

Avifauna asociada a dos sistemas de producción de café en Tierradentro, San Andrés de Pisimbalá, Cauca, Colombia

Avifauna associated with two coffee production systems in Tierradentro, San Andrés de Pisimbalá, Cauca, Colombia

DOI: 10.47374/novcol.2025.v20.2600

Germán Darío Velasco-Rojas ¹
Diego Jesús Macías-Pinto ²
Jorge Mario Becoche-Mosquera ³

1. Universidad del Cauca
Grupo de Etnobotánicos Latinoamericano-GELA
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9419-3074>
E-mail: germanvel@unicauca.edu.co

2. Universidad del Cauca
Grupo de Etnobotánicos Latinoamericano-GELA
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8824-4525>
E-mail: djmacias@unicauca.edu.co

3. Universidad del Cauca
Grupo de Estudios en Geología, Ecología y Conservación – GECCO
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8538-5066>
E-mail: jbecoche@unicauca.edu.co

Resumen

Los cafetales con manejos menos intensivos y que estructuralmente son más ricos y diversos, han demostrado ser beneficiosos para la avifauna. Este estudio realizado en San Andrés de Pisimbalá, departamento del Cauca, Colombia, se enfocó en la conservación de la biodiversidad, evaluando las asociaciones existentes entre aves y cafetales, subrayando la importancia de prácticas agrícolas que fomenten la biodiversidad.

Se seleccionaron cuatro plantaciones de café siguiendo criterios específicos, como la misma variedad de café y altitudes similares, donde el muestreo de las aves se realizó mediante puntos de conteo. En los cuatro cafetales se registró un total de 80 especies, siendo Thraupidae, Tyrannidae y Trochilidae las familias más dominantes. El cafetal bajo sombrío presentó la mayor diversidad, probablemente por la heterogeneidad vegetal observada. Este trabajo se considera como uno de los pioneros sobre el conocimiento de la avifauna asociada a sistemas cafeteros en el Parque Arqueológico de Tierradentro, San Andrés de

Historia del artículo

Fecha de recepción: 29-01-2025

Fecha de aceptación: 12-05-2025

Pisimbalá, Cauca, Colombia, una región de interés cultural y ecoturística para el país, contribuyendo con información de línea base para promover el turismo sostenible en la región.

Palabras clave: agroecosistemas, diversidad, prácticas de manejo, sistemas cafeteros.

Abstract

Less intensively managed coffee plantations that are structurally richer and more diverse have proven to be beneficial for avifauna. This study carried out in San Andrés de Pisimbalá, department of Cauca, Colombia, focused on the conservation of biodiversity, evaluating the existing associations between birds and coffee plantations, highlighting the importance of agricultural practices that promote biodiversity.

Four coffee plantations were selected following specific criteria, such as the same coffee variety and similar altitudes, where bird sampling was carried out through point counts. A total of 80 species were recorded in the four coffee plantations, with Thraupidae, Tyrannidae and Trochilidae being the most dominant families. The coffee plantation under shade presented the highest diversity, probably due to the plant heterogeneity observed. This work is considered as one of the pioneering studies on the knowledge of the avifauna associated with coffee systems in the Tierradentro Archaeological Park, San Andrés de Pisimbalá, Cauca, Colombia, a region of cultural and ecotourism interest for the country, contributing with baseline information to promote sustainable tourism in the region.

Keywords: agroecosystems, diversity, management practices, coffee systems.

Introducción

En América del Sur, los cultivos de café abarcan aproximadamente 3,4 millones de hectáreas, lo que representa una de las actividades agropecuarias más importantes para países como Brasil, Colombia y Perú (Canet et al. 2016; Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), c2020; Perfecto et al. 2005). En Colombia, el café ha sido un pilar económico desde el siglo XIX, con una extensión de más de 840 000 hectáreas, ocupando el 12,59 % del territorio colombiano en 22 de sus 32 departamentos, convirtiéndose en el principal producto de exportación del país (FAO 2020; Federación Nacional de Cafeteros de Colombia 2021; Lozano y Yoshida 2008).

Sin embargo, estudios han evidenciado que en aquellos cafetales que han adoptado prácticas de manejo intensivas, el incremento en la producción de café ha conllevado a una pérdida de biodiversidad, afectando la vegetación natural y a los organismos que allí habitan, como aves y hormigas (Díaz et al. 2016; Philpott et al. 2008), lo que genera una preocupación creciente con respecto a la avifauna y la vegetación asociada, particularmente en Colombia, debido a la alta abundancia de cafetales en el país y su importancia económica, donde más del 40% de las fincas cafeteras han experimentado un alto nivel de reducción en los sombríos, debido a las recomendaciones de instituciones (Díaz et al. 2016). Por otro lado, en fincas con manejos menos intensivos, se observa un aumento en la diversidad y complejidad estructural.

Por ello, el paisaje cafetero se ha convertido en uno de los sistemas agrícolas que mayor atención ha recibido, debido a su potencial para la conservación de la biodiversidad. Este potencial es especialmente notable en aquellos sistemas que adoptan prácticas y manejos tradicionales, mantienen una vegetación heterogénea y fomentan la presencia de doses altos, diversos y densos. Estas características permiten alcanzar niveles de riqueza en aves y plantas similares a los de hábitats con menor intervención antrópica (Bhagwat et al. 2008; Lagos et al. 2019; Reyes y Cano 2022; Sánchez et al. 2008; Sosa Fernández et. al, 2020).

En los procesos de caracterización de la biodiversidad, las aves son un grupo taxonómico clave, dada su alta riqueza y diversidad de especies, actuando como bioindicadores para evaluar la perturbación y el estado de salud ambiental de los paisajes rurales, asimismo, de la integridad ecológica y la sostenibilidad de los agroecosistemas (Díaz et al. 2016; Perfecto et al. 2005). Además, son importantes controladores biológicos de plagas, lo que disminuye la necesidad del uso de agentes químicos y favorece prácticas de cultivo más sostenibles. Por otro lado, contribuyen en procesos mutualistas como la polinización y asisten en la dispersión de semillas (Baker et al. 2019). Esta interacción dinámica entre las aves y el entorno de los cafetales, resalta la importancia de implementar prácticas agrícolas que respeten y fomenten la biodiversidad, pues la conservación de las aves y la producción de café coexisten de manera sinérgica, beneficiando tanto al medio ambiente como a la economía local.

En Colombia la caficultura se desarrolla principalmente en la zona andina, región de gran complejidad geomorfológica, con enclaves húmedos tropicales (Lentijo y Botero 2013). Este es el caso de la vereda San Andrés de Pisimbalá, donde se observa una integración de agroecosistemas cafeteros con fragmentos de bosque, situación que representa potenciales áreas de interés para investigación

y conservación. A pesar de los esfuerzos, el desarrollo sostenible en el área ha sido escasamente promovido y la expansión de la frontera agropecuaria ha incrementado el área de potreros y cultivos, reduciendo la cobertura de los remanentes boscosos. En este contexto, la presencia de aves como bioindicadores clave, permite identificar elementos del paisaje con alto valor ecológico, útiles para orientar acciones de conservación y restauración ecológica, asimismo, fomentar prácticas sostenibles que beneficien tanto a las comunidades locales como a los ecosistemas (Norton et al., 2016).

