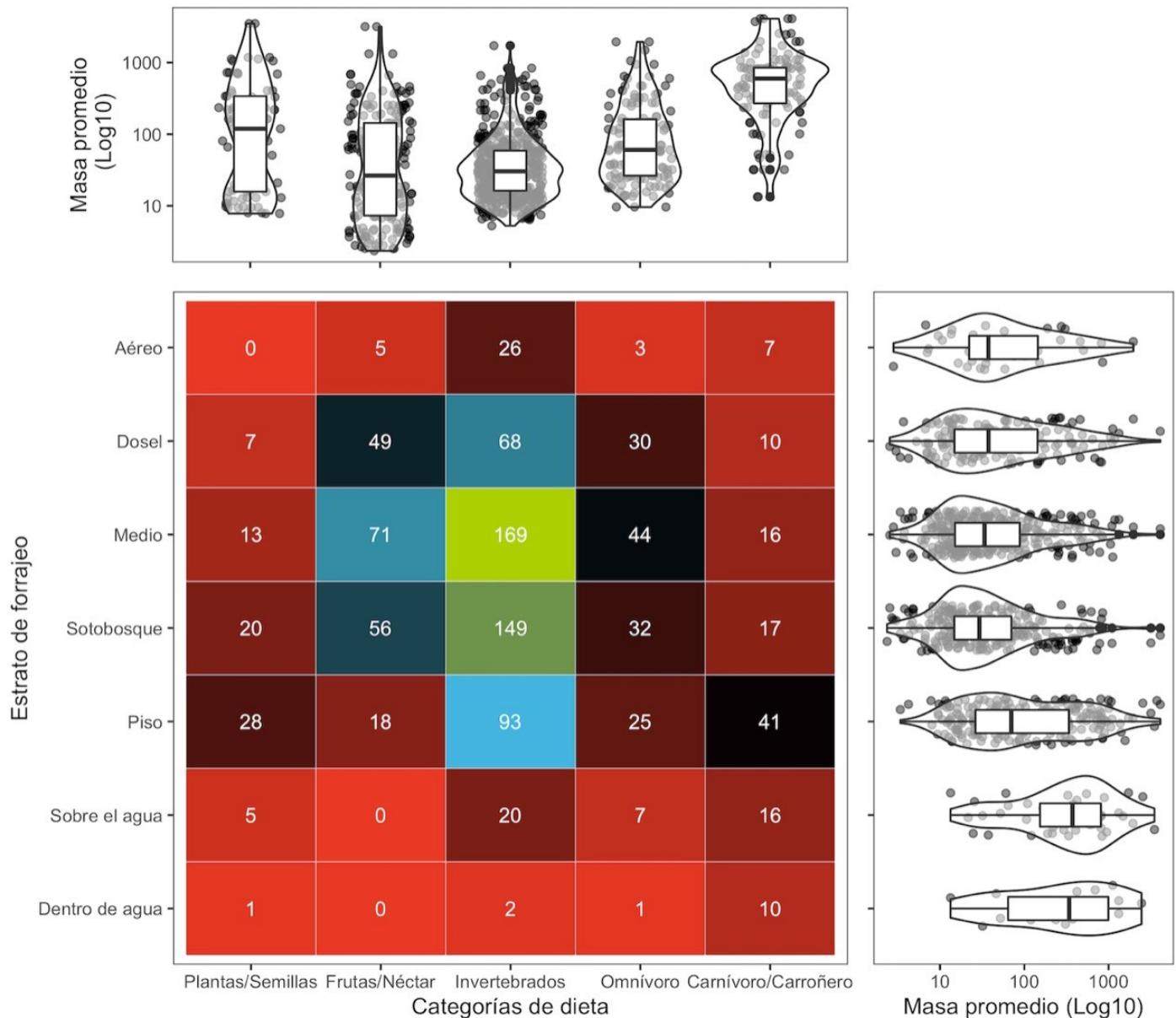


Figura 5. Composición de especies de San José del Guaviare en términos de categorías de dieta, estratos de forrajeo y masa corporal. Los diagramas de cajas y bigotes superior y lateral representan la distribución de masa corporal para cada categoría de dieta y estrato de forrajeo, respectivamente. La caja representa el rango intercuartílico (IQR; 50% de los datos), la línea externa (bigote) se extiende hasta $\pm 1,5$ veces el IQR. Mapa de calor resalta el número de especies de aves para cada intersección entre categoría de dietas y estrato de forrajeo, paleta de colores del paquete *tanagR* (Cadena & Zapata 2021).

Suplementaria Fig. S2).

Afinidades biogeográficas.- La comparación entre la avifauna de San José y las 12 localidades al oriente de Colombia (Fig. 6A) mostró una segregación en la composición de especies de aves en las trece localidades analizadas a partir de la ordenación NMDS (Fig. 6B), soportada por un estrés para dos dimensiones de 0,062 que

puede considerarse de ajuste ideal a excelente en la reducción multidimensional (Clarke 1993). A partir del análisis de agrupamiento jerárquico por el método "Elbow" logramos identificar seis grupos (Figs. 6B y 6C; Información Suplementaria Fig. S3), los cuales se diferenciaron significativamente entre ellos (función *envfit* $r^2 = 0,984$; $p < 0,001$). Al lado negativo del eje 1 de la ordenación, con mayor similitud de Jaccard

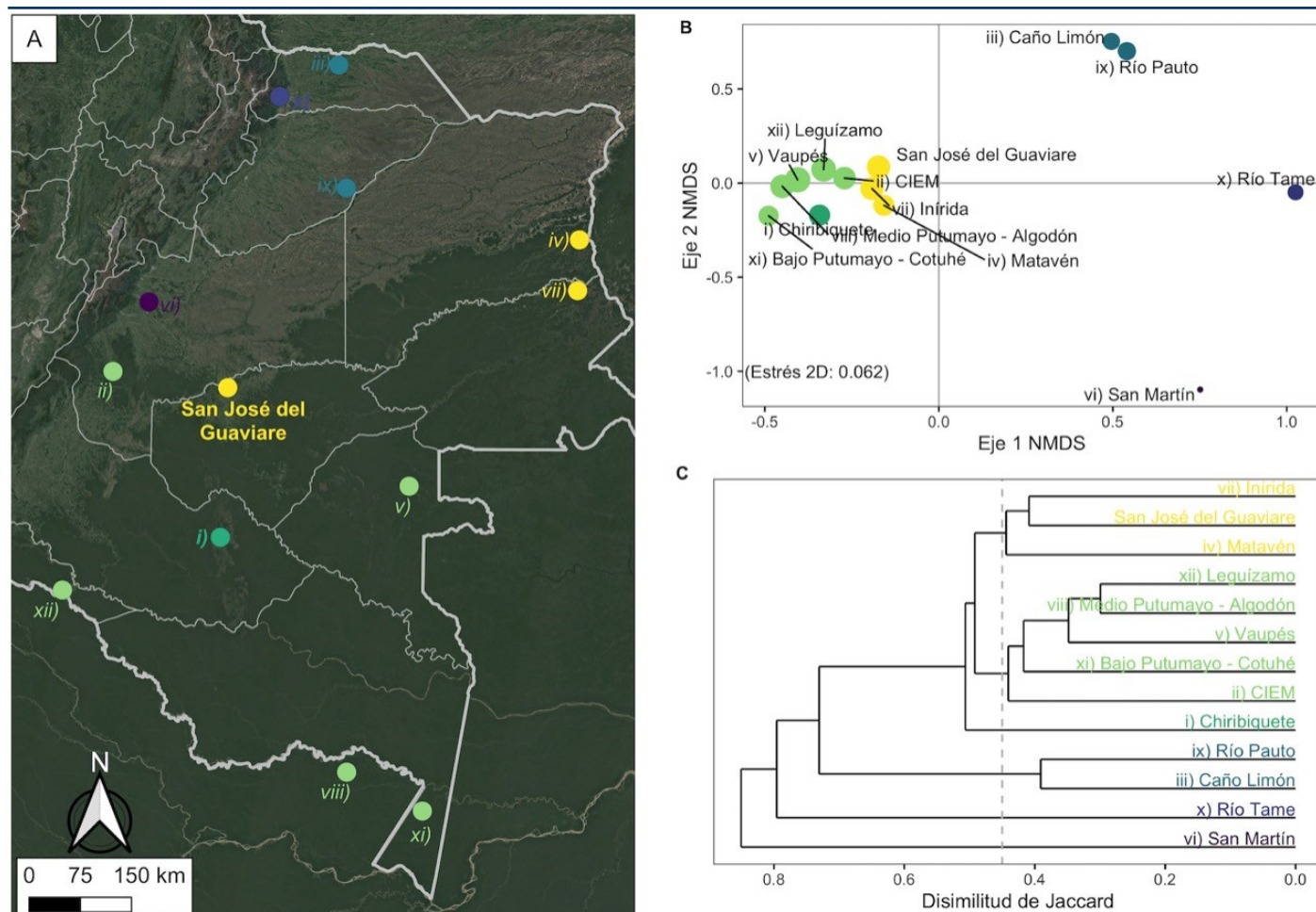


Figura 6. Análisis de composición de aves al oriente de Colombia, comparando San José del Guaviare con otros 12 sitios (n= 875 especies) **(A)** Mapa de ubicación de los sitios: i) Chiribiquete; ii) Centro de Investigaciones Ecológicas Macarena – CIEM; iii) Caño Limón; iv) Selvas de Matavén; v) Vaupés; vi) San Martín; vii) Inírida; viii) Medio Putumayo - Algodón; ix) Río Pauto; x) Río Tame; xi) Bajo Putumayo – Cotuhé; y xii) Leguízamo. En cada punto el color denota el agrupamiento jerárquico por composición **(B)** Ordenación por escalonamiento dimensional no métrico (NMDS) basado en distancia de disimilitud de Jaccard entre las listas usadas. El tamaño de cada punto representa la riqueza reportada (91-566 especies) **(C)** Análisis de agrupamiento jerárquico a partir de disimilitud de Jaccard. Los agrupamientos se centraron con valores menores a 0,425 (línea discontinua gris). El color de letra representa los agrupamientos.

