

Avifauna asociada a un mosaico de paisajes rurales en la cuenca alta del río Ariari (Cubarral, Meta Colombia) anotaciones sobre su diversidad y conservación

Avifauna associated with a mosaic of rural landscapes in the upper basin of the Ariari River, Cubarral, Meta Colombia, annotations about its diversity and conservation

Gabriel Rodríguez-Ovalle ^{1*} & Mónica Páez-Vásquez ¹

¹Grupo de investigación Ecología evolutiva y biogeografía tropical ECOBIT. Universidad Incca de Colombia

* gabrielrodriguezovalle@gmail.com

Resumen

El objetivo de este trabajo fue describir la diversidad de aves asociada a un mosaico de paisajes rurales en la cuenca alta del río Ariari, en el municipio de San Luis de Cubarral, Meta Colombia. Para ello, se realizó un inventario de la avifauna presente dentro de seis estaciones de muestreo pertenecientes a tres tipos de coberturas vegetales, tomando registros visuales apoyados por registros auditivos durante los meses de octubre de 2018, mayo de 2019 y marzo de 2021, se estimó la diversidad de especies empleando la serie de números de Hill de los órdenes q0, q1 y q2 y se realizó una agrupación de especies según su gremio trófico empleando información secundaria. Se registró un total de 166 especies distribuidas en 18 órdenes y 42 familias, siendo Thraupidae (12%), Tyrannidae (9%) y Trochilidae (7,8%) las más representativas. El listado incluye una especie endémica, dos especies en categoría de amenaza Vulnerable (VU) y quince especies migratorias de origen boreal. Se reportaron nueve gremios tróficos, con una mayoría de especies insectívoras (44%) y frugívoras (25,9%) sin evidenciar diferencias significativas de su distribución entre coberturas. Las estaciones pertenecientes a coberturas vegetales de bosque denso presentaron los mayores índices de biodiversidad del estudio y a su vez requieren mayores esfuerzos de muestreo. Este estudio provee información básica sobre la diversidad de aves en ecosistemas transformados del piedemonte llanero, resaltando el papel de los bosques en el mantenimiento de las comunidades de aves y ofrece algunos comentarios importantes sobre la conservación de estos ecosistemas.

Palabras clave: aves, gremios, Orinoquía, paisajes transformados, piedemonte

Abstract

The main objective of this work was to describe the diversity of birds associated with a mosaic of rural landscapes in the upper basin of the Ariari River, in the municipality of San Luis de Cubarral, Meta Colombia. With this purpose, we did an inventory of the avifauna present in six sampling stations belonging to three types of vegetation cover, by documenting observations supported by auditory recordings during the months of October 2018, May 2019 and March 2021. The diversity of species was estimated using the Hill number series of the orders q0, q1 and q2 and we grouped species according to their trophic guild using secondary information. We found a total of 166 species distributed in 18 orders and 42 families, with a predominance of Thraupidae (12%), Tyrannidae (9%) and Trochilidae (7.8%). The list includes one endemic species, two species in the Vulnerable threat category (VU) and fifteen boreal migratory species. Nine trophic guilds were reported, with a majority of insectivorous (44%) and frugivorous (25.9%) species without showing significant differences in their distribution between land covers. The stations belonging to dense forest vegetation cover had the highest biodiversity rates in the study, therefore, they require greater sampling efforts. This study provides basic information regarding the diversity of birds in transformed ecosystems of the eastern Andean foothills by highlighting the role of forests in maintaining bird communities, and offers some important comments concerning to the conservation of these ecosystems.

Key words: birds, guilds, Orinoco basin, transformed landscapes, foothills

Introducción

La Orinoquía colombiana es una de las áreas más interesantes para el estudio de la avifauna neotropical debido a la heterogeneidad de sus paisajes y sus condiciones biogeográficas (Restrepo-Calle *et al.* 2010), que permiten el establecimiento del mayor porcentaje de avifauna en el país (Correa *et al.* 2006) con 761 especies de aves (Acevedo-Charry *et al.* 2014) que representan alrededor del 40% de las 1.954 especies reportadas para Colombia (ACO 2020). La diversidad de aves de la región se concentra en ecosistemas de altillanura, sabanas inundables, bosques de galería, bosques subandinos, entre otros (Peñuela *et al.* 2011), y contiene especies migratorias (13%), cosmopolitas o de amplia distribución (60%) y de distribución compartida con la región Amazónica, con el complejo Zulia-Magdalena-Caribe y con el Escudo Guayanés, así como nueve especies de distribución restringida para la Orinoquia de Venezuela y Colombia (McNish 2007, Umaña-Villaveces *et al.* 2009).

A pesar de esta alta diversidad, el conocimiento sobre la ecología y distribución de la avifauna en algunos ecosistemas de la Orinoquía se ha visto limitado, por un lado, como consecuencia del relativo difícil acceso a algunos sectores (Restrepo-Calle *et al.* 2010), que se refleja en los vacíos de información ornitológica existentes en especial en zonas superiores a los 800 m (McNish 2007) y por otro a las notables transformaciones del paisaje que ha sufrido la región producto de actividades como la ganadería, la expansión de la frontera agrícola y el establecimiento de monocultivos, que han alterado la composición y complejidad estructural de la vegetación y en consecuencia han generado la degradación de procesos ecológicos que ponen en peligro la integridad y permanencia de las poblaciones de aves (Restrepo-Calle *et al.* 2010).

El departamento del Meta reporta el mayor

número de especies de aves en la Orinoquia (Umaña-Villaveces *et al.* 2009) y es a su vez, uno de los más afectados en relación con la pérdida de coberturas vegetales naturales, en donde se registran las mayores cifras de deforestación del país, con más de 35.000 hectáreas deforestadas al año (IDEAM 2021), a su vez, la región del piedemonte en este departamento presenta una tasa anual de pérdida de bosques y vegetación arbustiva de 3.88% (Torres 2018), lo que requiere esfuerzos urgentes para documentar y conservar la avifauna en la región.

Los estudios publicados sobre la avifauna del piedemonte son limitados y se concentran en el municipio de Villavicencio (Murillo-Pacheco 2010, Avendaño *et al.* 2018, Morales-Rozo *et al.* 2020), así mismo, las publicaciones que buscan describir la composición y riqueza de aves de la cuenca alta del río Ariari son escasas (Enriquez Bernal 2006, Martínez-Maldonado 2015, Yañez-Dukon *et al.* 2021) en especial para el municipio de San Luis de Cubarral, siendo los estudios de Murcia (2009) y Murcia & Carvajal (2011) los más completos hasta la fecha, reportando en este último 147 especies.

La asimetría en el conocimiento sobre la distribución y la ecología de las especies, sumada a la localización de los procesos de amenaza, constituye un escenario crítico para la conservación y el estudio de la avifauna en el piedemonte llanero (Restrepo-Calle *et al.* 2010), por lo que este estudio tiene por objetivo describir la diversidad de aves asociada a un mosaico de paisajes rurales en la cuenca alta del río Ariari, en el municipio de San Luis de Cubarral, Meta Colombia.