En consecuencia, este estudio tiene como objetivo identificar la diversidad de aves asociada a los cafetales bajo sombra y a libre exposición presentes en la vereda San Andrés de Pisimbalá, municipio de Inzá, Cauca. Asimismo, busca evidenciar cómo las prácticas de manejo de los cafetales, específicamente el uso de sombra frente a la exposición directa, influyen en la biodiversidad de aves que habitan estos agroecosistemas.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en la vereda San Andrés de Pisimbalá (Fig. 1), resguardo indígena San Andrés de Pisimbalá, municipio de Inzá, departamento del Cauca, ubicada sobre la vertiente oriental de la Cordillera Central. Se seleccionaron dos tipos de sistemas productivos cafeteros: cultivos a libre exposición y cultivos con sombra asociada, predominando la variedad Colombia y en menor cantidad la variedad caturra, con edades de plantación entre 5 a 7 años.

El territorio es montañoso, caracterizado por una topografía que va desde ligera hasta fuertemente ondulada, escarpada y quebrada, además de una geomorfología de montañas ramificadas casi verticales con crestas agudas y de laderas cortas (Velasco et al. 2021).

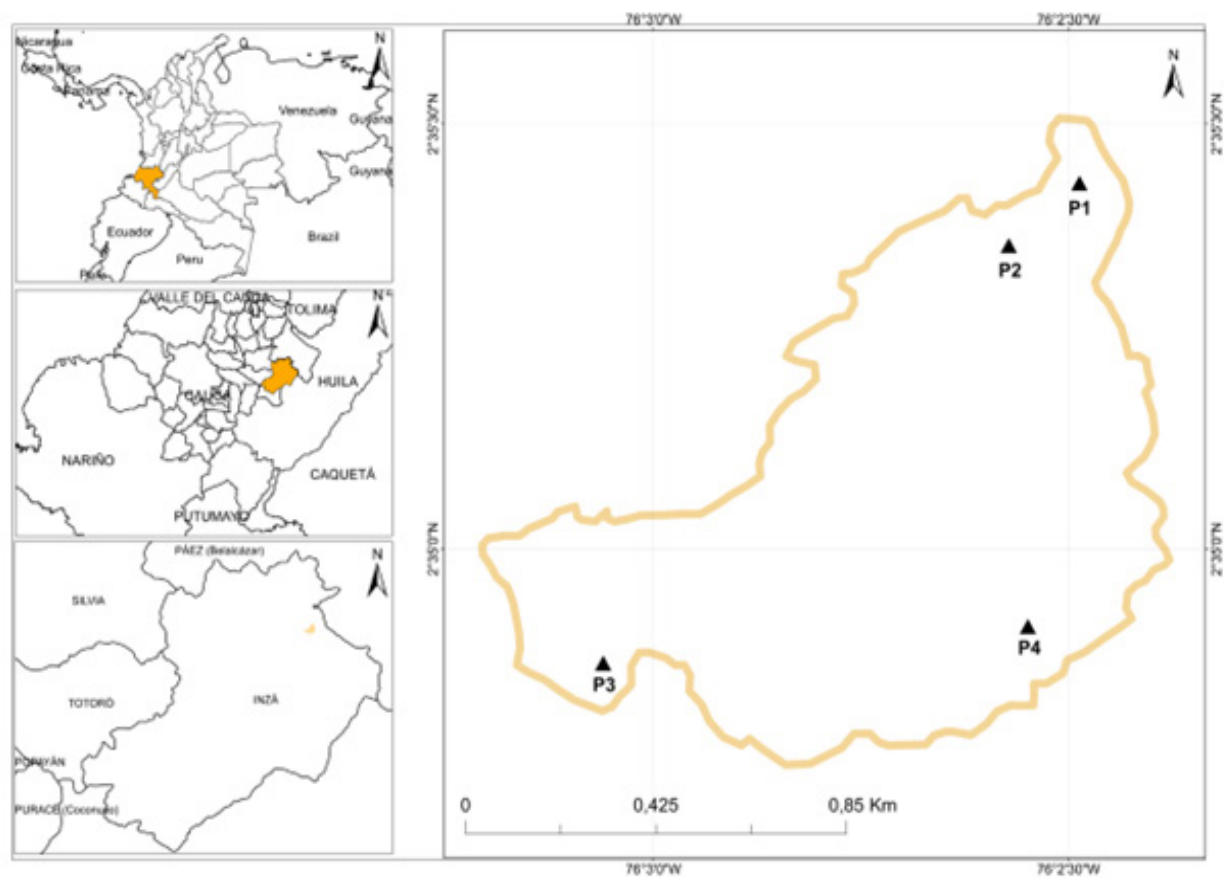


Figura 1. Localización geográfica de la vereda de San Andrés de Pisimbalá (Inzá, Cauca).

La cobertura vegetal de esta zona corresponde al bosque subandino según Rangel et al. (1997), y de acuerdo con Holdridge (1967) es una región con vegetación tropical, por lo que se considera una transición de bosque húmedo a muy húmedo/montano bajo (Bmh-Bh/MB) (Velasco et al. 2021).

Diseño del estudio

Se seleccionaron cuatro cultivos de café siguiendo como referencia la propuesta metodológica de Díaz et al. (2016), ajustándola a las condiciones agroecológicas y productivas del departamento del Cauca. Para minimizar sesgos en la comparación de la composición de aves entre los cultivos, se establecieron los siguientes criterios de selección: (1) cultivos con la misma variedad de café (variedad Colombia), para evitar diferencias en manejo y estructura de la plantación; (2) área igual o superior a una hectárea; (3) presencia de vegetación natural adyacente a los cultivos para evaluar la relación entre la heterogeneidad del paisaje y la variedad de especies de aves; (4) rango altitudinal entre 1500 y 2000 msnm, característico de las zonas cafeteras del Cauca, para evitar variaciones por altitud en la variedad de aves; (5) selección de dos sistemas bajo sombrío y dos a libre exposición, representativos de los sistemas productivos de la región.

En la región existen dos tipos de manejo del cultivo de café. Por un lado, los caficultores indígenas y campesinos mantienen prácticas ancestrales en la siembra y cosecha, entre ellas: la selección de semillas de las mejores plantas para la resiembra; la asociación del café con árboles nativos como Guamo (*Inga spp.*) y Yarumo (*Cecropia spp.*) para proporcionar sombra y mejorar la fertilidad del suelo; la cosecha manual y selectiva en función de la maduración del grano; uso de abonos orgánicos a partir de restos vegetales y animales. Por otro lado, existen los sistemas a libre exposición, los cuales han comenzado a implementarse y tecnificarse en la zona. En este estudio se busca analizar qué efecto tienen estas prácticas agrícolas locales y la cobertura vegetal asociada a cada sistema productivo en la variedad de aves presentes en los agroecosistemas cafeteros.