(valores cercanos a cero) estuvieron tres grupos: 1) San José del Guaviare junto a Inírida (vii) y Matavén (iv); 2) Leguízamo (xii), Medio Putumayo – Algodón (viii), Vaupés (v), Bajo Putumayo – Cotuhé (xi) y CIEM (ii); y 3) Chiribiquete (i). El siguiente grupo, incluyó los llanos de la Orinoquía con Caño Limón (iii) y Río Pauto (ix). Las dos localidades del piedemonte llanero (Río Tame (x) y San Martín (vi)) tuvieron poca similitud con las otras localidades (valores cercanos a 1). Los agrupamientos indicaron una alta similitud entre los grupos formados (valores <0,45).

En el análisis complementario de afinidades de las subespecies encontramos diferentes afinidades biogeográficas (Información suplementaria Fig. S4). El 31,6% de los taxones recolectados (48) tienen una distribución amplia a lo largo de la Amazonia (AA). El 23% de los taxones presentaron una afinidad hacia las zonas bajas a ambos lados de los Andes (AD), y el tercer mayor grupo (15,8%) presentó una asociación a las zonas bajas de Amazonia y Orinoquía (DOA). Las otras categorías de afiliación, Amazonia occidental (AO), oriental (AE) y de los llanos (LL)

no superaron el 10% de representatividad de acuerdo con los especímenes coleccionados. Algunas aves recolectadas incluyeron más de un patrón de distribución. Por ejemplo, aves con afinidad a los llanos y Amazonia occidental (LL-AO) o aves ampliamente distribuidas a ambos lados de los Andes que también presentaron asociación a sabanas amazónicas (AD-SA); ambas combinaciones de afinidad con no más del 2,0% del total, que fue el mismo patrón encontrado para las aves con afiliación de Amazonia media (AM). Las afiliaciones compartidas entre llanos y Amazonia oriental (LL-AE) tuvieron la misma representatividad que las aves indicadoras de vegetación de arenas blancas (WSV; 1,3%). Tan solo tres especies registradas fueron representativas del área de endemismo Imeri (*Picumnus pumilus*, *Hypocnemis flavescens* y *Myrmotherula cherriei*), mientras que *Lepidothrix coronata caquetae* y *Tolmomyias traylorii* representaron el área de endemismo del norte de Amazonas–Napo ([Tabla S3](#)).

Discusión

En este estudio presentamos una lista compilada de aves de San José del Guaviare a partir de múltiples fuentes de información que incluyeron la búsqueda de registros previos disponibles en la literatura (incluyendo literatura gris) y en plataformas de ciencia participativa; además de la revisión de especímenes depositados en la colección del ICN y nueve expediciones ornitológicas. Con base en este insumo, describimos la distribución de las categorías de dieta, los estratos de forrajeo y la masa corporal de las aves de San José. Registramos una alta riqueza de aves para San José, representada por 472 especies que corresponden al ~25% de las aves de Colombia. Como nuestra lista alcanzó casi el 70% de las especies esperadas para todo el departamento de Guaviare (Vélez *et al.* 2021), comparamos con 12 localidades al oriente de

Colombia, resaltando la similitud de la comunidad de aves de San José con Inírida (Stiles & Beckers 2015) y Selvas de Matavén (Aldana-Domínguez *et al.* 2009, Carrillo-Chica *et al.* 2019). Proporcionamos, además, un análisis de afinidades biogeográficas a partir de 152 especies recolectadas. Un listado previo para San José reportó 300 especies de aves (Arredondo-M. *et al.* 2020), las cuales reportamos en su totalidad exceptuando *Myrmoborus leucophrys* y *Psarocolius viridis*. Aunque nuestro muestreo incluyó un intervalo temporal relativamente largo (2012-2016), en la actualidad más especies continúan siendo reportadas por observadores de aves y grupos ornitológicos regionales (Ramírez *et al.* 2018, Ramírez Riaño *et al.* 2020).

Composición de especies y Afinidades Biogeográficas.-

Del total de las 472 especies registradas para San José, entre 2012-2016 logramos reportar 454 especies, lo cual da cuenta de la importancia de realizar inventarios actualizados y a largo plazo incluso en lugares con alguna representación de especímenes en colecciones biológicas. Aún así, en futuros estudios en la región se podrían emplear metodologías de muestreo pasivo, como foto trapeo o muestreo acústico pasivo (Deichmann *et al.* 2018), para aumentar la probabilidad de detección de algunas especies de gran porte (Brennan 2004) o de vocalizaciones cripticas cuya actividad acústica es altamente variable a lo largo de un ciclo anual (Pérez-Granados *et al.* (2020, Pérez-Granados & Schuchmann 2021). Por ejemplo, Pérez-Granados *et al.* (2020) estudiaron la actividad acústica diaria y anual de *Crypturellus undulatus* en el Pantanal brasileiro, una de las especies más comunes que registramos en San José, encontrando actividad acústica diferencial en varios meses e incluso vocalizaciones durante las noches, lo cual parece estar asociado con temperatura y ciclos lunares (Pérez-Granados & Schuchmann 2021). Cómo se comporta la

fenología acústica de esta (y muchas más) especie(s) en las localidades más septentrionales, como San José, es aún un misterio.

Por otra parte, en cuanto a la distribución de la avifauna con respecto a su masa corporal, el estrato de forrajeo y la dieta, nuestros resultados revelan una dominancia de especies consumidoras de invertebrados de estratos medios y sotobosque de tamaño pequeño a mediano, un patrón que podría ser típico de las avifaunas de bosques de tierras bajas tropicales (Acevedo-Charry *et al.* 2021). Por ejemplo, la dominancia de especies insectívoras en una parcela de 100ha cerca de Manaus, Brasil, fue evidente, aunque la biomasa de esa avifauna estuvo dominada por frugívoros y granívoros (Johnson *et al.* 2011). En nuestros resultados tuvimos aves de gran porte (>1,00kg), como Accipitriformes (promedio, \bar{X} , para seis especies, n , de 1,75kg), Cathartiformes ($n = 4$, $\bar{X} = 2,02$ kg) o Pelecaniformes ($n = 4$, $\bar{X} = 1,85$ kg), que estuvieron representados tanto en ambientes terrestres como acuáticos. Las frugívoras y granívoras más grandes en nuestro estudio fueron los crácidos *Crax alector* ($\bar{X} = 3,18$ kg) y *Penelope jacquacu* ($\bar{X} = 1,33$ kg), mientras tres guacamayas de gran porte no superaron el peso promedio de 1,50kg. Entre las águilas de gran porte, destacamos las dos más grandes y casi amenazadas (*Harpia harpyja* $\bar{X} = 4,11$ kg, y *Morphnus gujanensis*, $\bar{X} = 1,97$ kg) principalmente en el estrato medio y dosel, pero moviéndose al suelo y el estrato aéreo.

Varios estudios han sugerido una asociación entre el nicho trófico que ocupan las aves con su susceptibilidad a extinción local (Renjifo 1999, Şekercioğlu *et al.* 2004). Por ejemplo, en una localidad de los Andes de Colombia las especies de rapaces diurnas del interior del bosque, los insectívoros terrestres y frugívoras grandes de

dosel fueron los más sensibles a la deforestación y fragmentación (Renjifo 1999). Por otro lado, en tierras bajas del Amazonas los insectívoros de sotobosque o terrestres fueron los más sensibles (Stouffer *et al.* 2021). Además, con los procesos asociados a la deforestación y el establecimiento de asentamientos humanos no solo se generan cambios en la estructura de la vegetación que afectan la organización trófica de las avifaunas (Renjifo 2001, dos Anjos *et al.* 2004), sino que también generan una puerta de entrada que facilita la expansión del ámbito de distribución de especies que se ven beneficiadas por procesos asociados con la expansión de asentamientos urbanos y campos para agricultura o ganadería (Stiles *et al.* 1999, Acevedo-Charry *et al.* 2018). Especies como *Sturnella magna*, *Rupornis magnirostris*, o *Arremonops conirostris* a su vez también pueden modificar la organización trófica o estructura funcional de la avifauna regional (Renjifo 2001, dos Anjos *et al.* 2004, Şekercioğlu *et al.* 2004, Gómez *et al.* 2021). Por ejemplo, en las áreas más intervenidas de nuestra área de estudio (San José IHEH 94, Puentes Naturales IHEH 65) es evidente la ausencia de grupos de aves carnívoras de gran porte o de insectívoros de sotobosque. Dado que la región de San José actualmente está sometida a procesos intensos de colonización y deforestación a gran escala, es crucial que futuros estudios aborden desde una perspectiva funcional el impacto de dichos procesos en la organización y estructura de la avifauna local, en particular identificar rasgos que determinan la susceptibilidad y resiliencia a dichos procesos (Stouffer *et al.* 2021).

La ordenación por escalonamiento (NMDS), evidenció similitudes de la comunidad total de aves de San José de forma gradual con lugares en ecotonos al extremo oriental de Colombia, luego con localidades "típicas" amazónicas y finalmente con localidades orinoquenses (Fig 6). Aunque San José cuenta con una alta

heterogeneidad ambiental local que puede incrementar la diversidad de aves del lugar (Morales-Martínez *et al.* 2020), y a pesar de que nuestra comparación incluyó localidades amazónicas (e.g., CIEM), así como algunas altamente heterogéneas relativamente cercanas (i.e., Chiribiquete), su composición a nivel de especies se asemeja más con lugares al extremo oriental de Colombia (Inírida y Matavén). Lo anterior nos sugiere una mayor semejanza ecológica con otras zonas de ecotono regional, que con aquellas de influencia totalmente amazónica pero más cercanas.