Materiales y métodos

Área de estudio.- El municipio de San Luis de Cubarral hace parte de la cuenca alta del río Ariari en las estribaciones de la cordillera oriental

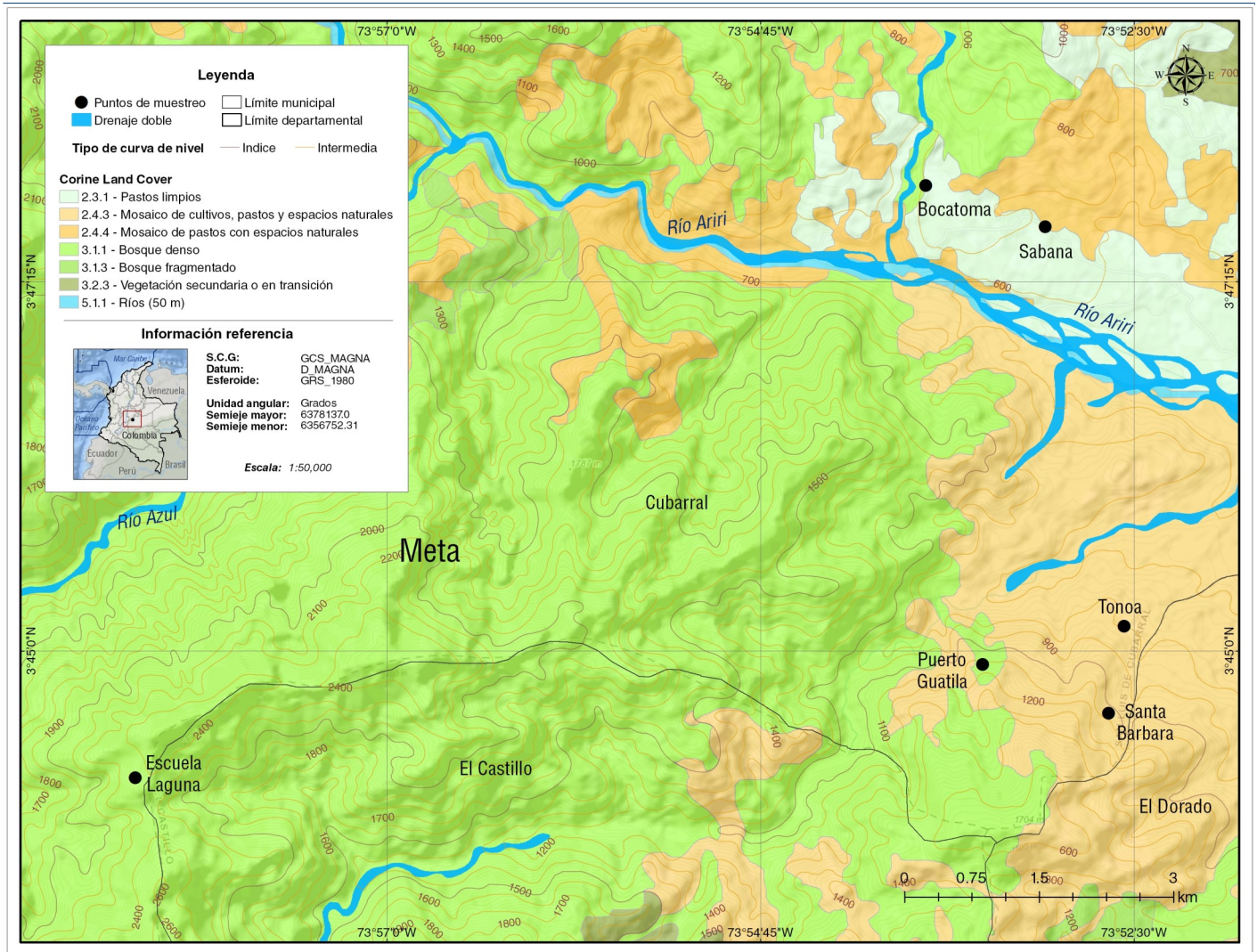


Figura 1. Área de estudio y estaciones de muestreo ubicadas en la cuenca alta del río Ariari, Cubarral, Meta, Colombia.

al noroccidente del departamento del Meta, se ubica entre los 315 y los 1.750 m y presenta una temperatura promedio de 26°C, una humedad relativa promedio anual del 75% y una precipitación anual aproximada de 2.600 mm (Cormacarena & UTAA 2018). El municipio forma parte de la zona de vida de bosque húmedo tropical (bh-T) (Holdridge 1987) y se encuentra en el área con función amortiguadora del Parque Nacional Natural Sumapaz y del Distrito de Manejo Integrado Ariari-Guayabero.

El estudio se realizó en un mosaico de paisajes rurales en seis estaciones de muestreo ubicadas entre los 680 m y los 1.336 m, localizadas en las veredas Santa Bárbara, Aguas Claras, Brisas del

Tonoa y Los Alpes, que presentan tres tipos de coberturas vegetales: Bosque denso, Mosaico de cultivos, Pastos y espacios naturales y Pastos limpios (Fig. 1).

Métodos de campo.- Se realizaron 14 eventos de muestreo, en los meses de oct 2018, may 2019 y mar 2021 en seis estaciones de muestreo asociadas a tres tipos de coberturas vegetales que no cambiaron a lo largo del tiempo del estudio (Tabla 1), identificadas mediante la metodología Corine Land Cover (IDEAM et al. 2008).

Bosque denso: comprende las estaciones de muestreo Escuela (1.336 m) y Puerto Guatila (1.136

Tabla 1. Esfuerzo de muestreo para la evaluación de la diversidad de aves asociada a un mosaico de paisajes rurales en la cuenca alta del río Ariari, Cubarral, Meta Colombia.

Estación	Cobertura vegetal	Esfuerzo de muestreo			
		Fechas de muestreo	Número de observadores	Distancia de senderos (Km)	Duración en horas
Escuela	Bosque denso	6-oct-18	2	4	4
		4-may-19	2	3	3
		20-mar-21	2	5	5
Puerto Guatila	Bosque denso	7-oct-18	2	3	3
		22-mar-21	2	4	4
Santa Bárbara	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	6-oct-18	2	4	4
		4-may-19	2	3	3
		20-mar-21	2	2	2
Tonoa	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	7-oct-18	2	2	2
		4-may-19	2	2	2
Bocatoma	Pastos limpios	5-may-19	2	3	3
		21-mar-21	2	3	3
Sabana	Pastos limpios	5-may-19	2	3	3
		21-mar-21	2	3	3

m), está constituida por formaciones vegetales no intervenidas o con intervención selectiva que conserva su estructura original y las características funcionales, dominada por árboles que forman un dosel más o menos continuo con altura superior a cinco metros (IDEAM 2010).

Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales: comprende a las estaciones Santa Bárbara (1.074 m) y Tonoa (817 m) y corresponde a superficies ocupadas principalmente por cultivos y pastos en combinación con relictos de bosque natural, arbustales, vegetación secundaria o en transición y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad (IDEAM 2010).