Muestreo de las especies de aves

El muestreo de aves se llevó a cabo entre enero y junio de 2023, realizando una salida de campo mensual. Se establecieron cinco puntos de conteo por sistema de producción de café, con un radio de detección de 30 a 50 m, separados por 100 m y distribuidos uniformemente dentro de cada cafetal (Ruiz et al. 2019). En cada punto, se registraron las especies de aves mediante observación directa y vocalizaciones durante

sesiones de 20 minutos, realizadas entre las 06:00 a.m. y las 09:00 a.m., y entre las 03:00 p.m. y 06:00 p.m., con el objetivo de registrar aquellas aves que tenían alguna interacción con el cafetal (González 2011; Ralph et al. 1996; Rosenstock et al. 2002).

Durante el periodo de muestreo, se presentaron variaciones estacionales en las precipitaciones, con una fase de alta pluviosidad entre enero y marzo, seguida de un periodo de menor precipitación entre abril y junio. Estas condiciones coincidieron con el estado fenológico de los cafetales, donde los primeros tres meses correspondieron a la fase de floración, mientras que en los meses siguientes se observó el inicio del desarrollo de frutos.

Para mitigar la duplicidad de registros entre los sistemas de producción cafetal bajo sombrío y cafetal a libre exposición, se adoptó un enfoque de muestreo independiente, minimizando el solapamiento de los puntos de conteo y asegurando que las observaciones fueran lo más exclusivas posibles para cada sistema. Además, se consideraron las variaciones espaciales entre los predios de los diferentes sistemas de producción. La distancia entre los puntos de muestreo en cada sistema de producción oscilaba entre 700 m y 2000 m, lo que ayudó a evitar el doble conteo de individuos en áreas adyacentes.

Análisis de datos

Inicialmente se elaboró un listado de las especies registradas en la zona de estudio, siguiendo el orden taxonómico propuesto por el South American Classification Committee – SACC (2025). Para evaluar la eficiencia del muestreo, se construyó la curva de interpolación y extrapolación basada en la proporción de la riqueza observada en relación con la riqueza esperada en la comunidad, basada en el número de individuos muestreados (Chao y Jost 2012). En cuanto a la diversidad verdadera, se determinó mediante los números efectivos de especies (Jost 2006). Se calculó la diversidad de orden cero ($0q$), que equivale a la riqueza de especies; orden uno ($1q$) equivalente a la frecuencia de especies sin tener en cuenta si son comunes o raras (exponencial de Shannon); y orden dos ($2q$), que representa las especies dominantes (inverso de Simpson) siguiendo el método propuesto por Jost (2006) y Chao y Jost (2015). Los análisis se realizaron por medio del software R Studio versión 4.3.0 (R Core Team c2023). La diversidad verdadera y la curva de interpolación y extrapolación basada en la cobertura de la muestra se calcularon con los paquetes estadísticos iNEXT (Hsieh et al. 2013) y Spade R (Chao et al. 2015) y paquetes complementarios como knitr (Xie 2014), ggplot2 y dplyr (Wickham 2016). Por último, se calculó el índice de similitud de Bray-Curtis con los paquetes vegan (Oksanen et al. 2020) y stats (R Core Team 2021).

Resultados y discusión

Se registró un total de 80 especies (Tabla 1), distribuidas en 69 géneros, 23 familias y 805 individuos, lo que representa el 4% de las especies registradas para Colombia por Echeverry et al. (2022).

Tabla 1. Avifauna registrada en cafetales de San Andrés de Pisimbalá, Cauca, Colombia. BS – Bajo Sombrío, LE – Libre Exposición.

species		BS	LE
Galliformes - Cracidae	Ortalis columbiana Hellmayr, 1906		X
Columbiformes - Columbidae	Leptotila verreauxi Bonaparte 1855	X	X
Cuculiformes - Cuculidae	Crotophaga ani Linnaeus 1758	X	
	Tapera naevia (Linnaeus) 1766	X	X
	Piaya cayana (Linnaeus) 1766	X	X
Apodiformes - Trochilidae	Phaethornis anthophilus (Bourcier) 1843	X	
	Phaethornis guy (Lesson) 1833	X	
	Colibri delphinae (Lesson) 1839	X	X
	Colibri coruscans (Gould) 1846	X	X
	Anthractorax nigricollis (Vieillot) 1817		X
	Heliodoxa leadbeateri (Bourcier) 1843	X	
	Chaetocercus mulsant (Bourcier) 1842	X	
	Chaetocercus heliodor (Bourcier) 1840	X	X
	Chlorostilbon melanorhynchus Gould 1860	X	
	Chlorostilbon gibsoni (Fraser) 1840	X	X
	Chalybura buffonii (Lesson) 1832	X	X
	Saucerottia cyanifrons (Bourcier) 1843	X	X
	Amazilia tzacatl (De la Llave) 1833	X	
	Uranomitra francie (Bourcier & Mulsant) 1846	X	X
Cathartiformes - Cathartidae	Coragyps atratus (Bechstein) 1793	X	
Accipitriformes - Accipitridae	Rupornis magnirostris (Gmelin) 1788	X	
Piciformes - Picidae	Picumnus olivaceus Lafresbaye 1845	X	
	Melanerpes rubricapillus (Cabanis) 1862		X
	Dryobates fumigatus (Orbigny) 1840		X
	Dryocopus lineatus (Linnaeus) 1766		X
	Colaptes punctigula (Boddaert) 1783	X	X
Falconiformes - Falconidae	Milvago chimachima (Vieillot) 1816	X	
Psittaciformes - Psittacidae	Brotogeris jugularis (Statius Muller) 1776	X	X
	Forpus conspicillatus (Lafresnaye) 1848	X	X
Passeriformes			
Thamnophilidae	Thamnophilus multistriatus Lafresnaye 1844	X	X
	Dysithamnus mentalis (Temminck) 1823	X	X