La alta riqueza de especies de aves en San José está asociada con la convergencia de diferentes regiones biogeográficas (i.e., Amazonia, Orinoquia y Guayana). En un contexto evolutivo, la heterogeneidad ambiental en ecotonos regionales incrementa las tasas de especiación al generar presiones selectivas diferenciales en poblaciones a lado y lado del ecotono, lo cual, a mayor escala espacial se convierte en un mecanismo de especiación que puede influenciar incluso el flujo genético entre las poblaciones (Smith *et al.* 2014). Los ecotonos pueden actuar como una barrera entre algunas poblaciones diferenciadas, manteniéndolas aisladas o con un flujo genético "controlado" (Moore 1977, Burkle *et al.* 2003). Entonces, al removerse esas barreras, por ejemplo por la deforestación, es promovida la hibridación y modificación del flujo genético entre diferentes especies, tal como ha sido sugerido en otras áreas deforestadas de Colombia (Carantón-Ayala *et al.* 2018). La presencia de especies y subespecies de diferentes afinidades (Figs. 6 y S4) ilustra la importancia ambiental y biogeográfica de la región de San José como zona de transición entre regiones geográficas. De hecho, parece que desde el río Ariari hasta San José y a lo largo del río Guaviare, podría haber una zona de intergradación entre diferentes especies y subespecies hasta los límites orientales de

Colombia. Qué tanto flujo genético ocurre en esta zona ecotónica será tema de investigación futura al oriente del país.

Limitaciones metodológicas.- Si bien este trabajo recopila y analiza información sobre la comunidad de aves de San José, es importante mencionar que presenta algunas limitaciones asociadas con el tipo de muestreo que impidieron obtener estimadores de riqueza y completitud del muestreo (Cultid-Medina & Escobar 2019) y que son fundamentales para realizar comparaciones entre múltiples comunidades. En primer lugar, las expediciones fueron realizadas en una ventana de tiempo muy amplia, por diferentes investigadores, y el número de investigadores por expedición no fue constante. En segundo lugar, los métodos de campo y esfuerzo no fueron consistentes durante los diferentes años. Por ejemplo, en unas expediciones se realizaron más grabaciones o se usó una jornada más extensa de captura con redes de niebla. Por estas razones, optamos no usar estimadores de riqueza, ya que no contamos con la información necesaria para ello debido a la heterogeneidad de datos y a que se violan los supuestos básicos de ese tipo de análisis como lo son la homogeneidad del esfuerzo, método de muestreo, y observadores a lo largo del tiempo (Cultid-Medina & Escobar 2019).

Por otra parte, nuestras observaciones estuvieron concentradas en muestreos diurnos, debido a motivos de seguridad. Para futuras expediciones recomendamos caminatas nocturnas o iniciar muestreo antes del amanecer para incluir aves nocturnas a la lista de San José. Igualmente, muestreos entre diciembre y marzo, y entre mayo y julio, podrán aportar más información sobre especies migratorias, boreales y australes, respectivamente. De hecho, monitoreos continuos y estandarizados podría aportar información sobre movimientos intratropicales (Acevedo-Charry *et al.* 2020). Como ya

mencionamos, el uso de nuevas tecnologías como monitoreo acústico pasivo (Goyette *et al.* 2011), pueden apoyar las dinámicas de monitoreo a largo plazo para las aves de San José (Deichmann *et al.* 2018). Adicionalmente, futuras aproximaciones a entender la estructura de la comunidad de aves deberán incluir métodos estandarizados, como lo son los muestreos por puntos de conteo de radio fijo y recorridos en trayectos lineales (Bibby *et al.* 2000), con el fin de obtener datos de riqueza, detectabilidad y densidad de las especies entre los diferentes hábitats. Futuras exploraciones en particular a las zonas sur y oriental de San José podrán aportar novedades a nuestro inventario. Esta sugerencia es aún más importante debido a la alta tasa de deforestación actual de la región (Hettler *et al.* 2017, IDEAM 2017, Clerici *et al.* 2019), lo cual sin duda seguirá afectando la estructura de las comunidades de aves de San José.

Desafíos para la conservación de la avifauna.- Los diálogos de paz entre el gobierno de Colombia y los grupos armados abrieron oportunidades para establecer planes de conservación, turismo y monitoreo de la biota en muchas zonas, particularmente durante el posacuerdo en el año 2016 (Baptiste *et al.* 2017, Negret *et al.* 2017, Winton & Ocampo-Peñuela 2018). Con base en el IHEH, logramos confirmar que nuestros muestreos incluyeron lugares con poco impacto humano (*e.g.*, Nuevo Tolima, Tranquilandia/ Puerta Orión o Boquerón- La Isla), impacto medio (*e.g.*, Diamante de las Aguas, Río Guaviare-Río Guayabero, Embalse La María) y con gran impacto (*e.g.*, Puentes Naturales o San José - ciudad). Esta variabilidad de impactos humanos se debe en particular a la colonización descontrolada para expansión y establecimiento de sistemas productivos lícitos (agricultura, ganadería) o cultivos de uso ilícito (coca), siendo una amenaza latente en varios sectores del país (Chadid *et al.* 2015, Clerici *et al.* 2019, Negret *et al.*

2019). De hecho, la colonización, el desplazamiento social, la tenencia ilegal de tierra y la expansión de la frontera agrícola son unas de las principales causas directas de deforestación en Colombia (González *et al.* 2018). La transformación del paisaje ha promovido la ampliación en la distribución de especies y subespecies de la Orinoquia hacia el sur en los departamentos del Caquetá, Cauca y Putumayo (*e.g.*, *Phimosus infuscatus*, *Ramphocelus carbo*, *Vanellus cayanus*, *Eudocimus ruber*; Bonilla-Castillo *et al.* 2017). De hecho, el alto grado de alteración de los bosques de afinidad amazónica cerca de San José (*e.g.*, por tala selectiva de bosques no inundables), hizo que nuestros muestreos en sitios de esta afinidad se concentraran principalmente en bosques cercanos al río Guaviare (Fig. 2).

En Colombia hay nueve grandes núcleos de deforestación, siendo el más importante al norte de la Amazonia, con un 23,1% de la deforestación del país (González *et al.* 2018). Al sur del municipio de San José se concentra una fuerte presión por cultivos de uso ilícito, pero en general el núcleo de deforestación del norte de la Amazonia asocia como causa directa la expansión de la frontera agropecuaria ya sea por productores pecuarios a gran escala o praderización (González *et al.* 2018). En el departamento de Guaviare confluyen al menos cuatro focos importantes de deforestación: 1) Sabanas del Yarí y Bajo Caguan; 2) Guaviare (Marginal Selva); 3) Sur del Meta (PNN Tinigua); y 4) Mapiripán Meta (IDEAM 2017, González *et al.* 2018). Debido a esto, en la región se reportan casi 247 000ha de pérdida de bosque entre 2001 y 2017, y un total de 15 264ha deforestadas para el municipio de San José en 2018, ubicándolo como el cuarto municipio con mayor tasa de deforestación en Colombia (IDEAM 2017, González *et al.* 2018). Este escenario de pérdida de cobertura boscosa, particularmente entre el

PNN Sierra de La Macarena, la RNN Nukak y el PNN Serranía de Chiribiquete al suroccidente de San José, está fraccionando la conectividad del norte de la Amazonia (Clerici *et al.* 2019). La tasa de deforestación al noroccidente de la Amazonia es alarmante, ya que la pérdida de cobertura boscosa trae consigo la desaparición local de la biodiversidad (Kattan *et al.* 1994).

La alta diversidad de aves de San José (que se acerca a 500 especies) podría ser disminuida en poco tiempo debido a recambios abruptos de especies favorecidas por la desaparición de la barrera boscosa (Stiles *et al.* 1999, Acevedo-Charry *et al.* 2018), lo cual podría afectar procesos particulares en la historia evolutiva de las aves de zonas bajas al oriente de Colombia que aún desconocemos. Debido a la ausencia de inventarios históricos de la avifauna en la región, la comprensión del recambio de especies a través del tiempo o el efecto de la deforestación y la colonización sobre las comunidades de aves son muy limitados en comparación a otros lugares en Colombia (Renjifo 1999, Gómez *et al.* 2021). El presente estudio, que incluye la recopilación de datos de informes e inventarios realizados en los últimos años, aporta una visión más detallada de la avifauna de San José y servirá para analizar y evaluar los cambios e impactos antrópicos futuros sobre la diversidad local en diferentes escalas de paisaje y geografía. La integración de muestreo constante con actores locales dentro de dinámicas de manejo sostenible de su biodiversidad puede ayudar a entender tendencias a largo plazo y mejorar el relacionamiento de la sociedad con la naturaleza (Garzón *et al.* 2020, Acevedo-Charry *et al.* 2021).

Aunque los bosques húmedos de gran porte no inundables (*terra firme*) han sido altamente afectados en la zona, logramos registrar aves con requerimientos ecológicos particulares como águilas de gran tamaño (*e.g.*, *Harpia harpyja*,

Tabla 3. Especies registradas en San José del Guaviare con algún riesgo de amenaza. IUCN indica los criterios internacionales de la unión internacional de conservación de la naturaleza, Libro Rojo la categorización nacional (Renjifo *et al.* 2016).