Pastos limpios: comprende las estaciones Bocatoma (750 m) y Sabana (680 m) y hace referencia a tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70% condicionadas por prácticas de limpieza o fertilización, que impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas, así como pastos

con presencia de arbustales, árboles o áreas de cultivo con cubrimiento menor a 30% del área de pastos (IDEAM 2010) (Tabla 2).

Los muestreos se realizaron entre las 05:50 y las 13:30, se realizaron detecciones visuales, empleando binoculares 10x42 que fueron complementadas con detecciones auditivas registradas con grabadora Sony ICD PX240. Dos observadores realizaron recorridos conjuntos en senderos de 2 a 5 kilómetros de longitud a una velocidad aproximada de un kilómetro por hora (Villareal *et al.* 2004), registrando las aves presentes a lado y lado de cada observador en un radio de 30 metros. Se recorrió un sendero por cada estación de muestreo y se realizaron de dos a tres repeticiones, completando 44 horas de observación por persona. En cada recorrido se registró el número de individuos y otros datos asociados como nombre de la estación, fecha, hora inicial, hora final y el tipo de registro (Villareal *et al.* 2004).

Debido a las dificultades logísticas y de acceso a algunos senderos, el número de repeticiones y

Tabla 2. Estaciones de muestreo para la evaluación de la diversidad de aves asociada a un mosaico de paisajes rurales en la cuenca alta del río Ariari, Cubarral, Meta Colombia.

Estación	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Cobertura vegetal
Escuela	3,737	-73,975	1336	Bosque denso
Puerto Guatila	3,737	-73,975	1136	Bosque denso
Santa Bárbara	3,737	-73,975	1074	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
Tonoa	3,737	-73,975	817	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
Bocatoma	3,737	-73,975	750	Pastos limpios
Sabana	3,737	-73,975	680	Pastos limpios

distancias recorridas variaron durante el estudio, en consecuencia, existe un esfuerzo de muestreo desigual entre estaciones, que se corrigió elaborando curvas de rarefacción (interpolación y extrapolación) de los datos a partir de la muestra de referencia, lo que permitió hacer comparaciones consistentes entre los conjuntos muestreados a pesar de contar con datos de muestreo desiguales (Chao *et al.* 2014).

Para la identificación de las especies se utilizó la Guía de aves de Colombia de Hilty & Brown (2001) y las guías de campo de Ayerbe-Quiñones (2019) y McMullan *et al.* (2018), por su parte las detecciones auditivas fueron corroboradas en la plataforma virtual xeno-canto. La taxonomía utilizada sigue la última actualización South American Classification Committee (Remsen *et al.* 2022).

Análisis estadístico.- Diversidad alfa: Teniendo en cuenta el muestreo desigual entre estaciones, se elaboraron curvas de rarefacción, para evaluar la diversidad alfa se calcularon los números de Hill del orden q_0 , q_1 y q_2 realizando mil remuestreos (bootstrap o aleatorizaciones con reemplazo) con intervalos de confianza del 95% (Chao *et al.* 2014, Hsieh *et al.* 2016). Los números de Hill del orden q_0 , al ser insensibles a las abundancias, son equivalentes a la riqueza de especies (Moreno *et al.* 2011). Los números de Hill del orden q_1 corresponden al índice exponencial de Shannon y

expresan la diversidad teniendo en cuenta la relación entre el número de especies y sus abundancias, puesto que asume que todas las especies son incluidas con un peso exactamente proporcional a sus abundancias en una muestra (Moreno *et al.* 2011).

Se calcularon los números de Hill del orden q_2 correspondientes al inverso del índice de Simpson (1-D), que al tener en cuenta las abundancias, representa la dominancia y equidad de especies por estación, indicando la probabilidad en la que dos individuos seleccionados al azar dentro de la muestra pertenezcan a dos especies diferentes (Magurran 1988). De acuerdo con este índice los valores cercanos a 1 representan baja dominancia y los valores cercanos a 0 alta dominancia (He & Hu 2005). Los cálculos se realizaron utilizando el paquete iNEXT (iNterpolation/EXTrapolation) (Hsieh *et al.* 2022) en el lenguaje de programación R versión 4.1.2 (R Core Team 2022).

Diversidad beta: La similaridad entre las estaciones se calculó mediante el índice de Jaccard, el cual relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas, lo que expresa la semejanza entre dos muestras considerando únicamente la composición de especies (Villareal *et al.* 2004). El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre sitios,