Especies		BS	LE
Galliformes - Cracidae	Ortalis columbiana Hellmayr, 1906		X
Columbiformes - Columbidae	Leptotila verreauxi Bonaparte 1855	X	X
Cuculiformes - Cuculidae	Crotophaga ani Linnaeus 1758	X	
	Tapera naevia (Linnaeus) 1766	X	X
	Piaya cayana (Linnaeus) 1766	X	X
Apodiformes - Trochilidae	Phaethornis anthophilus (Bourcier) 1843	X	
	Phaethornis guy (Lesson) 1833	X	
	Colibri delphinae (Lesson) 1839	X	X
	Colibri coruscans (Gould) 1846	X	X
	Anthracoceros nigricollis (Vieillot) 1817		X
	Heliodoxa leadbeateri (Bourcier) 1843	X	
	Chaetocercus mulsant (Bourcier) 1842	X	
	Chaetocercus heliodor (Bourcier) 1840	X	X
	Chlorostilbon melanorhynchus Gould 1860	X	
	Chlorostilbon gibsoni (Fraser) 1840	X	X
	Chalybura buffonii (Lesson) 1832	X	X
	Saucerottia cyanifrons (Bourcier) 1843	X	X
	Amazilia tzacatl (De la Llave) 1833	X	
	Uranomitra francie (Bourcier & Mulsant) 1846	X	X
Cathartiformes - Cathartidae	Coragyps atratus (Bechstein) 1793	X	
Accipitriformes - Accipitridae	Rupornis magnirostris (Gmelin) 1788	X	
Piciformes - Picidae	Picumnus olivaceus Lafresbaye 1845	X	
	Melanerpes rubricapillus (Cabanis) 1862		X
	Dryobates fumigatus (Orbigny) 1840		X
	Dryocopus lineatus (Linnaeus) 1766		X
	Colaptes punctigula (Boddaert) 1783	X	X
Falconiformes - Falconidae	Milvago chimachima (Vieillot) 1816	X	
Psittaciformes - Psittacidae	Brotogeris jugularis (Statius Muller) 1776	X	X
	Forpus conspicillatus (Lafresnaye) 1848	X	X
Passeriformes			
Thamnophilidae	Thamnophilus multistriatus Lafresnaye 1844	X	X
	Dysithamnus mentalis (Temminck) 1823	X	X
Furnariidae	Lepidocolaptes lacrymiger (Des Murs) 1849	X	
	Lochmias nematura (Lichtenstein) 1823	X	
	Synallaxis brachyura Lafresnaye 1843	X	X
Tyrannidae	Todirostrum cinereum (Linnaeus) 1766	X	X
	Zimmerius chrysops (Sclater, PL) 1859	X	X
	Elaenia flavogaster (Thunberg) 1822	X	X
	Pitangus sulphuratus (Linnaeus) 1766	X	
	Megarynchus pitangua (Linnaeus) 1766	X	
	Myiozetetes cayanensis (Linnaeus) 1766	X	X
	Tyrannus melancholicus Vieillot 1819	X	X
	Empidonax virescens (Vieillot) 1818	X	X
	Contopus sp. Cabanis 1855		

Especies		BS	LE
Vireonidae	Cyclarhis gujanensis (Gmelin) 1789	X	
Hirundinidae	Pygochelidon cyanoleuca (Vieillot) 1817		X
	Stelgidopteryx ruficollis (Vieillot) 1817		X
Troglodytidae	Troglodytes aedon Vieillot 1809	X	X
	Pheugopedius mystacalis (Sclater, PL) 1860	X	X
	Henicorhina leucophrys (Tschudi) 1844	X	
Turdidae	Catharus ustulatus (Nuttall) 1840	X	
	Turdus ignobilis Sclater, PL 1858	X	X
Fringilidae	Spinus psaltria (say) 1822	X	X
	Euphonia lanirostris Orbigny & Lafresnaye 1837	X	X
Passerellidae	Arremonops conirostris (Bonaparte) 1850X	X	X
	Zonotrichia capensis (Statius Muller) 1776	X	X
	Atlapetes albinucha (Lafresnaye & Orbigny) 1838	X	
Icteridae	Icterus chrysater (Lesson,RP) 1844	X	X
	Molothrus bonariensis (Gmelin) 1789	X	X
Parulidae	Setophaga pitiayumi (Vieillot) 1817	X	X
	Setophaga fusca (Muller,PLS) 1776	X	X
	Myiothlypis fulvicauda (Spix) 1825	X	
	Basileuterus rufifrons (Swainson) 1838	X	
	Cardellina canadensis (Linnaeus) 1766	X	X
	Myioborus miniatus (Swainson) 1827	X	X
Cardinalidae	Piranga flava (Vieillot) 1822		X
	Piranga rubra (Linnaeus) 1758	X	
Thraupidae	Diglossa sittoides (Orbigny & Lafresnaye) 1838		X
	Tachyphonus rufus (Boddaert) 1783	X	X
	Ramphocelus dimidiatus Lafresnaye 1837	X	X
	Sporophila nigricollis (Vieillot) 1823	X	X
	Sporophila schistacea (Lawrence) 1862	X	
	Saltator striatipectus Lafresnaye 1847	X	X
	Coereba flaveola (Linnaeus 1758)	X	X
	Tiaris olivaceus (Linnaeus, 1766)	X	X
	Stilpnia vitriolina (Cabanis) 1851	X	X
	Stilpnia cyanicollis (Orbigny & Lafresnaye) 1837	X	X
	Tangara gyrola (Linnaeus) 1758	X	X
	Tangara arthus Lesson 1832	X	
	Thraupis episcopus (Linnaeus) 1766	X	X
	Thraupis palmarum (Wied-Neuwied) 1821	X	X

Basado en el método de interpolación y extrapolación, la cobertura de la muestra para los sistemas de producción a libre exposición fue de 97,06%, y bajo sombrío del 94,98% (Fig. 2) (Tabla 2).

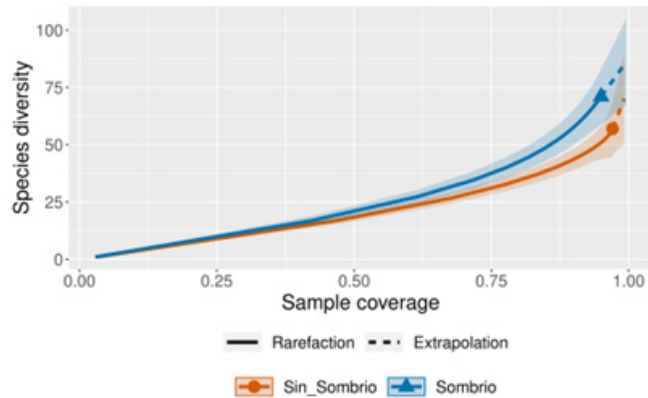


Figura 2. Curva de interpolación y extrapolación basada en la cobertura de la muestra.

Tabla 2. Integridad del muestreo

Sistema de Producción	n	S. obs	SC
Sombrío	397	71	94,98
Sin Sombrío	408	57	97,06

n: abundancia, S. obs: especies observadas, SC: cobertura de la muestra.

De acuerdo con las curvas de rarefacción y extrapolación basadas en la cobertura de la muestra, los resultados obtenidos indican que la caracterización de la avifauna en ambos sistemas de producción estuvo bien representada, con más del 94 % de la comunidad registrada en cada tipo de cafetal. Sin embargo, cabe indicar que diversos autores sugieren que la presencia de aves migratorias puede influir en la detección de especies residentes debido a posibles procesos de competencia por hábitat y recursos (Komar, 2006). Si bien este aspecto está por fuera del alcance del presente estudio, se resalta la importancia de aumentar el esfuerzo de muestreo para lograr una caracterización más completa de la avifauna.