Taxa	IUCN	Libro Rojo
<i>Tinamus major</i>	NT	LC
<i>Tinamus guttatus</i>	NT	LC
<i>Crax alector</i>	VU	LC
<i>Odontophorus gujanensis</i>	NT	LC
<i>Patagioenas subvinacea</i>	VU	LC
<i>Agamia agami</i>	VU	LC
<i>Morphnus guianensis</i>	NT	NT
<i>Harpia harpyja</i>	NT	NT
<i>Ramphastos tucanus cuvieri</i>	VU	LC
<i>Celeus torquatus</i>	NT	LC
<i>Falco deiroleucus</i>	NT	DD
<i>Touit huetii</i>	VU	LC
<i>Pyrilia barrabandi</i>	NT	LC
<i>Amazona farinosa farinosa</i>	NT	LC
<i>Thamnophilus nigrocinereus cinereoniger</i>	NT	LC
<i>Contopus cooperi</i>	NT	NT

Morphnus gujanensis), aves tradicionalmente sujetas a presión por cacería (*e.g.*, *Crax alector*, *Penelope jacquacu*) o especies con algún riesgo de amenaza (Tabla 3), lo cual da esperanza sobre el futuro de las aves de San José. Sin embargo, los impactos por deforestación deben ser incluidos en políticas ambientales nacionales, regionales, estatales y municipales, cuya responsabilidad no solo recae en las diferentes escalas del gobierno sino también en las comunidades que allí habitan y deben ser de interés general para todos los colombianos.

Conclusión

Presentamos una lista de aves actualizada para una de las regiones con mayor interés en biogeografía del país, pero con grandes desafíos de manejo y conservación. Nuestros registros novedosos, en particular para 16 especies priorizadas, sugieren un vacío de conocimiento en la distribución de muchas especies amazónicas en el territorio colombiano (Stiles &

Beckers 2015, López-Ordóñez *et al.* 2018, Acevedo-Charry *et al.* 2020). Los resultados de nuestro inventario además hacen un llamado sobre la gran diversidad que puede estar desapareciendo por la alta tasa de deforestación en la región (González *et al.* 2018, Armenteras *et al.* 2019, Clerici *et al.* 2019).

Nuestros resultados confirman que San José se localiza en una zona estratégica de transición de tres de las zonas biogeográficas más relevantes del norte de Suramérica (Fig. 1). Su diversa avifauna comprende elementos de la Amazonia, Orinoquia y Escudo Guyanés o provincia de la Guayana, dentro de una extensión relativamente cercana, mostrando una alta heterogeneidad ambiental y zoogeográfica. Esto, más allá de la importancia biológica, representa un importante valor adicional para la implementación de proyectos de aviturismo liderados por las comunidades locales (Arredondo *et al.* 2020, Acevedo-Charry *et al.* 2021), porque facilita planificar rutas con especies de aves representativas de cada región en poco tiempo y extensión. Por lo tanto, mantener y conservar la representatividad de las tres regiones es clave para no perder la heterogeneidad de su avifauna.

Agradecimientos

A la memoria de Thomas McNish Merrill (1957-2013); un amigo, entusiasta y proficiente fotógrafo que impulsó la exploración ornitológica al oriente de Colombia, particularmente en el Guaviare entre 2010-2013. Agradecemos a la Universidad Nacional, el Instituto de Ciencias Naturales, así como profesores y estudiantes incluidos en el curso de pregrado de Taxonomía Animal. En San José recibimos una invaluable ayuda con logística en campo por pobladores locales, como la Cooperativa Ecoturística de Playa Güío – COOEPLAG, en especial las familias

Melo Díaz (Myriam, Javier, Marcos, Diana e Isabela) y Callejas Aguilera (Leonor, Álvaro, Wilmer, Jenny, Gina y Nelson). Diferentes compañeros de GOUN apoyaron las expediciones en algún momento. Así mismo, el GOAG ha liderado y apoyado el estudio de aves en San José, esperamos que sigan entusiasmados trabajando por la conservación de las aves de su región. Loreta Rosselli participó de la obtención de datos en campo con FGS durante la salida 3 y respaldó el proceso editorial. Agradecemos los comentarios pertinentes de dos revisores anónimos a la versión sometida a la revista.

Literatura Citada

- ACEVEDO-CHARRY, O. 2017. Birds of Río Tame of the Andes-Orinoco transitional region: species check-list, biogeographic relationship and conservation. *Ornitología Colombiana* 16: eA03-1.
- ACEVEDO-CHARRY, O., O.E. ACEVEDO-S & S.I. CHARRY B. 2018. First documented record of *Amazilia tzacatl* (De la llave, 1893) (Aves, Trochilidae) in the Colombian Orinoco region and comments of its distribution at the eastern Andes. *Check List* 14.
- ACEVEDO-CHARRY, O., W. DAZA-DÍAZ & Z. COLÓN-PIÑEIRO. 2020. First record of Rufous-thighed Kite *Harpagus diodon* in Colombia. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 140: 104-109.
- ACEVEDO-CHARRY, O., F.Á. PEÑA-ALZATE, J. BECKERS, M. CABEZAS, B. CORAL-JARAMILLO, O. JANNI, D. OCAMPO, S.M. PEÑUELA-GÓMEZ, D. ROCHA-LÓPEZ, J.B. SOCOLAR & Z. COLÓN-PIÑEIRO. 2021. Avifauna del interfluvio de la cuenca media Caquetá-Putumayo (Japurá-Içá), al sur de la Amazonia colombiana y su respuesta a la huella humana. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 45(174): 229-249.
- ALDANA-DOMÍNGUEZ, J., M. ÁLVAREZ-REBOLLEDO, A.M. UMAÑA, M. DEL S. SIERRA-BUITRAGO & F. FORERO. 2009. Aves. Pp. 143-166. In: H. Villarreal, M. Álvarez-Rebolledo, D. Higuera Díaz, J. Aldana Domínguez, G. Bogotá & F.A. Villa-Navarro (eds.). *Caracterización de la biodiversidad de la selva de Matavén (sector centro-oriental) Vichada, Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt & Asociación de Cabildos y Autoridades Tradicionales Indígenas de la selva de Matavén (Acatiseña), Bogotá D.C., Colombia.
- ALMEIDA-SANTOS, D.A., G. SAMPAIO FERREIRA & E. VARGA LOPES. 2015. New record of the Brown Pelican *Pelecanus occidentalis* in continental waters of the Brazilian Eastern Amazon. *Revista Brasileira de Ornitologia* 23: 351-353.
- ÁLVAREZ REBOLLEDO, M., A.M. UMAÑA, G.D. MEJIA, J. CAJIAO, P. VON HILDEBRAND & F. GAST. 2003. Aves del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete, Amazonia-Provincia de la Guyana, Colombia. *Biota Colombiana* 4: 49-63.
- ANÓNIMO. 2017. Unidades bióticas del mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. IDEAM,