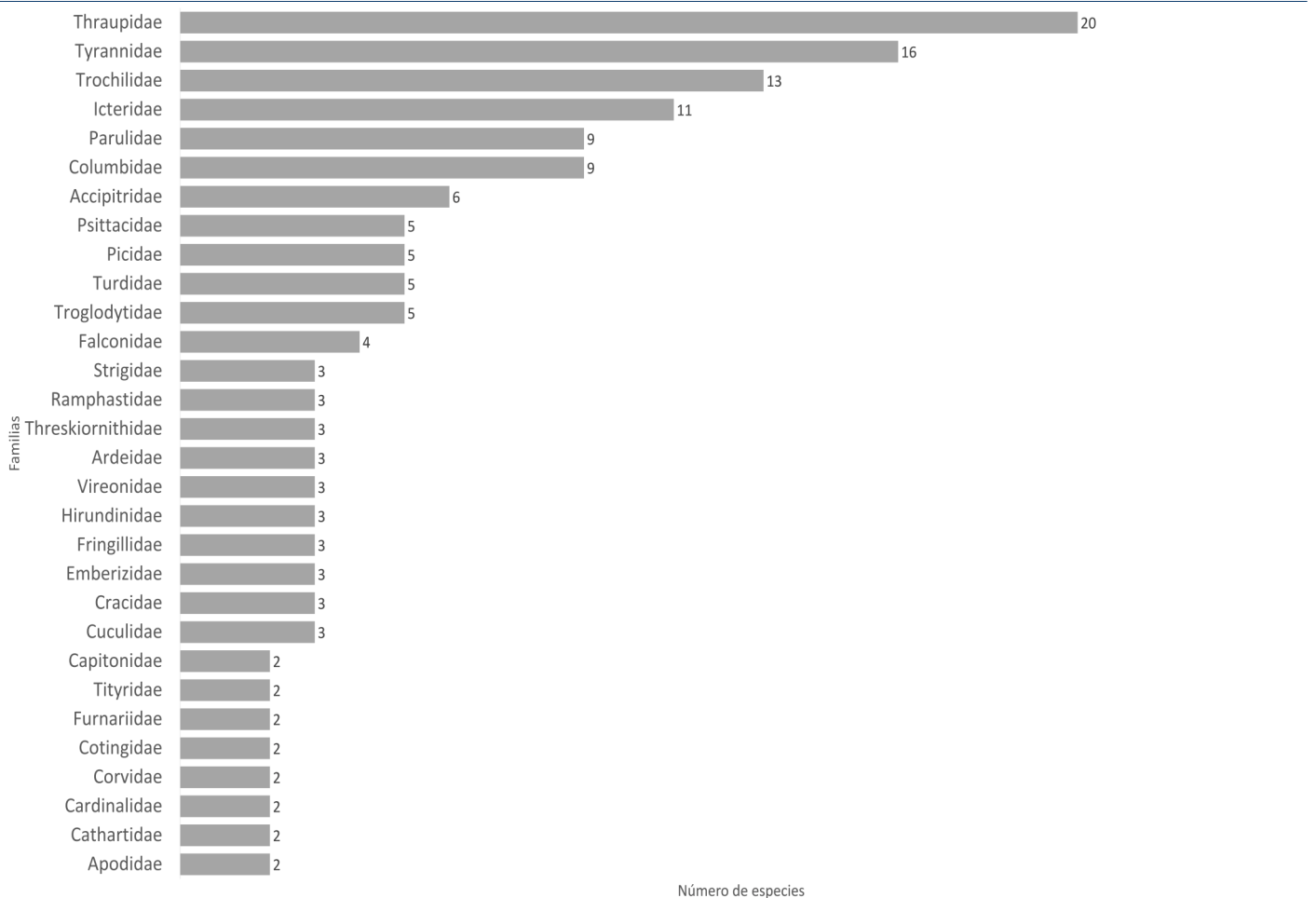


Figura 2. Composición taxonómica de la avifauna registrada en el mosaico de paisajes de la cuenca alta del río Ariari, Cubarral, Meta.

hasta 1 cuando estos tienen la misma composición de especies (Moreno 2001), este índice se calculó utilizando el programa PAST 4.03 (Hammer *et al.* 2001).

Gremios tróficos: Se realizó una revisión de información secundaria (Kattan *et al.* 1996, Hilty & Brown 2001, Chaparro-Herrera *et al.* 2021, Yañez-Dukon *et al.* 2021), a partir de la cual se agruparon especies en base a sus hábitos dietarios, de acuerdo a los gremios tróficos descritos por López Ordóñez *et al.* (2015), siendo estos carnívoro, carroñero, folívoro, frugívoro, granívoro, insectívoro, malacófago, nectarívoro y omnívoro.

Resultados

Representatividad.- Se registraron 1.437

individuos pertenecientes a 166 especies de aves, distribuidas en 18 órdenes y 42 familias. El orden Passeriformes es el mejor representado con 19 familias y 92 especies (55% del total registrado), seguido de los órdenes Apodiformes (15 spp., 9%) y Piciformes (10 spp., 6%) (ver anexo 1). Respecto a la agrupación por familias Thraupidae es la mejor representada (20 spp., 12%), seguida de Tyrannidae (16 spp., 9%) y Trochilidae (13 spp., 7,8%) (Fig. 2).

Se reportó la presencia de dos especies en categoría Vulnerable (VU) de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN: *Conopias cinchoneti* e *Hypopyrrhus pyrohypogaster*, siendo esta última endémica para el país (Chaparro-Herrera *et al.* 2013) (Fig. 3), así como tres especies en estado Casi Amenazado (NT): *Contopus*

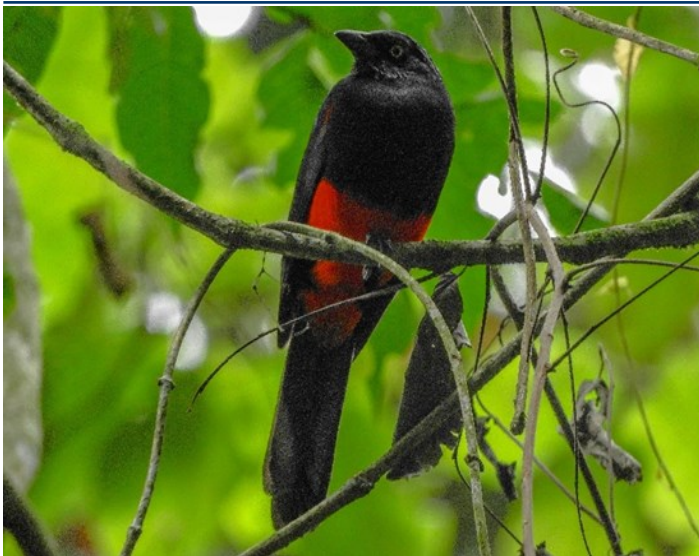


Figura 3. *Hypopyrrhus pyrohypogaster*. Especie endémica para el país y en categoría vulnerable.

cooperi, *Setophaga cerulea* y *Setophaga striata*. También se registraron quince especies migratorias boreales: *Buteo platypterus*, *Contopus cooperi*, *Contopus sordidulus*, *Contopus virens*, *Hirundo rustica*, *Catharus minimus*, *Catharus ustulatus*, *Piranga rubra*, *Piranga olivacea*, *Mniotilta varia*, *Setophaga ruticilla*, *Setophaga cerulea*, *Setophaga fusca*, *Setophaga striata* y *Cardellina canadensis* (Díaz-Bohorquez et al. 2014) (Fig. 4).

El trabajo realizado obtuvo una buena representatividad obteniendo para algunas estaciones valores superiores al 90% (diversidad estimada frente a diversidad observada). La mayor completitud de muestreo estuvo asociada a la cobertura vegetal de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, que se asocia a las estaciones Tonoa (98,2%) y Santa Bárbara (92,1%), seguido por la estación Bocatoma (90,3%), esta última asociada a la cobertura pastos limpios.

Las curvas de rarefacción evidencian que se requieren mayores esfuerzos de muestreo para alcanzar la forma asintótica en las estaciones Escuela (80,48%), Puerto Guatila (88,4%) y Sabana



Figura 4. Algunas especies migratorias boreales registradas para el municipio de San Luis de Cubarral (A) *Buteo platypterus* (B) *Piranga olivacea* (C) *Setophaga ruticilla* (D) *Setophaga fusca* (E) *Setophaga striata* (F) *Cardellina canadensis*.

(78,6%) asociadas a las coberturas de bosques densos y pastos limpios.

Diversidad alfa.- Las coberturas de bosque denso y mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, mostraron la mayor riqueza expresada en el número de Hill del valor q_0 , siendo las estaciones Escuela $q_0=88,21$, Santa Barbara $q_0=82,48$ y Puerto Guatila $q_0=81,45$, las que presentan el mayor número estimado de especies. La cobertura de pastos limpios presentó la menor riqueza (Fig. 5).