Este trabajo constituye el primer estudio ornitológico realizado en los sistemas de producción de café en la vereda de San Andrés de Pisimbalá, registrando un total de 80 especies. Sin embargo, otros estudios como el de Lentijo y Botero (2013) reportaron 100 especies en cafetales de la Cordillera Central, mientras que Meneses (2017) registró 57 especies. Estas diferencias pueden estar influenciadas por la extensión de los cafe-

tales evaluados, la distancia entre ellos y la heterogeneidad del paisaje circundante. En el presente estudio, la distancia entre los cafetales muestreados osciló entre 3 y 4 km, mientras que en los estudios previos la separación era mayor, lo que podría haber permitido una conectividad más amplia entre fragmentos de hábitat. Además, los cafetales evaluados por Lentijo y Botero (2013) tenían una extensión de 10 hectáreas o más, lo que pudo favorecer el hallazgo de una mayor riqueza de especies, en comparación con las áreas evaluadas en este estudio. Estas variaciones sugieren que la composición de especies está influenciada por factores espaciales y por el diseño del estudio.

La familia más abundante hallada fue Thraupidae con 28,57% de los individuos registrados, seguida de Tyrannidae con 28,57%, Parulidae con 8,81% y Trochilidae con 6,83% (Fig. 3).

La mayor riqueza y dominancia estuvo representada por especies de la familia Thraupidae (16), Trochilidae (14) y Tyrannidae (11). Thraupidae y Tyrannidae se encuentran ampliamente distribuidas en el país, pues en su mayoría son oportunistas y generalistas, capaces de aprovechar una gran variedad de recursos abundantes en cualquier ecosistema, como son los frutos e insectos (Ávila, 2016). Otros autores señalan que estas familias presentan una estrecha relación con hábitats abiertos y agropaisajes fragmentados, lo que las convierte en un grupo muy común en los bordes de bosque, claros y potreros arbolados, por ello son dominantes en casi todos cafetales y hábitats de la zona de estudio (Vergara et al., 2017; Vilchez et al., 2008). Por su parte, la familia Trochilidae ocupa el segundo lugar en número de especies, debido a la multiplicidad de recursos florales proveedores de néctar que pueden ser utilizados por los colibríes dentro de cada cafetal (Ávila, 2016; Gutiérrez, 2008).

Las especies dominantes fueron *Turdus ignobilis* Sclater, PL 1858 con 51 individuos registrados, *Zimmerius chrysops* (Sclater, PL) 1859 con 44, *Icterus chrysater* (Lesson, RP) 1844 con 43, *Coereba flaveola* (Linnaeus 1758) con 42, *Zonotrichia capensis* (Statius Muller) 1776 con 38 y *Synallaxis brachyura* Lafresnaye 1843 con 34 registros (Fig. 4).

La especie más abundante fue *T. ignobilis*, nativa de la vegetación subandina y asociada a zonas abiertas y antropizadas. Su abundancia se puede atribuir a que su tipo de alimentación frugívora depende directamente de la vegetación nativa asociada a los cafetales; asimismo, esta especie es considerada un importante dispersor de semillas, ya que traga frutos enteros sin procesamiento en el pico (Vivas y Fernández, 2023).

Z. chrysops, *I. chrysater* y *C. flaveola* son las siguientes especies más abundantes dentro del estudio, particularmente *Z. chrysops*, que habita en vegetación premontana de crecimiento primario y secundario con parches de plantaciones de café en

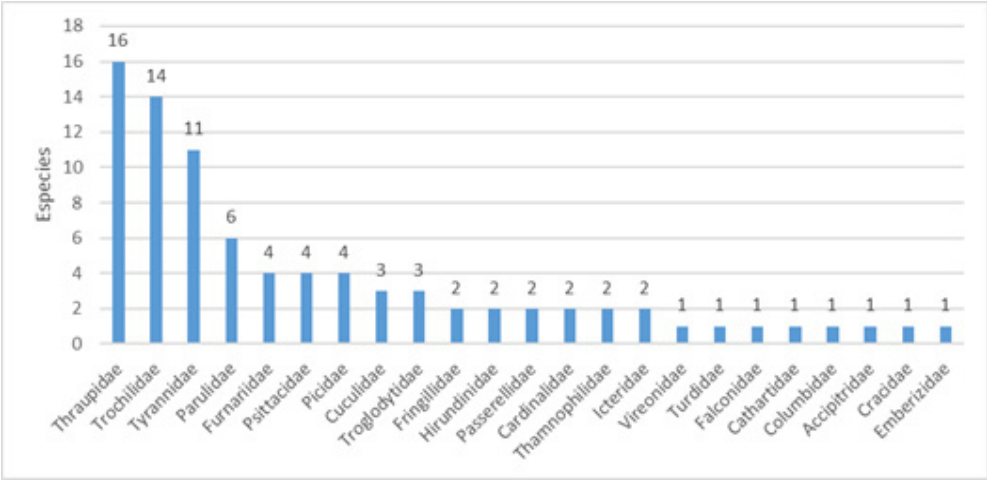


Figura 3. Número de especies por familia en San Andrés de Pisimbalá.

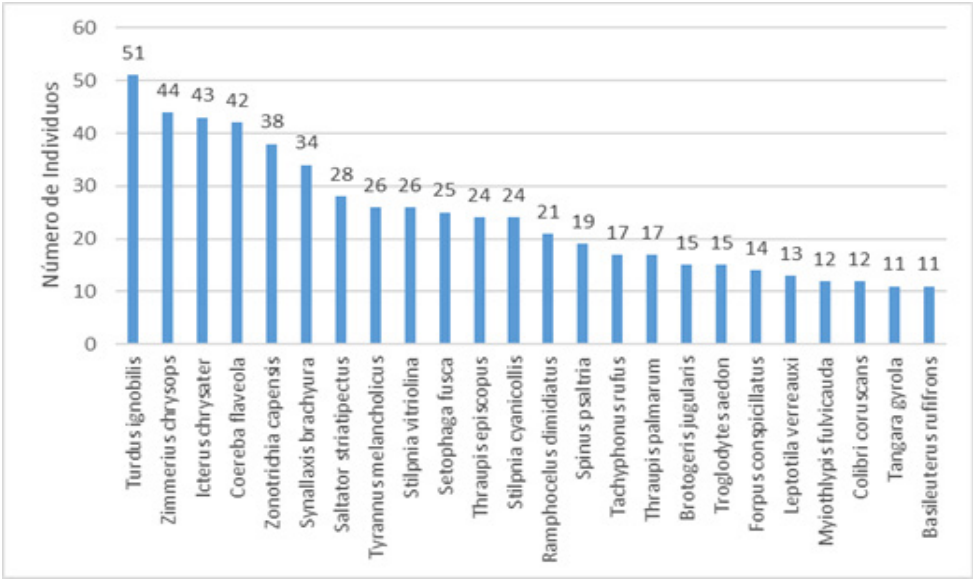


Figura 4. Especies dominantes de la zona de estudio.