- MADS, Instituto Humboldt, INVEMAR, SINCHI, PNN, IAP, IGAC.
- ARBELÁEZ-CORTÉS, E. 2013. Knowledge of Colombian biodiversity: Published and indexed. *Biodiversity and Conservation* 22: 2875–2906.
- ARMENTERAS, D., U. MURCIA, T.M. GONZÁLEZ, O.J. BARÓN & J.E. ARIAS. 2019. Scenarios of land use and land cover change for NW Amazonia: Impact on forest intactness. *Global Ecology and Conservation* 17.
- ARREDONDO, C., W.A. RAMÍREZ-RIAÑO & R. CARRILLO-L. 2020. Guía de aves de San José del Guaviare. Segunda ed. Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible y Observadores de Aves del Guaviare - GOAG, San José del Guaviare, Guaviare, Colombia.
- AVENDAÑO, J.E., C.I. BOHÓRQUEZ, L. ROSSELLI, D. ARZUZA-BUELVAS, F. ESTELA, A.M. CUERVO, F.G. STILES & L.M. RENJIFO. 2017. Lista de chequeo de las aves de Colombia: Una síntesis del estado de conocimiento desde Hilty & Brown (1986). *Ornitología Colombiana* 16: eA01.
- AYERBE-QUIÑONES, F. 2018a. Guía ilustrada de la Avifauna colombiana. Wildlife Conservation Society-Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- AYERBE-QUIÑONES, F. 2018b. Colibríes de Colombia. Segunda ed. Wildlife Conservation Society-Colombia.
- BAPTISTE, B., M. PINEDO-VASQUEZ, V.H. GUTIERREZ-VELEZ, G.I. ANDRADE, P. VIEIRA, L.M. ESTUPIÑÁN-SUÁREZ, M.C. LONDOÑO, W. LAURANCE & T.M. LEE. 2017. Greening peace in Colombia. *Nature Ecology and Evolution* 1: 0102.
- BIBBY, C.J., D.A. HILL, N.D. BURGESS & S. MUSTOE. 2000. Bird census techniques. Second Ed. Academic Press, Londres, Reino Unido.
- BIRDLIFE, I. 2016. *Falco deiroleucus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22696516A93569126. .
- BONILLA-CASTILLO, C., F.Á. PEÑA-ALZATE, C. BONILLA-VELAZQUEZ & I. VELAZQUEZ-FIGUEROA. 2017. La corocora (*Eudocimus ruber*) en la llanura amazónica entre los ríos Caquetá y Putumayo. *Ornitología Colombiana* 16: eNB01.
- BORGES, S.H., C. CORNELIUS, C. RIBAS, R. ALMEIDA, E. GUILHERME, A. ALEIXO, S. DANTAS, M.P. DOS SANTOS & M. MOREIRA. 2016. What is the avifauna of Amazonian white-sand vegetation? *Bird Conservation International* 26: 192–204.
- BORRERO, J.I. 1982. Notas sobre aves de la Amazonia. *Acta Biológica Colombiana* 1: 77–97.
- BRENNAN, P.L.R. 2004. Techniques for studying the behavioral ecology of forest-dwelling tinamous (Tinamidae). *Ornitología Neotropical* 15: 329–337.
- BURKLE, C.A., D.E. WOLF & L.H. RIESEBERG. 2003. The origin and extinction of species through hybridization. Pp. 117–141. In: C.A. Brigham & M.W. Schwartz (eds.). *Population viability in plants: conservation, management, and modeling of rare plants*. Springer Berlin Heidelberg, New York, USA.
- CADENA, C.D., M. ÁLVAREZ-REBOLLEDO, J.L. PARRA, I. JIMÉNEZ, C.A. MEJÍA, M. SANTAMARÍA, A.M. FRANCO, C.A. BOTERO, G.D. MEJÍA, A.M. UMAÑA, A. CALIXTO, J. ALDANA DOMÍNGUEZ & G.A. LONDOÑO. 2000. The birds of CIEM, Tinigua National Park, Colombia: An overview of 13 years of ornithological research. *Cotinga* 13: 46–54.
- CADENA, C.D. & F. ZAPATA. 2021. tanagR: Tanager-Inspired Color Palettes. <<https://github.com/cdanielcadena/tanagR>>.
- CALDERÓN-ESPINOSA, M.L. & G.F. MEDINA-RANGEL. 2016. A new *Lepidoblepharis* lizard (Squamata: Sphaerodactylidae) from the Colombian Guyana shield. *Zootaxa* 4067: 215–232.
- CARANTÓN-AYALA, D., J.E. AVENDAÑO & C.D. CADENA. 2018. Hybridization in brushfinches (*Atlapetes*, Emberizidae) from the southeast Andes of Colombia: a consequence of habitat disturbance? *Journal of Ornithology* 159: 713–722.
- CARRILLO-CHICA, E., L.F. JARAMILLO & M.A. PORTURA. 2018. La avifauna del departamento de Vaupés, Escudo Guayanes, Amazonia colombiana. *Revista Colombia Amazónica* 11: 121–148.
- CARRILLO-CHICA, E., N. SUCRE, R. ARANA, W. FUENTES, N. FUENTES, N. DORANTES, P. FUENTES, M. FUENTES, E. FUENTES, C. PULIDO, C. CELESTINO, A. SEGUNDO, H. FUENTES, S. FUENTES, G. BOSIO, R.G. FUENTES & R. DORANTES. 2019. PJIÑU – AVES. Pp. 41–93. In: M. Osorno Muñoz & G. Fuentes-Sánchez (eds.). *Matawani deiyu isotu deiyu isot-animales de la selva de Matawén*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Bogotá D.C., Colombia.
- CHADID, M.A., L.M. DÁVALOS, J. MOLINA & D. ARMENTERAS. 2015. A Bayesian spatial model highlights distinct dynamics in deforestation from coca and pastures in an Andean biodiversity hotspot. *Forests* 6: 3828–3846.
- CHARRAD, M., N. GHAZZALI, V. BOITEAU & A. NIKNAFS. 2015. Determining the best number of clusters in a data set: package 'NbClust.' <<https://cran.r-project.org/web/packages/NbClust/NbClust.pdf>>.
- CHRISTIDIS, L., E.C. DICKINSON, J. V. REMSEN, J. CRACRAFT, S. PETERS, M. KUZIEMKO & D. LEPAGE [online]. 2018. The Howard and Moore complete checklist of the birds of the world, version 4.1. (Downloadable checklist). <<https://www.howardandmoore.org/howard-and-moore-database/>>.
- CLARKE, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117–143.
- CLERICI, N., C. SALAZAR, C. PARDO-DÍAZ, C.D. JIGGINS, J.E. RICHARDSON & M. LINARES. 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., A. ETTER, J. DÍAZ-TIMOTÉ, S. RODRÍGUEZ BURITICÁ, W. RAMÍREZ & G. CORZO. 2020. Spatiotemporal evaluation of the human footprint in Colombia: Four decades of anthropic impact in highly biodiverse ecosystems. *Ecological Indicators* 117: 106630.
- CULTID-MEDINA, C. & F. ESCOBAR. 2019. Pautas para la estimación y comparación estadística de la diversidad biológica (qD). Pp. 175–202. In: C.E. Moreno (ed.). *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y Libermex, Ciudad de México.
- DEICHMANN, J.L., O. ACEVEDO-CHARRY, L. BARCLAY, Z. BURIVALOVA, M. CAMPOS-CERQUEIRA, F. D'HORTA, E.T. GAME, B.L. GOTTESMAN, P.J. HART, A.K. KALAN, S. LINKE, L. DO NASCIMENTO, B. PIJANOWSKI, E. STAATERMAN & T. MITCHELL AIDE. 2018. It's time to listen: There is much to be learned from the sounds of tropical ecosystems. *Biotropica* 50: 713–718.
- DO AMARAL, F.R., V. DE Q. PIACENTINI, G.R.R. BRITO & F.F. CURCIO. 2012. A simple and effective air shotgun for

- collecting small birds and other vertebrates at close range. *Journal of Field Ornithology* 83: 403–406.
- DOS ANJOS, L., L. ZANETTE & E. V. LOPES. 2004. Effects of fragmentation on the bird guilds of the Atlantic forest in north Paraná, southern Brazil. *Ornitología Neotropical* 15: 18042–18047.
- ELLIOTT, A., D.A. CHRISTIE, F. JUTGLAR, E. DE JUANA & G.M. KIRWAN. 2018. Brown Pelican (*Pelecanus occidentalis*). P. In: J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D.A. Christie & E. de Juana (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona, España.
- FITZPATRICK, J.W. 2020. Yellow-crowned Elaenia (*Myiopagis flavivertex*). *Handbook of the Birds of the World Alive*.
- FITZPATRICK, J.W. & D. WILLARD. 1982. Twentyone Birds Species New or Little Known from the Republic of Colombia. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 102: 153–158.
- GARNIER, S. 2018. viridis: Default Color Maps from "matplotlib." <<https://cran.r-project.org/ackage=viridis>>.
- GARZÓN, N.V., C.H. RODRÍGUEZ LEÓN, E. CECCON & D.R. PÉREZ. 2020. Ecological restoration-based education in the Colombian Amazon: Toward a new society-nature relationship. *Restoration Ecology* 28(5): 1053-1060.
- GÓMEZ, C., E.A. TENORIO & C.D. CADENA. 2021. Change in avian functional fingerprints of a Neotropical montane forest over 100 years as an indicator of ecosystem integrity. *Conservation Biology Early View*: e13714.
- GONZÁLEZ, J., A. CUBILLOS, M. CHADID, A. CUBILLOS, M. ARIAS, E. ZÚÑIGA, F. JOUBERT, I. PÉREZ & V. BERRIO. 2018. Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional periodo 2005–2015. *Informe de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM-*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa ONU-REDD Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- GOYETTE, J.L., R.W. HOWE, A.T. WOLF & W.D. ROBINSON. 2011. Detecting tropical nocturnal birds using automated audio recordings. *Journal of Field Ornithology* 82: 279–287.
- HERNÁNDEZ-CAMACHO, J., A. HURTADO G., R. ORTIZ Q. & T. WALSCHBURGER. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. Pp. 105–151. In: I.G. Halfpeter (ed.). *La diversidad biológica de Iberoamérica*. Acta Zoológica Mexicana, Instituto de Ecología, A.C., México, México.
- HETTLER, B., A. THIEME & M. FINER [online]. 2017. Deforestation Patterns in the Colombian Amazon. *MAAP Colombia*: 2. <<http://maaproject.org/colombia2/>>.
- HILTY, S.L. & W.L. BROWN. 1986. *A Guide to the Birds of Colombia*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- DEL HOYO, J., A. ELLIOTT, J. SARGATAL, D.A. CHRISTIE & E. DE JUANA. 2018. *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona, España.
- HUBER, O. 1987. Neotropical savannas: Their flora and vegetation. *Trends in Ecology and Evolution* 2: 67–71.
- IDEAM. 2014. Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos - Mocoa. Bogotá D.C., Colombia.
- IDEAM. 2017. Mapa de Cambio de Bosque Colombia - Área Continental (Escala Fina LANDSAT) Periodo 2015–2016. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. .
- JAHN, O., P. COSGROVE, C. COSGROVE, T. MUESES CEVALLOS & T. SANTANDER GARCÍA. 2010. First record of Brown Pelican *Pelecanus occidentalis* from the Ecuadorian highlands. *Cotinga* 32: 108.
- JARRETT, C.C., M.E. THOMPSON, N. PITMAN, C.F. VRIESENDORP, D. ALVIRA REYES, A. LEMOS, A. DEL CAMPO & L. DE SOUZA. 2020. Colombia, Peru: Bajo Putumayo-Cotuhe - Rapid Biological and Social Inventories Report 31.
- JIMÉNEZ-FERBANS, L. & P. REYES-CASTILLO. 2015. Phylogeny and taxonomy of *Paxillus* MacLeay and *Passipassalus* Reyes-Castillo and Fonseca (Coleoptera: Passalidae: Passalini), with the description of new species. *Annals of the Entomological Society of America* 108: 415–434.
- JOHNSON, E.I., P.C. STOUFFER & C.F. VARGAS. 2011. Diversity, biomass, and trophic structure of a central amazonian rainforest bird community. *Revista Brasileira de Ornitología* 19: 1–16.
- KASSAMBARA, A. & F. MUNDT. 2017. Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses: Package "factoextra." <<http://www.sthda.com/english/rpkgs/factoextra%0ABugReports>>.
- KATTAN, G.H., H. ALVAREZ-LOPEZ & M. GIRALDO. 1994. Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology* 8: 138–146.
- LIMONA, F., J. DEL HOYO, D.A. CHRISTIE, F. JUTGLAR & G.M. KIRWAN. 2018. Pied-billed Grebe (*Podilymbus podiceps*). P. In: J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D.A. Christie & E. de Juana (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona, España.
- LÓPEZ-ORDÓÑEZ, J.P., E. CARRILLO-CHICA & W.A. RAMÍREZ-RIAÑO. 2018. Aves. Pp. 117–126, 226–237. In: C. Vriesendorp, N. Pitman, D.A. Reyes, A.S. Molano, A. Arciniegas, L. De Souza, et al. (eds.). *Colombia: La Lindosa, Capricho, Cerritos*. Rapid Biological and Social Inventories Report 29. The Field Museum, Chicago.
- LÓPEZ-ORDÓÑEZ, J.P., O.H. MARÍN-GÓMEZ & C.A. ALFONSO-CUTA. 2013. Aves. Pp. 114–199. In: C. Mora-Fernández & L. Peñuela-Recio (eds.). *Guía de campo Flora y Fauna de las Sabanas Inundables asociadas a la cuenca del río Pauto Casanare - Colombia*. Yoluka ONG Fundación de Investigación en Biodiversidad y Fundación Horizonte Verde, Bogotá D.C., Colombia.
- MEYER DE SCHAUENSEE, R. 1951. The birds of the Republic of Colombia. *Caldasia* 5: 251–342.
- MEYER DE SCHAUENSEE, R. 1964. A guide to the birds of Colombia and adjacent areas of South America. Livingston Publ. Co., Narberth, PA, EUA.
- MOBLEY, J. 2018. Cinnamon Becard (*Pachyramphus cinnamomeus*). P. In: J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D.A. Christie & E. de Juana (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona, España.
- MOBLEY, J. 2020. Yellow-throated Flycatcher (*Conopias parvus*). *Handbook of the Birds of the World Alive*. .
- MOORE, W.S. 1977. An evaluation of narrow hybrid zones in vertebrates. *The Quarterly Review of Biology* 52: 263–277.
- MORALES-MARTÍNEZ, D.M., H.F. LÓPEZ-ARÉVALO & O.L. MONTENEGRO. 2020. Los ensamblajes de murciélagos de la Serranía de La Lindosa son diversos y heterogéneos. *Acta Biológica Colombiana* 25: 78886.
- MURILLO-PACHECO, J. & W.F. BONILLA-ROJAS. 2016. New records and distribution extensions of some bird species in the Colombian Andean-Orinoco, department of Meta. *Check List* 12: 1876.
- NEGRET, P.J., J. ALLAN, A. BRACZKOWSKI, M. MARON & J.E.M. WATSON. 2017. Need for conservation planning in postconflict Colombia. *Conservation Biology* 31: 499–500.