El número de Hill con valor q_1 (exponencial de Shannon) muestra que existe un ensamblaje heterogéneo en todo el mosaico de paisajes rurales estudiado, las coberturas vegetales de bosque denso y mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales presentan mayor

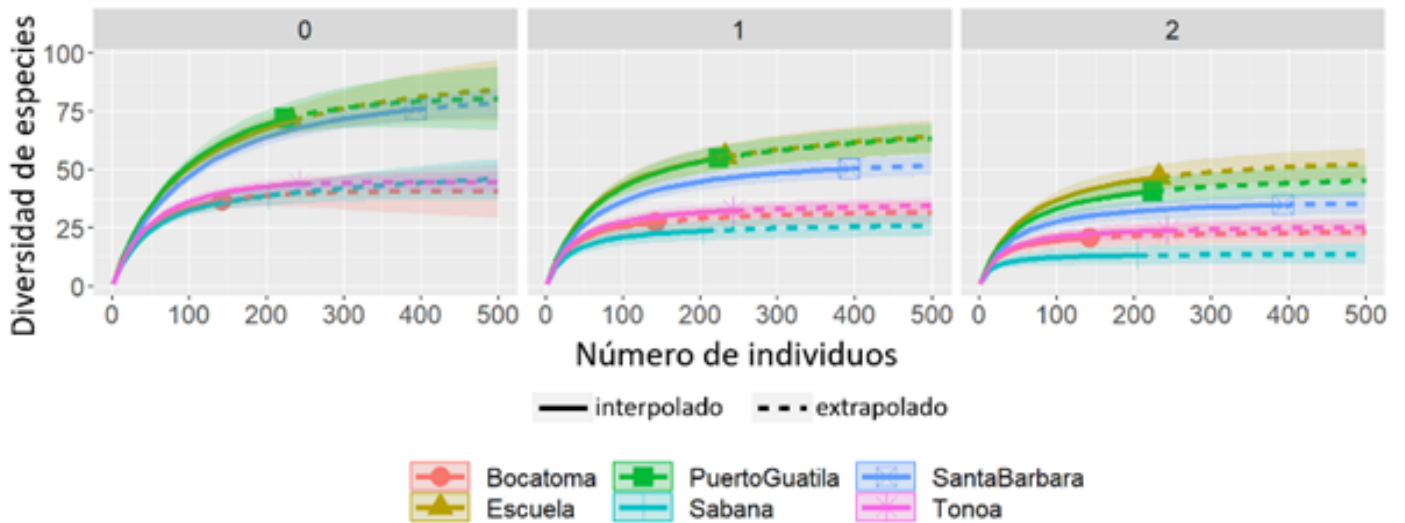


Figura 5. Curva de rarefacción-extrapolación a partir de números de Hills de los órdenes q_0 , q_1 y q_2 para la cuenca alta del río Ariari, Cubarral, Meta. La línea continua indica interpolación, la línea punteada indica extrapolación y el área sombreada el intervalo de confianza del 95% para cada estación de muestreo.

heterogeneidad de la muestra y por lo tanto una diversidad más alta (Tabla 3).

El número de Hill con valor q_2 (inverso de Simpson), muestra valores cercanos a 1 para todas las estaciones muestreadas, lo que indica que todas presentan baja dominancia o alta equidad de las abundancias. Bosque denso es la cobertura vegetal más diversa en relación con este índice.

Diversidad beta.- El índice de Jaccard exhibe falta de similaridad entre todas las estaciones muestreadas incluso en aquellas con las mismas coberturas vegetales. Las estaciones Puerto Guatila y Santa Bárbara evidencian el mayor número de especies compartidas entre sí (Fig. 6).

Gremios tróficos.- Se reportaron nueve gremios tróficos, con una mayoría de especies insectívoras (44%) principalmente Passeriformes de las familias Tyrannidae, Parulidae y Troglodytidae, seguido de especies frugívoras (25,9%), con predominancia de Passeriformes de la familia Thraupidae y especies nectarívoras (8%) de la familia Trochillidae. No se presentan diferencias

significativas en la distribución de los gremios tróficos entre coberturas, sin embargo, en la cobertura Bosque denso se observa una mayor riqueza de especies nectarívoras, carnívoras e insectívoras. *Opisthocomus hoazin* fue la única especie folívora observada durante el estudio, registrándose en las coberturas de pastos limpios (Fig. 7).

Discusión

Existen pocos estudios publicados sobre la avifauna de la cuenca alta del río Ariari, en el municipio de San Luis de Cubarral, por lo que este trabajo contribuyó al conocimiento de la diversidad y composición de la avifauna en la región, reportando 166 especies que corresponden al 21,6% de la diversidad de aves registradas para la Orinoquia colombiana y al 8,4% de las aves reportadas para el país (ACO 2020), además de hacer una aproximación a sus gremios tróficos de acuerdo a los hábitos dietarios descritos para cada especie reportada.

Las curvas de rarefacción evidencian una mayor probabilidad de encontrar especies no registradas

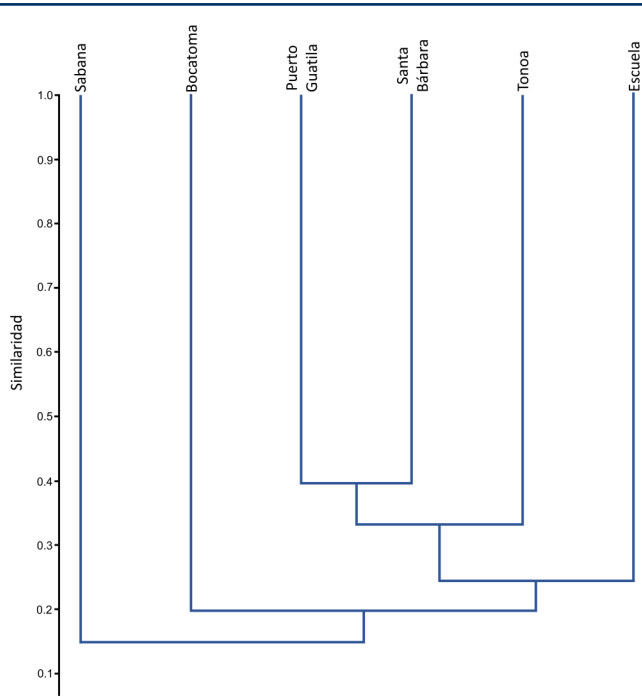


Figura 6. Similitud en la composición de especies de aves para la cuenca alta del río Ariari, Cubarral, Meta, Colombia, según el índice de Jaccard.

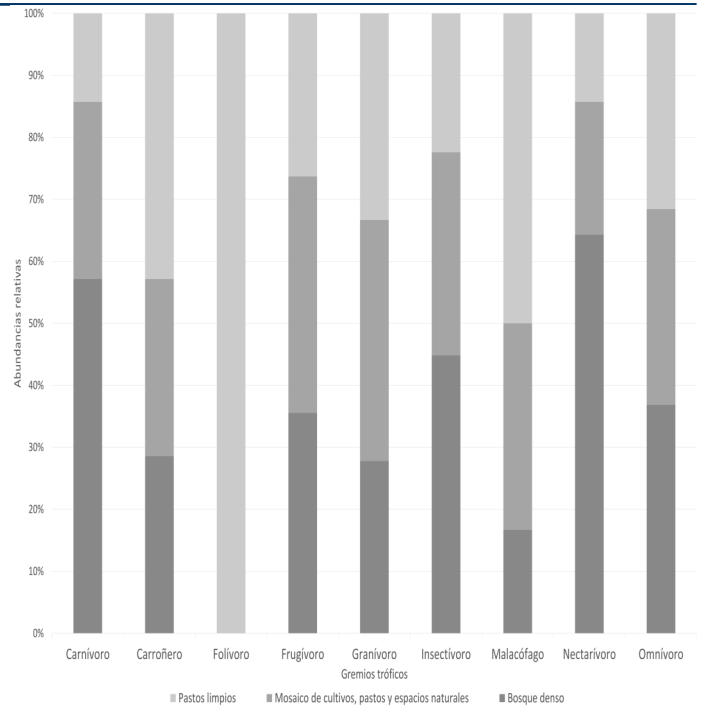


Figura 7. Abundancias relativas de los gremios tróficos para cada cobertura vegetal, Cubarral, Meta, Colombia.