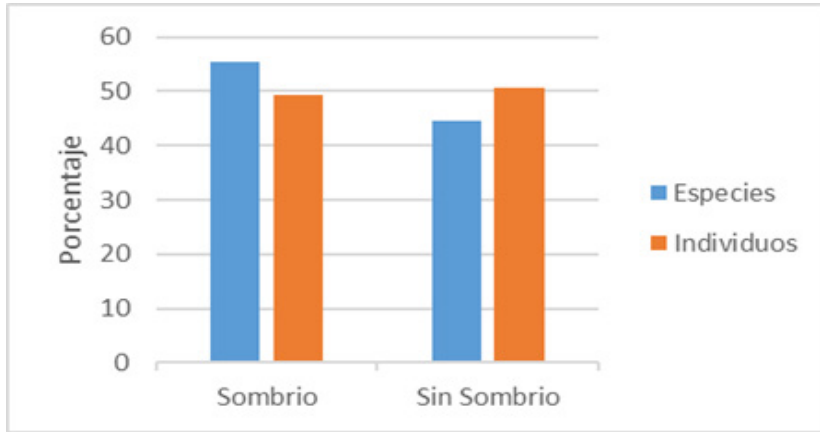


Figura 5. Valores relativos del número de especies e individuos de aves para cada uno de los sistemas de producción de café.

regeneración, además, utiliza los bordes de bosque y senderos de herradura al interior de los cultivos de café con sistema de producción tradicional (Goulding y Martin, 2010).

En cuanto al sistema de producción, el que tuvo mayor representatividad de especies fue el cafetal bajo sombrío, donde se registraron 71 especies, mientras que en el cafetal sin sombrío se registraron 57. Con respecto al sistema con mayor número de individuos, fue el sin sombrío con 408, mientras que en el cafetal bajo sombrío se registraron 397. Las especies con el mayor número de individuos registrados en ambos sistemas fueron *T. ignobilis*, *I. chrysater* y *C. flaveola*. Por otro lado, las especies con baja frecuencia de registro en el estudio fueron *Todirostrum cinereum* (Linnaeus) 1766, *Chlorostilbon gibsoni* (Fraser) 1840 y *Chalybura buffonii* (Lesson) 1832 (Fig. 5).

I. chrysater y *C. flaveola* son especies que, particularmente, se alimentan de frutos y néctar respectivamente, aunque en oca-

siones se ha evidenciado que forrajea sobre ramas de árboles de especies como *Inga densiflora* Benth e *Inga edulis* Mart. en busca de insectos y algunas larvas; estas son especies generalistas y de áreas intervenidas, lo cual representa una asociación a hábitats intervenidos con menor complejidad estructural, como los cafetales a libre exposición y bajo sombrío de la zona. Esto refleja su adaptabilidad a diferentes tipos de manejo agrícola, encontrando en los dos tipos de cafetales un hábitat propicio, debido a la disponibilidad de recursos alimenticios y estructuras adecuadas de forrajeo (Casas et al., 2016; Martínez et al., 2013).

En cuanto a la diversidad verdadera, se encontró que el orden ^0q (riqueza de especies) fue mayor en el cafetal bajo sombrío que en el cafetal a libre exposición. De igual manera, el orden ^1q indicó un número de especies frecuentes más alto en el cafetal bajo sombrío. Sin embargo, en la medida de diversidad ^2q , ambos sistemas de producción presentaron un número semejante de especies dominantes (Tabla 3; Fig. 6).

Tabla 3. Diversidad verdadera para cada tipo de sistema de producción

Sistema de Producción	^0q	^1q	^2q
Sombrío	71	44.22	32.41
Sin Sombrío	57	38.46	30.30

^0q : diversidad de orden 0, ^1q : diversidad de orden 1, ^2q : diversidad de orden 2

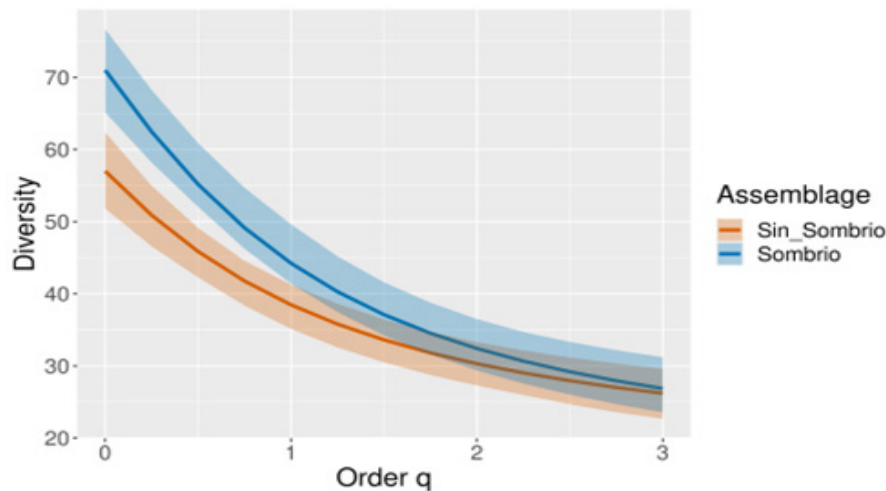


Figura 6. Diversidad verdadera para cada sistema de producción de café. Las áreas sombreadas señalan los intervalos de confianza del 95% correspondiente para cada cafetal.

En cuanto a los números efectivos de especies, se observa una diferencia en la diversidad y abundancia de aves entre cafetales bajo sombrero y a libre exposición, destacando que el primero presenta mayor riqueza de especies efectivas en comparación con el segundo. De acuerdo con Perfecto et al. (1996), la complejidad estructural del hábitat está positivamente correlacionada con la diversidad de aves, en ese sentido, los cafetales bajo sombrero ofrecen una mayor heterogeneidad de hábitat respecto a los de libre exposición, proporcionando más refugio y recursos alimenticios (como insectos y frutos) para las aves. De igual manera, los cafetales bajo sombrero albergan una mayor diversidad de invertebrados, proporcionando más alimento para las aves insectívoras; esto contrasta con lo encontrado, evidenciando mayor diversidad en términos de riqueza en el cafetal bajo sombrero (Myers, 2018).

Respecto al orden 1q se destaca a *C. flaveola*, *Stilpnia vitriolina* (Cabanis) 1851, *Thraupis episcopus* (Linnaeus) 1766, *Salpinctes obsoletus* Lafresnaye 1847 que son las especies más frecuentes en los dos tipos de cafetal. Esto puede atribuirse a su notable capacidad de adaptación y a las características específicas del hábitat que los cafetales proporcionan (Corredor, 1989). Además, por su flexibilidad dietética y preferencia por entornos diversificados, estas especies encuentran en los cafetales bajo sombrero y a libre exposición gran variedad de fuentes de alimento y sitios de nidificación (Díaz et al. 2016; Perfecto et al., 2005). En cuanto al orden 2q, en los dos tipos de cafetales se registraron especies dominantes como *T. ignobilis*, *Z. chrysops* y *C. flaveola*. De igual manera, Corredor (1989) destaca que tanto en cafetales con manejos tradicionales y

menos intensivos, existe una mayor versatilidad en cuanto al consumo de recursos por especies consideradas comunes o frecuentes dentro de la comunidad, lo que les permite aprovechar varios recursos. Sin embargo, Cruz y Greenberg (2005) encontraron que algunos sistemas de producción con manejos intensivos y simplificados tienden a ser dominados por un menor número de especies generalistas, pero en mayores cantidades.