- NEGRET, P.J., L. SONTER, J.E.M. WATSON, H. POSSINGHAM, K.R. JONES, S. CESAR, J.M. OCHOA-QUINTERO & M. MARON. 2019. Emerging evidence that armed conflict and coca cultivation influence deforestation patterns. *Biological Conservation* 239: 108176.
- OCAMPO-PEÑUELA, N. & A. ETTER. 2013. Contribution of Different Forest Types To the Bird Community of a Savanna Landscape in Colombia. *Ornitología Neotropical* 24: 35–53.
- OCAMPO, D., K.G. BORJA-ACOSTA, J. LOZANO-FLÓREZ, S. CIFUENTES-ACEVEDO, E. ARBELÁEZ-CORTÉS, N.J. BAYLY, Á. CAGUAZANGO, B. CORAL-JARAMILLO, D. CUEVA, F. FORERO, J.P. GÓMEZ, C. GÓMEZ, M.A. LOAIZA-MUÑOZ, G.A. LONDOÑO, S. LOSADA-PRADO, S. PÉREZ-PEÑA, H.E. RAMÍREZ-CHAVES, M.E. RODRÍGUEZ-POSADA, J. SANABRIA-MEJÍA. 2021. Body mass data set for 1317 bird and 270 mammal species from Colombia. *Ecology* 102: e03273.
- OKSANEN, J., F.G. BLANCHET, M. FRIENDLY, R. KINDT, P. LEGENDRE, D. MCGLINN, P.R. MINCHIN, R.B. O'HARA, G.L. SIMPSON, P. SOLYMOS, M.H.H. STEVENS, E. SZOECZ & H. WAGNER. 2019. Community Ecology Package 'vegan'. <<https://cran.r-project.org/package=vegan>>.
- OLIVARES, A. 1962. Aves de la región sur de la Sierra de la Macarena, Meta, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 11: 305–344.
- OLIVARES, A. 1964a. Adiciones a las aves de la comisaría del Vaupés (Colombia), I. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 12: 163–173.
- OLIVARES, A. 1964b. Adiciones a las aves de la Comisaría del Vaupés (Colombia), II. *Caldasia* 9: 151–184.
- PÉREZ-GRANADOS, C. & K.L. SCHUCHMANN. 2021. Nocturnal vocal behaviour of the diurnal Undulated Tinamou (*Crypturellus undulatus*) is associated with temperature and moon phase. *Ibis* 163: 684–694.
- PÉREZ-GRANADOS, C., K.L. SCHUCHMANN & M.I. MARQUES. 2020. Vocal behavior of the Undulated Tinamou (*Crypturellus undulatus*) over an annual cycle in the Brazilian Pantanal: New ecological information. *Biotropica* 52: 165–171.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. 2020. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project.
- R CORE TEAM. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- RAMÍREZ ARANGO, J.G., J.C. ARIAS GARCÍA & D. CÁRDENAS-LÓPEZ. 2000. Biodiversidad y sistemas de producción agrarios en zonas de colonización amazónica. Bogotá D.C., Colombia.
- RAMÍREZ RIAÑO, W.A., L.G. DIANA ALEXANDRA, J.P. GÓMEZ & S. CHAPARRO-HERRERA. 2020. Distribution and new records of the river Tyrannulet, *Serpophaga hypoleuca* P.L. Sclater & Salvin, 1866 (Passeriformes, Tyrannidae) in Colombia. *Check List* 16: 1465–1468.
- RAMÍREZ, W.A., C. ARREDONDO, R.C. LÓPEZ, A. LOPERA-SALAZAR & S. CHAPARRO-HERRERA. 2018. Range extensions for Yellow-crowned Elaenia *Myiopagis flavivertex* and Dugand's Antwren *Herpsilochmus dugandi* in eastern Colombia. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 138: 6–10.
- RASMUSSEN, P.C., N. COLLAR & E. DE JUANA. 2018. Brown Nunlet (*Nonnula brunnea*). P. In: J. del Hoyo, A. Elliot, J. Sargatal, D.A. Christie & E. de Juana (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona, España.
- REMSEN, J. V., J., J.I. ARETA, E. BONACCORSO, S. CLARAMUNT, A. JARAMILLO, J.F. PACHECO, C. RIBAS, M.B. ROBBINS, F.G. STILES, D.F. STOTZ & K.J. ZIMMER [online]. 2020. A classification of the bird species of South America. American Ornithological Society. <<http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>> (16 August 2020).
- RENJIFO, L.M. 1999. Composition changes in a subandean avifauna after long-term forest fragmentation. *Conservation Biology* 13: 1124–1139.
- RENJIFO, L.M. 2001. Effect of Natural and Anthropogenic Landscape Matrices on the Abundance of Subandean. *Ecological Applications* 11: 14–31.
- RENJIFO, L.M., Á.M. AMAYA-VILLAREAL, 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 y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Volumen II. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.
- RESTALL, R., C. RODNER & M. LENTINO. 2007. Birds of Northern South America, An Identification Guide. Tomo II. Yale University Press, New Haven, London.
- RIDGELY, R.S. & G. TUDOR. 2009. Field Guide to the Songbirds of South America. The Passerines. University of Texas Press, Austin, TX, Estados Unidos.
- ROJAS, R. & W. PIRAGUA. 2000. Afinidades biogeográficas y aspectos ecológicos de la avifauna de Caño Limón, Arauca, Colombia. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* 15: 1–26.
- SÁNCHEZ-CUERVO, A.M. & T.M. AIDE. 2013. Identifying hotspots of deforestation and reforestation in Colombia (2001–2010): implications for protected areas. *Ecosphere* 4: art143.
- SCHUCHMANN, K.L., G.M. KIRWAN & P. BOESMAN. 2018. Rufous-throated Hummingbird (*Amazilia saphirina*). P. In: J. del Hoyo, A. Elliot, J. Sargatal, D.A. Christie & E. de Juana (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona, España.
- SCHULENBERG, T.S. & T.A. PARKER. 1997. A new species of tyrant-flycatcher (Tyrannidae: *Tolmomyias*) from the western Amazon basin. *Ornithological Monographs* 48: 723–731.
- ŞEKERCIOĞLU, Ç.H., G.C. DAILY & P.R. EHRLICH. 2004. Ecosystem consequences of bird declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101: 18042–18047.
- SMITH, B.T., J.E. MCCORMACK, A.M. CUERVO, M.J. HICKERSON, A. ALEIXO, C.D. CADENA, J. PÉREZ-EMÁN, C.W. BURNEY, X. XIE, M.G. HARVEY, B.C. FAIRCLOTH, T.C. GLENN, E.P. DERRYBERRY, J. PREJEAN, S. FIELDS & R.T. BRUMFIELD. 2014. The drivers of tropical speciation. *Nature* 515: 406–409.
- SNOW, D. 2020. Varzea Schiffornis (*Schiffornis major*). *Handbook of the Birds of the World Alive*.
- STILES, F.G. 1995. Dos subespecies nuevas de aves de la sierra de Chiribiquete. *Lozania* 66: 1–16.
- STILES, F.G. 2010. La avifauna de la parte media del río Apaporis, departamentos de Vaupés y Amazonas, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 34: 381–390.
- STILES, F.G. & L.G. NARANJO. 2017. La avifauna del Parque Nacional Natural Chiribiquete: resultados de tres