a medida que se aumenta el número de observaciones, en especial en las coberturas de bosque denso, al comparar la riqueza observada de especies en este trabajo con las obtenidas para otras localidades del piedemonte llanero, como las 198 especies registradas para el municipio de Acacias por Martínez-Maldonado (2015) y las registradas para el municipio de Villavicencio por Murillo-Pacheco (2010) con 229 especies, Avendaño *et al.* (2018) con 189 especies y Morales-Rozo *et al.* (2020) con 371 especies, se evidencia la potencial distribución de otras especies para la cuenca alta del río Ariari, por lo que se requiere incrementar la evaluación de este grupo taxonómico en coberturas de bosque y en otras áreas poco transformadas dentro del municipio.

Los números de Hill de los órdenes q_1 y q_2 , mostraron que la cobertura de bosque denso es la más diversa en comparación con las otras coberturas estudiadas y a su vez refleja los valores de riqueza más altos. Sin embargo, la

fragmentación de bosques en todo el piedemonte llanero (Briceño-Vanegas *et al.* 2014), como consecuencia de la deforestación, siendo el Meta el departamento con mayores tasas en todo el país (IDEAM 2021), ha transformado el paisaje y generado un mosaico de coberturas que en la cuenca alta del río Ariari conserva unos cuantos remanentes de bosque denso aislados entre sí, que han perdido conectividad y aumentado el efecto de borde (Thornton *et al.* 2011), por tanto la conservación de la avifauna en esta región requiere centrar los esfuerzos en el mantenimiento de los bosques y mejorar su conectividad.

La reducción en la disponibilidad de hábitats como consecuencia de la fragmentación de los ecosistemas boscosos, ha limitado las áreas de forrajeo y reducido la disponibilidad de refugios (Enriquez Bernal 2006), a su vez, el reemplazo de áreas naturales por cultivos, pastizales o plantaciones forestales han generado un paisaje más abierto que afecta a las comunidades de

Tabla 3. Diversidad de aves por estaciones de muestreo para la cuenca alta del río Ariari, Cubarral, Meta, Colombia.

Estación	Cobertura vegetal	Individuos	S	q0	q1	q2
			Riqueza observada	Riqueza estimada	Exponencial de Shannon	Inverso de Simpson
Escuela	Bosque denso	232	71	88,21	4,23	0,98
Puerto Guatila	Bosque denso	224	72	81,45	4,2	0,98
Santa Bárbara	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	393	76	82,48	4,03	0,97
Tonoa	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	243	44	44,79	3,58	0,96
Bocatoma	Pastos limpios	142	37	40,97	3,47	0,95
Sabana	Pastos limpios	203	39	49,61	3,3	0,93

aves, incrementando la sustitución de unas especies por otras más tolerantes a las transformaciones y por ende generando un impacto negativo sobre la riqueza local de aves (Restrepo-Calle *et al.* 2010), siendo las especies en categoría de amenaza Vulnerable: *Hypopyrrhus pyrohypogaster* y *Conopias cinchoneti* las más sensibles a las perturbaciones del hábitat (Renjifo *et al.* 2016).

Si bien variables como la latitud, altitud, variables climáticas, entre otras, pueden influir en la ocurrencia de especies de aves, la baja similaridad obtenida entre las estaciones muestreadas, en donde *Milvago chimachima* y *Thraupis episcopus* son las únicas especies comunes a todas las estaciones, también puede explicarse como resultado de la influencia de actividades antrópicas, puesto que en las coberturas vegetales con mayor transformación, se observa un ensamblaje de aves menos heterogéneo, en comparación con las coberturas boscosas, por lo que en estas últimas se concentran aquellas especies con requerimientos de hábitat y alimenticios menos generalistas (Tamaris-Turizo *et al.* 2017). Es importante señalar que, en los hábitats intervenidos, el éxito de una especie para persistir en el tiempo radica en la capacidad de estas para movilizarse a través de los parches de bosque para la consecución del recurso que

necesita, y esto, depende del mantenimiento de la conectividad del mosaico (Pope *et al.* 2000).

De acuerdo con Terborgh (1977) la ocurrencia de aves no solo está limitada por las discontinuidades ambientales y las coberturas vegetales, sino también por el gradiente altitudinal que moldea la estructura del hábitat (condiciones físicas y biológicas), lo que explica las diferencias en la composición de especies en las estaciones con las mismas coberturas, pero ubicadas en diferentes elevaciones del piedemonte, por lo anterior, se sugiere incrementar el número de estudios en la zona que permitan entender la incidencia de la elevación en los cambios de la composición de especies a lo largo del gradiente altitudinal.

Los ecosistemas de la cuenca alta del río Ariari, ofrecen refugio como lugar de paso y de establecimiento temporal a poblaciones migratorias de origen boreal, siendo un indicador de la salud de algunos de estos ecosistemas, toda vez que poseen los recursos alimenticios y ecológicos que requieren para sobrevivir (Ocampo-Peñuela 2010) por lo que se hace urgente mayores esfuerzos de conservación dada la vulnerabilidad de sus hábitats frente a la constante expansión de la frontera agrícola y otras actividades humanas (Murcia & Carvajal

2011).

La predominancia de aves pertenecientes a los grupos tróficos insectívoros, frugívoros y nectarívoros, representan una mayor oferta de servicios ecosistémicos derivados de las funciones ecológicas de dichas especies como lo son la dispersión de semillas, el control de plagas y la polinización, que a su vez contribuyen con servicios como el aumento de la complejidad estructural (Tamaris-Turizo *et al.* 2017), la regulación del microclima, el ciclaje de nutrientes, la formación de suelo y la oferta hídrica, lo que demuestra una relación entre las funciones tróficas y el aumento de la complejidad paisajística (Salas-Correa *et al.* 2018).

De acuerdo con los resultados obtenidos, los parches de bosque que aún se conservan constituyen un hábitat de importancia para las aves en los mosaicos rurales, por esta razón, es importante señalar que los esfuerzos en conservación con respecto al futuro de la biodiversidad dependen en gran parte del manejo de las áreas destinadas para las actividades agropecuarias, ya que este es uno de los principales motores que conllevan a la pérdida de la biodiversidad. En este sentido, el reconocer la fragilidad de las coberturas naturales boscosas que aún se mantienen en pie en el piedemonte orinoquense y su importancia para el soporte de la biodiversidad y la oferta de servicios ecosistémicos, es un avance en la comprensión del cambio a nivel de paisaje que viene ocurriendo principalmente por actividades productivas (Vergara *et al.* 2019) y por lo mismo debe traducirse en acciones concretas de conservación. Se recomienda emplear la especie *Hypopyrrhus pyrohypogaster*, endémica para el país, como especie focal para futuros programas de monitoreo y conservación en la región, el seguimiento a la dinámica poblacional de esta y otras especies puede contribuir a entender los

factores de transformación actual y las necesidades de conservación.