Mediante el índice de similitud de Bray-Curtis, que considera datos cuantitativos sobre el número de especies registrados, se estableció que, entre los cafetales bajo sombrero y a libre exposición, es de un 65%, donde se comparten 48 especies, siendo las más comunes *T. ignobilis*, *I. chrysater*, *C. flaveola*, *Z. capensis*, *Stilpnia cyanicollis* *Stilpnia cyanicollis* (Orbigny & Lafresnaye) 1837 y *Z. chrysops* (Fig. 7).

En los sitios de estudio fue evidente la diferencia de riqueza y abundancia de aves entre los dos tipos de cafetales, debido a las interacciones de factores bióticos y abióticos inherentes a la estructura del hábitat y el paisaje agrícola, teniendo en cuenta que los cafetales bajo sombra a menudo imitan la estructura de los bosques naturales, en particular, de aquellos que mantienen la cobertura arbórea nativa, asimismo, está asociado a un bajo consumo de insumos químicos (Moguel y Toledo, 1999). En contraste, los cafetales a libre exposición tienden a presentar un hábitat más homogéneo con menor cobertura vegetal, lo que puede reducir la riqueza de especies al limitar los nichos ecológicos disponibles y disminuir la abundancia por la falta de refugio y recursos alimenticios. No obstante, se observa una similitud del 65% entre

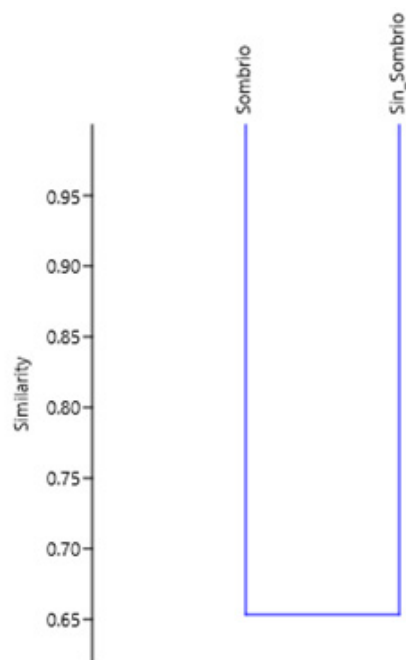


Figura 7. Índice de similitud de Bray-Curtis entre los sistemas de producción de café.

el cafetal bajo sombrero y el cafetal a libre exposición, esto se da posiblemente por la matriz de paisaje en la que se insertan estos sistemas productivos, donde la conectividad con remanentes de bosque y otros hábitats naturales puede mitigar los efectos negativos de la homogeneización de hábitats en los cafetales expuestos (Tscharntke et al., 2012).

Conclusiones

Los resultados de este estudio evidencian que los sistemas de producción de café en la vereda San Andrés de Pisimbalá, son hábitats importantes para la conservación de aves. A pesar de la influencia humana y las prácticas agrícolas, estos sistemas mantienen una diversidad de especies, destacando la importancia de aplicar manejos agrícolas que favorezcan la biodiversidad, como la conservación de la sombra en los cafetales. Los hallazgos contribuyen a establecer una línea base para futuras investigaciones y proporcionan datos clave para el desarrollo de estrategias de conservación y ecoturismo sostenible en la región. Este estudio se posiciona como uno de los primeros en la región de Tierradentro, abriendo el camino para más investigaciones y acciones conservacionistas que integren la biodiversidad en los paisajes agrícolas.

Agradecimientos

Los autores expresamos nuestro agradecimiento de manera especial al proyecto Jóvenes Investigadores e Innovadores en el Departamento del Cauca; también al proyecto Fortalecimiento de la competitividad de los cafés especiales del Centro del Valle del Cauca - CAFINNOVA Valle del Cauca; a la comunidad del resguardo indígena de San Andrés de Pisimbalá, Inzá, Cauca, particularmente al señor Justiniano Pencue (QEPD) y familia, Olmedo Medina Cuellar y Fernando Lemeche, por el permiso para desarrollar la investigación en cada uno de sus cafetales y la hospitalidad con la que nos acogieron durante el desarrollo de la investigación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés con la investigación presentada.

Referencias

- Ávila-Campos, J. E. 2016. Lista de aves de alta montaña de la serranía de Los Picachos, San Vicente del Caguán, Caquetá (Colombia). *Biota Colombiana*, 17(S 02): 103-113. <https://doi.org/10.21068/c2016v17s02a06>
- Bhagwat S, Willis K, Birks J, Whittaker R. 2008. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? *Trends Ecol. Evol.* 23(5): 261-267. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.01.005>
- Canet G, Soto C, Ocampo P, Rivera J, Navarro A, Guatemala G, Villanueva S. 2016. La situación y tendencias de la producción de café en América Latina y el Caribe. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIATEJ). <https://hdl.handle.net/11324/2792>
- Casas G, Darski B, Ferreira P, Kindel A, Müller S. 2016. Habitat structure influences the diversity, richness, and composition of bird assemblages in successional Atlantic rain forest. *Tropical Conservation Science*, 9(1): 503-524. <https://doi.org/10.1177/194008291600900126>
- Chao A, Jost L. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12): 2533-2547. <https://doi.org/10.1890/11-1952.1>
- Chao A, Jost L. 2015. Estimating diversity and entropy profiles via discovery rates of new species. *Methods in Ecology and Evolution*, 6(8): 873-882. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12349>
- Chao A, Ma K, Hsieh T, Chiu C. 2015. Online Program SpadeR: Species-richness Prediction And Diversity Estimation in R. Versión 0.1.1. Disponible en: http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/
- Corredor G. 1989. *Estudio comparativo entre la avifauna de un bosque natural y un cafetal tradicional en el Quindío*. [Tesis de pregrado] Universidad del Valle.
- Cruz-Angón, A. y Greenberg. 2005. Are epiphytes important for birds in coffee plantations? An experimental assessment. *Journal of Applied Ecology* 42: 150-159. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2004.00983.x>
- Díaz N, Urbina N, Echeverry M. 2016. Diversidad de aves y su relación con las características de la vegetación en cafetales agroforestales de la Sierra Nevada de Santa Marta (Departamento del Cesar-Colombia). Tesis de grado. Pontificia Universidad Javeriana. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10554/19540>
- Echeverry-Galvis, M. Á., Acevedo-Charry, O., Avendaño, J. E., Gómez, C., Stiles, F. G., Estela, F. A. y Cuervo, A. M. 2022. Lista oficial de las aves de Colombia 2022: Adiciones, cambios taxonómicos y actualizaciones de estado. *Ornitología Colombiana*, 22: 25-51. <https://doi.org/10.59517/oc.e548>

FAO. c2020. Estadísticas/Bases de datos/Production/Crops. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 2021. Nuestras regiones cafeteras. Estadísticas cafeteras. Disponible en: <https://federaciondecafeteros.org/wp/estadisticas-cafeteras/>

González-García, F. 2011. Métodos para contar aves terrestres. En *Manual de técnicas para el estudio de fauna* (1.a ed., pp. 86-116). Universidad Autónoma de Querétaro – Instituto de Ecología. Querétaro, México.