- expediciones recientes a sectores previamente inexplorados. *Revista Colombia Amazónica* 10: 141–160.
- STILES, F.G., L. ROSSELLI & C.I. BOHÓRQUEZ S. 1999. New and Noteworthy Records of Birds from the Middle Magdalena Valley of Colombia. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 119: 113–129.
- STILES, F.G., J.L. TELLERIA & M. DÍAZ. 1995. Observaciones sobre la composición, ecología y zoogeografía de la avifauna de la Sierra de Chiribiquete, Caquetá, Colombia. *Caldasia* 177: 481–500.
- STILES, F.G.S. & J. BECKERS. 2015. Un inventario de las aves de la región de Inírida, Guainía, Colombia. *Ornitología Colombiana* 15: 21–52.
- STOTZ, D.F., P. SABOYA DEL CASTILLO & O. LAVERDE-R. 2016. Aves/Birds. Pp. 131–140. In: N. Pitman, A. Bravo, S. Claramunt, C. Vriesendorp, D. Alvira Reyes, A. Ravikumar, et al. (eds.). Perú: Medio Putumayo-Algodón. Rapid Biological and Social Inventories Report 28. The Field Museum, Chicago.
- STOUFFER, P.C., V. JIRINEC, C.L. RUTT, R.O. BIERREGAARD, A. HERNÁNDEZ-PALMA, E.I. JOHNSON, S.R. MIDWAY, L.L. POWELL, J.D. WOLFE & T.E. LOVEJOY. 2020. Long-term change in the avifauna of undisturbed Amazonian rainforest: ground-foraging birds disappear and the baseline shifts. *Ecology Letters* Early View.
- 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. Elsevier Ltd.
- VÉLEZ, D., E. TAMAYO, F. AYERBE-QUIÑONES, J. TORRES, J. REY, C. CASTRO-MORENO, B. RAMÍREZ & J.M. OCHOA-QUINTERO. 2021. Distribution of birds in Colombia. *Biodiversity Data Journal* 9: e59202.
- WICKHAM, H. 2016. *ggplot2: Elegant graphics for data analysis*. A package for R. Springer-Verlag New York. <<https://ggplot2.tidyverse.org>>.
- WILLMAN, H., J. BELMAKER, J. SIMPSON, C. DE LA ROSA, M.M. RIVADENEIRA & W. JETZ. 2014. EltonTraits 1.0: Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals. *Ecology* 95: 2027.
- WINTON, R.S. & N. OCAMPO-PEÑUELA. 2018. How to realize social and conservation benefits from ecotourism in post-conflict contexts. *Biotropica* 50: 719–722.
- ZÜCHNER, T. & G.M. KIRWAN. 2020. Amethyst Woodstar (*Calliphlox amethystina*). *Handbook of the Birds of the World Alive*.

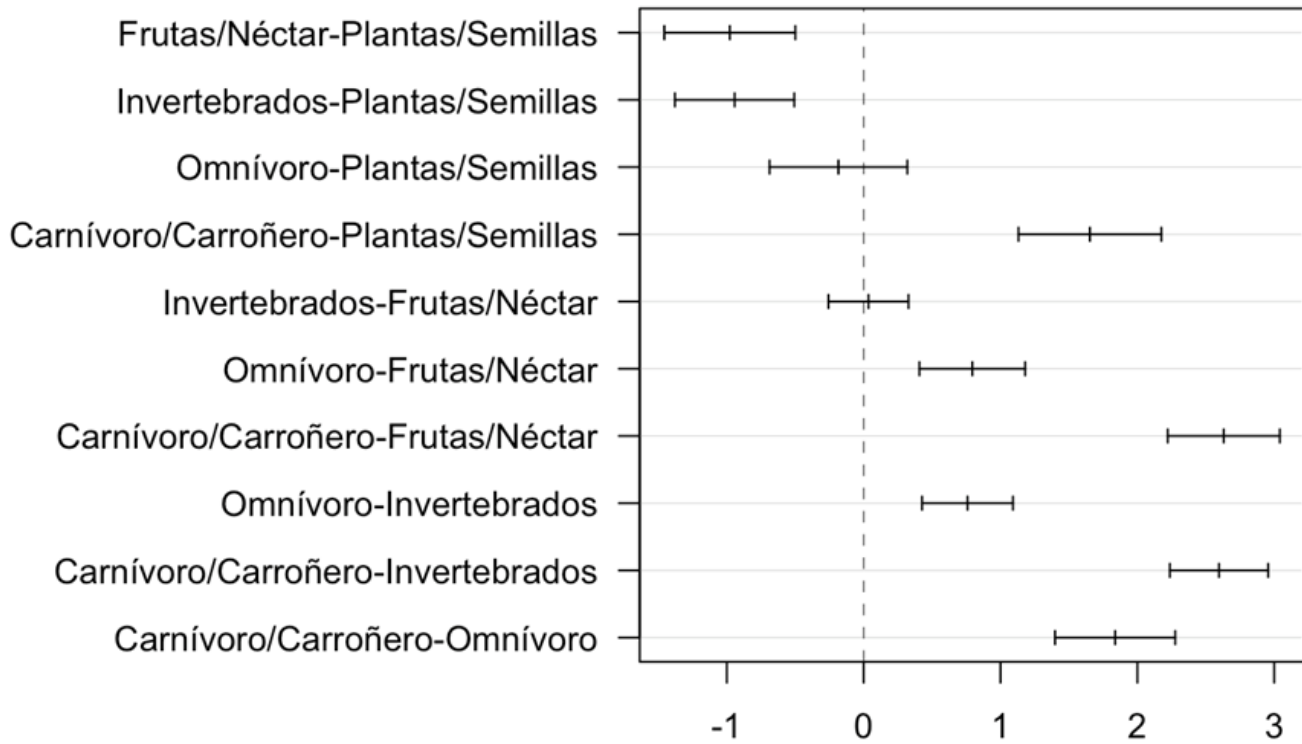
Recibido: 27 de junio de 2020 *Aceptado:* 14 de abril de 2021

Citación: ACEVEDO-CHARRY, O., N. BONILLA-S, N. CANO, P. A. CAMARGO, D. CARANTÓN-AYALA, R. CARRILLO, M. A. CHADID, O. CORTÉS, D. CUEVA, G. J. DÍAZ-RODRÍGUEZ, O. H. MARÍN-GÓMEZ, J. P. LÓPEZ-O, N. A. PERALTA-ZAPATA, N. J. PÉREZ-AMAYA, A. PINTO-GÓMEZ, W. RAMÍREZ & F. G. STILES. 2021. Inventario, adiciones y análisis biogeográfico de las aves de San José del Guaviare, Guaviare, Colombia. *Ornitología Colombiana* 19: 65–93.

Información suplementaria

La información suplementaria incluye figuras suplementarias y tablas de anexos. Versiones descargables de datos en tablas XLS pueden accederse en la versión en línea de la revista ([clic acá](#)).

95% family-wise confidence level



Differences in mean levels of factor(Categoria.de.Dieta)

Figura S1. Resultado post-hoc Tukey entre los GLM de masas corporales promedio de aves entre cinco categorías de dieta.

95% family-wise confidence level

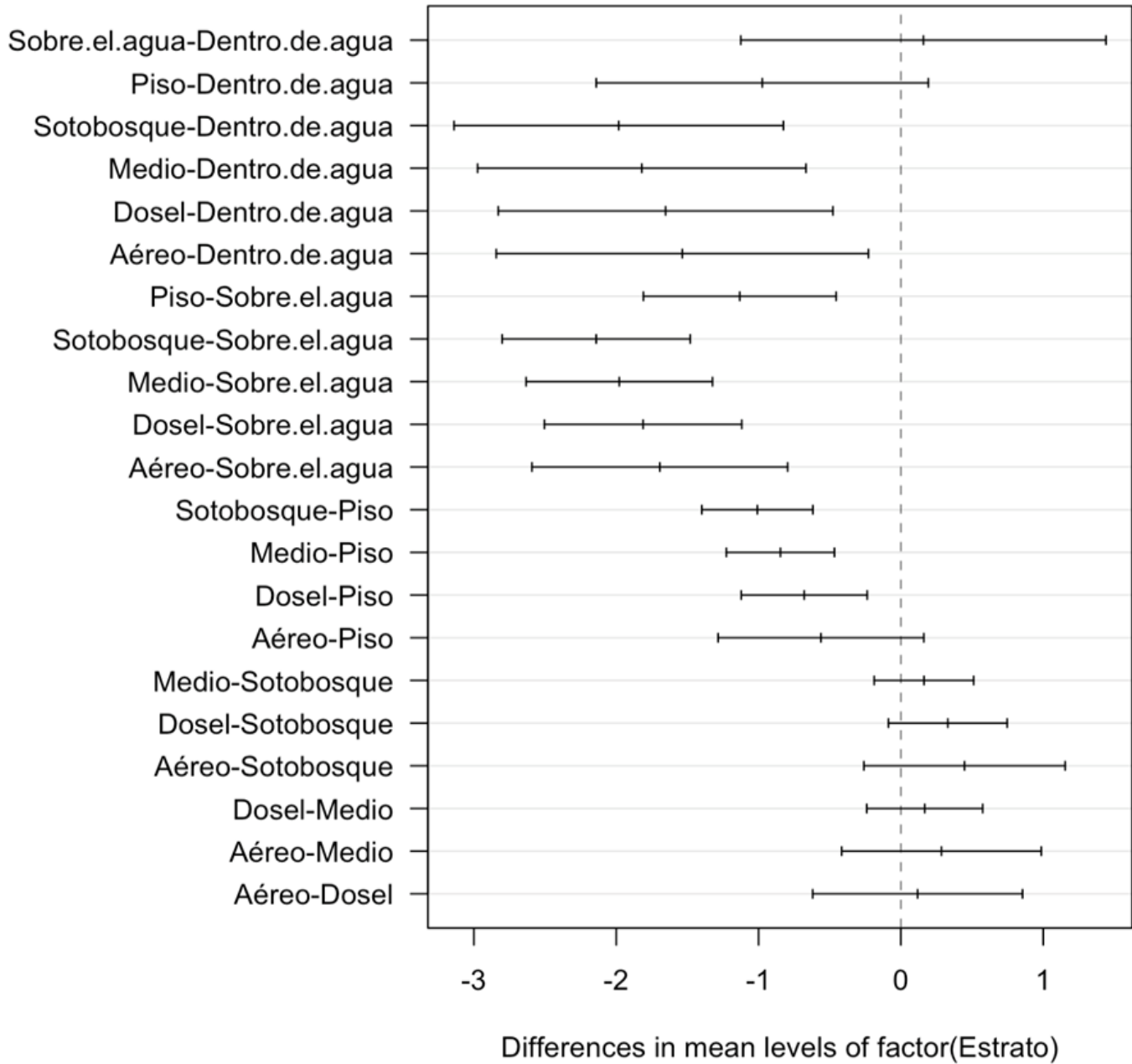


Figura S2. Resultado post-hoc Tukey entre los GLM de masas corporales promedio de aves entre siete estratos de forrajeo.