Las acciones de conservación en el mosaico de paisajes rurales deben enfocarse entonces en la articulación de esfuerzos que vinculen a los propietarios de predios y las autoridades ambientales y territoriales en la implementación de iniciativas de deforestación evitada, el cumplimiento del componente programático del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca hidrográfica (POMCA) del Alto Ariari (Cormacarena 2017), la zonificación de predios de manera tal que se viabilice las iniciativas de conservación-producción, pago por servicios ambientales, la limitación de la expansión de la frontera agrícola en el área y la promoción e implementación de procesos de restauración que permitan conectar parches de bosque entre sí, mejorando la conectividad, través de acuerdos de conservación con propietarios.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Julián Chavarro Vargas, Lisseth Marín y Purificación Vargas del proyecto de conservación Senderos del Canajagua, a Nicole Franco León y al equipo editorial y revisores de la Revista Ornitología Colombiana, por sus valiosos aportes para el desarrollo de este trabajo.

Literatura citada

- ACEVEDO-CHARRY, O.A., A. PINTO-GÓMEZ & J.O. RANGEL-CH. 2014. Las aves de la Orinoquia colombiana: una revisión de sus registros. Pp. 691-750. In: Rangel, J. O. (Ed.) Colombia Diversidad Biótica XIV: La región de la Orinoquia de Colombia. Bogotá.
- ACO. 2020. Lista de referencia de especies de aves de Colombia - 2020 v2. Dataset/Checklist. <http://doi.org/10.15472/qhsz0p>
- AVENDAÑO, J.E., A. MORALES-ROZO, N. TEJEIRO-M., J. DÍAZ-CÁRDENAS, J.J. AMAYA-BURGOS, A.F. APONTE, N. GAMBOA, Y.E.J. SALCEDO-SARMIENTO, Á.J. VELÁSQUEZ-SUÁREZ & A. MORALES-ROZO. 2018. Birds of Universidad de los Llanos (Villavicencio, Colombia): a rich community at the andean foothills-savanna transition. Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural 22: 51-75.

- Universidad de Caldas. <https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.2.5>
- AYERBE-QUIÑONES, F. 2019. Guía ilustrada de la avifauna colombiana. Serie: Avifauna Colombiana. Wildlife Conservation Society. Punto Aparte Bookvertising, Bogotá.
- BRICEÑO-VANEGAS, G.A., A. CAMACHO-OSMAN & L. RINCÓN-VALERO. 2014. Integridad ecológica estructural del bosque de galería asociado a ecosistemas lóticos en la finca San José de Matadepantano. *Épsilon* 23: 139–159.
- CHAO, A., N.J. GOTELLI, T.C. HSIEH, E.L. SANDER, K.H. MA, R.K. COLWELL & A.M. ELLISON. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs* 84: 45–67. <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- CHAPARRO-HERRERA, S., P. ENRÍQUEZ & A. LOPERA-SALAZAR. 2021. Búhos de Colombia: guía ilustrada. Grupo de especialistas en Búhos Neotropicales, Bogotá.
- CORMACARENA. 2017. Resolución número PS-GJ.1.2.6.17.0669 por medio de la cual se declara en ordenación la cuenca hidrográfica del alto Ariari. Villavicencio.
- CORMACARENA & UTAA. 2018. Capítulo 2 Caracterización Básica de la cuenca Formulación POMCA río alto Ariari. Fase Diagnostica. P. In: POMCA río alto Ariari. Villavicencio.
- CORREA, H.D., S.L. RUIZ & L.M. ARÉVALO. 2006. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco-Colombia/2005-2015. P. In: Nuevos sistemas de comunicación e información. Corporinoquia, Cormacarena, IAVH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ - Colombia. Bogotá.
- DÍAZ-BOHÓRQUEZ, A.M., N.J. BAYLY, J.E. BOTERO & C. GÓMEZ. 2014. Aves migratorias en agroecosistemas del norte de Latinoamérica, con énfasis en Colombia. *Ornitología Colombiana* 14: 3–27.
- ENRÍQUEZ BERNAL, L.M. 2006. Estructura y composición de la comunidad de aves asociadas a plantaciones de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en "Agropecuaria La Loma" (Acacias - Meta). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- HAMMER, Ø., D.A.T. HARPER & P.D. RYAN. 2001. Past Palaeontological Statistics, ver. 1.79.: 1–88.
- HE, F. & X.S. HU. 2005. Hubbell's fundamental biodiversity parameter and the Simpson diversity index. *Ecology Letters* 8: 386–390. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00729.x>
- HILTY, S.L. & W.L. BROWN. 2001. Guía de las aves de Colombia. Princeton University Press, American Bird Conservancy-ABC, Universidad del Valle, Sociedad Antioqueña de Ornitología-SAO, Cali.
- HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José.
- HSIEH, T., K. MA & A. CHAO. 2022. iNEXT: Interpolation and Extrapolation for Species Diversity. R package. <http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/>.
- HSIEH, T.C., K.H. MA & A. CHAO. 2016. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution* 7: 1451–1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- IDEAM. 2010. Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Bogotá.
- IDEAM. 2021. Resultados del monitoreo deforestación: año 2020 y primer trimestre año 2021 Colombia 2020.
- IDEAM, IGAC & CORMAGDALENA. 2008. Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Autónoma Regional del río Grande de La Magdalena, Bogotá.
- KATTAN, G.H., V. SERRANO & A. APARICIO. 1996. Aves de Escarlete: diversidad, estructura trófica y organización social. *Cespedesia* 21(68): 9–27.
- LÓPEZ ORDÓÑEZ, J.P., F. GARY STILES & J.L. PARRA VERGARA. 2015. Protocolo para la medición de rasgos funcionales en aves. Pp. 79–123. In: B. Salgado Negret (ed.). La Ecología Funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.
- MAGURRAN, A. 1988. *Ecological Diversity and its measurement*. Croom Helm, London.
- MARTÍNEZ-MALDONADO, A. 2015. Estructura y Composición de un Ensamblaje de Aves en el "Bosque de los Guayupes", Vertiente del Río Guayuriba, Piedemonte Llanero (Acacias-Meta). Tesis de grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.
- MCMULLAN, M., T. DONEGAN, G. PANTOJA-PEÑA, T. TUNCER-NAVARRO, A. BARTELS & T. ELLERY. 2018. *Field Guide to the Birds of Colombia*. Rey Naranja Editores, Bogotá.
- McNish, T. 2007. Las aves de los llanos de la Orinoquía. M & B Ltda. Bogotá.
- MORALES-ROZO, A., N. REINA-GUZMÁN, E. ÁLVAREZ-DAZA, M. HOLGUÍN-RUIZ & N. TEJEIRO-MAHECHA. 2020. Aves urbanas de Villavicencio, Meta. Villavicencio.
- MORENO, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Volumen 1. MyT-Manuales y Tesis SEA, Zaragoza.
- MORENO, C.E., F. BARRAGÁN, E. PINEDA & N.P. PAVÓN. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: Alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1249–1261. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.745>
- MURCIA, M. & CARVAJAL, L. 2011. Aves del piedemonte llanero Cubarral. Meta. Cormacarena. Bogotá.
- MURCIA, M. 2009. Caracterización de la avifauna en dos parcelas de bosque natural veredas Vergel Alto y Palomas del municipio de Cubarral, Meta. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.
- MURILLO-PACHECO, J. 2010. Diversidad de aves en cuatro tipos de ecosistemas estratégicos en el Piedemonte llanero de Villavicencio (Meta - Colombia). Universidad de Alicante.
- OCAMPO-PEÑUELA, N. 2010. El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia. *Orinoquia* 14: 188–200. <http://dx.doi.org/10.22579/20112629.81>
- PEÑUELA, L., CASTRO, F. & N. OCAMPO-PEÑUELA. 2011. Las Reservas Naturales del Nudo Orinoquia en su rol de conservación de la biodiversidad. Fundación Horizonte Verde y Resnatur. 104p. Colombia.
- POPE, S.E., L. FAHRIG H. & G. MERRIAM. 2000. Landscape complementation and metapopulation effects on leopard frog populations. *Ecological Society of America* 81: 2498–2508. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2000\)081\[2498:LCAMEO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2000)081[2498:LCAMEO]2.0.CO;2)
- R CORE TEAM. 2022. R: A language and environment for