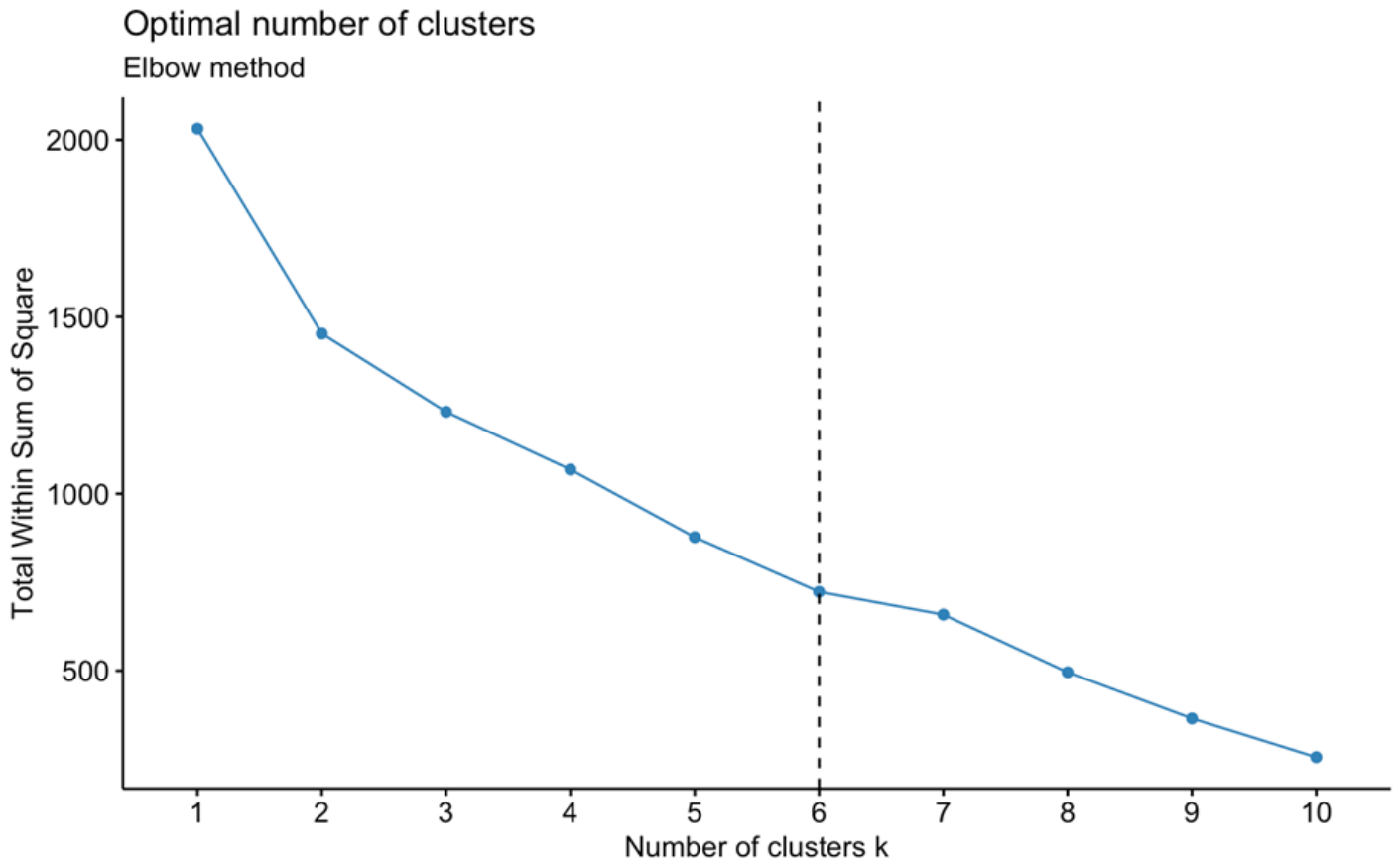


Figura S3. Resultados de método "Elbow" para escoger el número óptimo de agrupamientos entre el análisis de agrupamiento jerárquico.

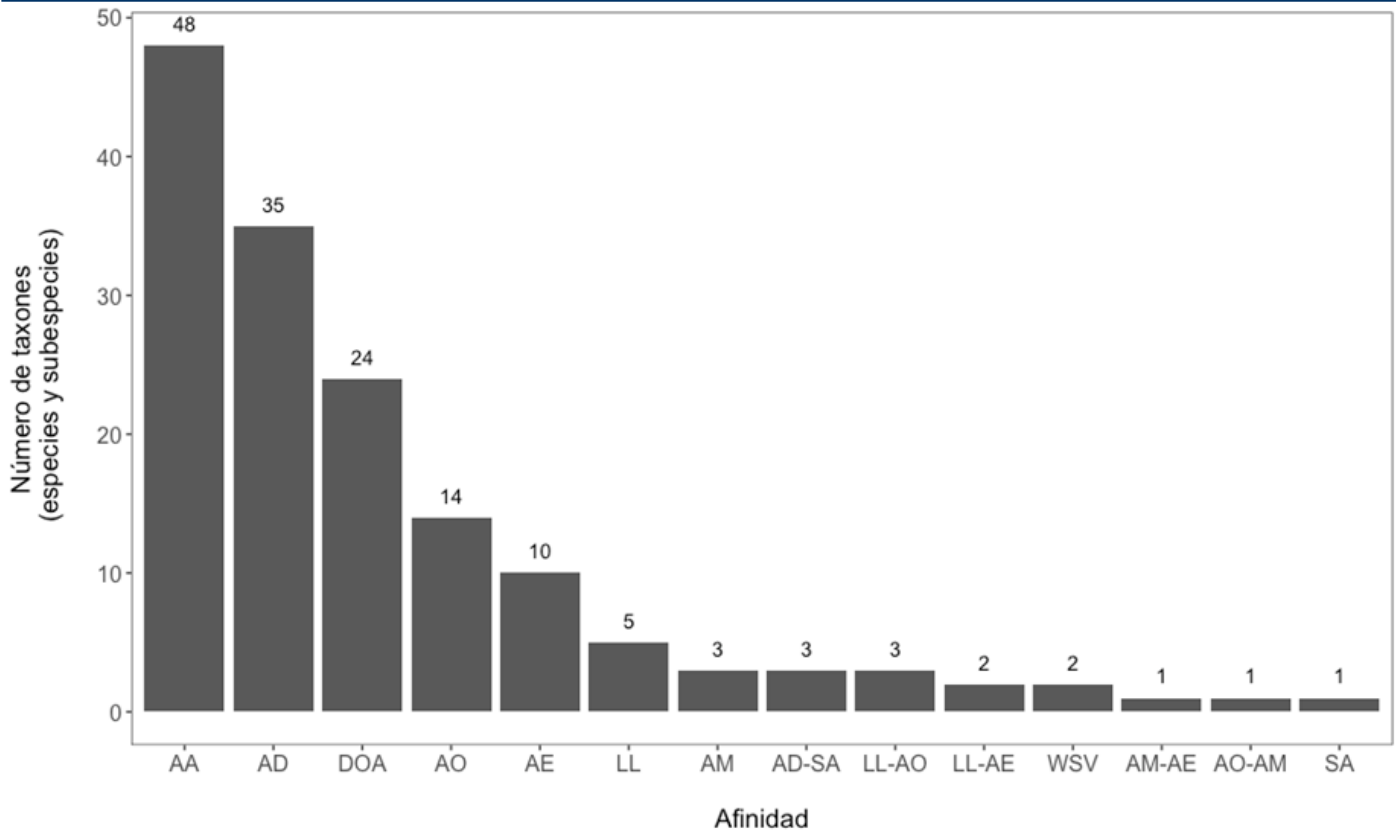


Figura S4. Relación de número de taxones (especies monotípicas y subespecies) de aves colectadas por afinidades geográficas. Las afinidades corresponden a AD: Ampliamente distribuido en zonas bajas al oriente y occidente de los Andes; DOA: Distribuido ampliamente en zonas bajas de Amazonia y Orinoquia; AA: Ampliamente distribuido en zonas bajas de Amazonia, algunas veces en Orinoquia solo en piedemonte; AO: Amazonia occidental colombiana, principalmente hacia el bosque húmedo del piedemonte andino, por el área de endemismo (AoE) del Napo; AM: Amazonía media colombiana, lejos del piedemonte, extendiéndose hacia el sur de la Amazonia colombiana en ecorregiones de bosques húmedos del Caquetá y Solimões-Japurá; AE: Amazonia oriental colombiana, por los bosques húmedos Negro-Branco y Japurá-Solimões -Negro y AoE Imeri y Jau; LL: Llanos de la Orinoquia; WSV: Indicador de vegetación de arenas blancas; SA: Asociada a sabanas amazónicas.