- statistical computing. Foundation for Statistical Computing, Vienna. <<https://www.r-project.org/>>.
- REMSEN, J.V.J., J.I. ARETA, E. BONACCORSO, S. CLARAMUNT, A. JARAMILLO, D.F. LANE, J.F. PACHECO, M.B. ROBBINS, F.G. STILES & K.J. ZIMMER [online]. 2022. A classification of the bird species of South America. American Ornithological Society. <<https://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>> (5 October 2022).
- RENJIFO, L.M., A.M. AMAYA-VILLARREAL, J. BURBANO-GIRÓN & J. VELÁSQUEZ-TIBATÁ. 2016. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.
- RESTREPO-CALLE, S., M. LENTINO & L. NARANJO. 2010. Aves del Orinoco.: 292–309. In: Lasso, C., J. Usma, F. Trujillo & A. Rial. (Eds). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá.
- SALAS CORREA, Á.D. & N.J. MANCERA RODRÍGUEZ. 2018. Relaciones entre la diversidad de aves y la estructura de vegetación en cuatro etapas sucesionales de bosque secundario, Antioquia, Colombia. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 21: 519–529. Universidad de Ciencias Aplicadas Y Ambientales - UDCA. <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.970>
- TAMARIS-TURIZO, D.P., H.F. LÓPEZ-ARÉVALO & N.R. RODRÍGUEZ. 2017. Efecto de la estructura del cultivo de palma de aceite *Elaeis guineensis* (Arecaceae) sobre la diversidad de aves en un paisaje de la Orinoquia colombiana. Revista de Biología Tropical 65: 1569–1581. <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i4.26735>
- TERBORGH, J. 1977. Bird species diversity on an andean elevational gradient. Ecology 58: 1007–1019. <https://doi.org/10.2307/1936921>
- THORNTON, D.H., L.C. BRANCH & M.E. SUNQUIST. 2011. The relative influence of habitat loss and fragmentation: Do tropical mammals meet the temperate paradigm? Ecological Applications 21: 2324–2333. <https://www.jstor.org/stable/41416658>
- TORRES, J. 2018. Caracterización del paisaje de piedemonte identificando los cambios de cobertura vegetal Villavicencio, Meta, años 2000–2016. Tesis de grado. Universidad Santo Tomas. Villavicencio.
- UMAÑA-VILLAVECES, A.M., J.I. MURILLO, S. RESTREPO-CALLE & M. ÁLVAREZ-REBOLLEDO. 2009. Aves. Pp. 48–78. In: Romero, M. H., J. A. Maldonado-Ocampo, J. D. Bogota-Gregory, J. S. Usma, A. M. Umaña-Villaveces, J. I. Murillo, S. Restrepo-Calle, M. Álvarez, M. T. Palacios-Lozano, M. S. Valbuena, S. L. Mejía, J. Aldana-Domínguez & E. Payan (Eds.). Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2007–2008: piedemonte orinoquense, sabanas y bosques asociados al norte del río Guaviare. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.
- VERGARA, D.G.K., J.O. COLADILLA, E.L. ALCANTARA, J.C. V. MAPACAPAC, J.E.D. LEYTE, C.S. PADILLA, C.D. RUZOL & D.R. SIAGIAN. 2019. Conservation under regional industrialization: Fragmentation and cover change in a forest reserve. Journal of Environmental Science and Management 22: 36–53. https://doi.org/10.47125/jesam/2019_1/04
- VILLAREAL, H., M. ÁLVAREZ, S. CÓRDOBA, F. ESCOBAR, G. FAGUA, F. GAST, H. MENDOZA, O. M. & A.M. UMAÑA. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.
- YAÑEZ-DUKON, L.A., N.F. VARGAS HERNÁNDEZ, I. FORERO ESPINOSA, P. LOCANO MONTOYA & J.S. RUIZ TOQUICA. 2021. Evaluación rápida de las familias y grupos trófico de aves asociadas a sabanas y bosques de galería en la Reserva El Caduceo, La María (San Martín, Meta, Colombia). Revista Mutis 11: 132–142.

Recibido: 16 de mayo de 2022 Aceptado: 7 de diciembre de 2022

Citación: RODRÍGUEZ-OVALLE, G. & M. PÁEZ-VÁSQUEZ. 2022. Avifauna asociada a un mosaico de paisajes rurales en la cuenca alta del río Ariari, Cubarral, Meta Colombia, anotaciones sobre su diversidad y conservación. Ornitología Colombiana 22: 2-15.

Anexo 1. Listado de especies por familias y órdenes, se muestra la abundancia relativa de especies por estación de muestreo: E=Escuela (bosque denso; 1.336 m), PG=Puerto Guatila (bosque denso; 1.136 m), SB=Santa Bárbara (mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales; 1.074 m), T=Tonoa (mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales; 817 m), B=Bocatoma (pastos limpios; 750 m), S=Sabana (pastos limpios; 680 m). Estatus: R=Residente, MB=Migratorio boreal, E=Endémico. Gremio trófico: Carn=Carnívoro, Carr=Carroñero, Fol=Folívoro, Fru= Frugívoro, Gra=Granívoro, Ins=Insectívoro, Mal=Malacófago, Nec=Nectarívoro, Omn=Omnívoro. [Descargue acá](#)