Goulding W, Martin T. 2010. Breeding biology of the golden-faced Tyrannulet (*Zimmerius chrysops*) in Venezuela. *The Wilson Journal of Ornithology*, 122(4): 689-698. <https://doi.org/10.1676/09-196.1>

Gutiérrez-Zamora, A. 2008. Las interacciones ecológicas y estructura de una comunidad altoandina de colibríes y flores en la cordillera Oriental de Colombia. *Ornitología Colombiana*, 7: 17-42. <https://doi.org/10.59517/oc.e175>

Holdridge L. 1967. *Life zone ecology*. Tropical Science.

Hsieh T, Ma K, Chao A. 2013. iNEXT online: interpolation and extrapolation. Versión 1.0. Disponible en: <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download/>

Jost L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*. 113: 363–375. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>

Komar O. 2006. Priority Contribution Ecology and conservation of birds in coffee plantations: a critical review. *Bird Conservation International*, 16: 1-23.

Lagos T, Criollo H, García J, Muñoz J, López J, Benavides V, Dulce J. 2019. El cultivo del café (*Coffea arabica* L.) en Nariño: cartilla divulgativa. 22a edición. Editorial Universitaria – Universidad de Nariño, San Juan de Pasto. Disponible en: <https://sired.udenar.edu.co/6518/1/CARTILLA%20DIVULGATIVA%202020%20OK.pdf>

Lentijo G. M. y Botero J. E. 2013. La avifauna de localidades cafeteras de los municipios de Manizales y Palestina, departamento de Caldas, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 17 (1): 111-128. Disponible en: <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletin-cientifico/article/view/4526>

Lozano A, Yoshida P. 2008. Índice de competitividad regional cafetero. *Ensayos sobre Economía Cafetera*. 21(24): 103-131. Disponible en: <https://federaciondecafeteros.org/wp/blog/ensayos-sobre-economia-cafetera/>

Martínez-Bravo, C. M., Mancera-Rodríguez, N. J. y Buitrago-Franco, G. 2013. Diversidad de aves en el Centro Agropecuario Cotové, Santa Fe de Antioquia, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 61 (4): 1597-1607. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442013000500006&lng=en&tlng=es

Meneses A. 2017. Comunidad de aves asociada a dos sistemas de producción cafetera en la vereda Villanueva, Popayán, Cauca. Tesis de grado. Universidad del Cauca.

Moguel P, Toledo V. M. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology*, 13(1): 11-21. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.97153.x>

Myers S. 2018. Avian diversity and abundance in three different vegetative landscapes around a shade-grown coffee plantation on Mount Totumas, Chiriquí Highlands, Panamá. *Independent Study Project (ISP) Collection*. 2795. https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/2795

Norton, B. A., Evans, K. L. y Warren, P. H. 2016. Urban biodiversity and landscape Ecology: Patterns processes and planning. *Current Landscape Ecology Reports*, 1:178-192. <https://doi.org/10.1007/s40823-016-0018-5>

Oksanen, J., Blanchet, F., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P., O'Hara, R., Simpson, G., Solymos, P., Stevens, M., Szoecs, E. y Wagner, H. c2020. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-7. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

Perfecto, I., Rice, R., Greenberg, R. y Van der Voort, M. 1996. Shade Coffee: A disappearing refuge for biodiversity: shade coffee plantations can contain as much biodiversity as forest habitats. *BioScience*, 46(8): 598-608. <https://doi.org/10.2307/1312989>

Perfecto, I., Vandermeer, J., Mas, A. y Soto-Pinto, L. S. 2005. Biodiversity, Yield, and shade coffee certification. *Ecological Economics*, 54(4): 435-446. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.10.009>

Philpott, S. M., Arendt, W. J., Armbrecht, I., Bichier, P., Diestch, T. V., Gordon, C., Greenberg, R., Perfecto, I., Reynoso-Santos, R., Soto-Pinto, L., Tejeda-Cruz, C., Williams-Linera, G., Valenzuela, J. y Zolotoff, J. M. 2008. Biodiversity loss in Latin American coffee landscapes: review of the evidence on ants, birds, and trees. *Conservation Biology*, 22(5): 1093-1105. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01029.x>

R Core Team. c2023. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponible en: <https://stat.ethz.ch/R-manual/R-devel/library/parallel/doc/parallel.pdf>

Ralph, C., J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F. y Milá, B. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 46 p. <https://doi.org/10.2737/PSW-GTR-159>

Rangel, O., Lowy-Ceron, P. y Aguilar, M. 1997. Distribución de los tipos de vegetación en las regiones naturales de Colombia. Aproximación inicial. En: Rangel Churio, J., Van der Hammen, T., Velázquez, A., Lowy Cerón, P., Aguilar Puentea, M. y Garzón C., A. (Eds.) *Colombia Diversidad Biótica II: Tipos de vegetación en Colombia* (pp. 383-402). Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80774>

Reyes-Palomino, S. y Cano Ccoa, D. 2022. Efectos de la agricultura intensiva y el cambio climático sobre la biodiversidad. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 24(1): 53-64. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2022.328>

Rosenstock S, Anderson D, Giesen K, Leukering T, Carter M. 2002. Landbird counting techniques: current practices and an alternative. *The Auk*, 119: 46-53. <https://doi.org/10.1093/auk/119.1.46>

Ruiz-Gutiérrez, V., Berlanga, H.A., Calderón-Parra R., Savarino-Drage, A., Aguilar-Gómez, M.A. y Rodríguez-Contreras, V. 2020. *Manual ilustrado para el monitoreo de aves. PROALAS: Programa de América Latina para las Aves Silvestres*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO); Cornell Lab of Ornithology. Disponible en: <https://bvearmb.do/handle/123456789/3876>

Sánchez L, Durán S, Vélez J, García R, Botero J. 2008. Estudios regionales de biodiversidad en las zonas cafeteras de Colombia. *Avances Técnicos Cenicafé*, Chinchiná, Caldas. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10778/382>

Şekercioğlu, C., Mendenhall, C., Oviedo, F., Horns, J., Ehrlich, P. y Daily, G. 2019. Long-term declines in bird populations in tropical agriculture countryside. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(20): 9903-9912. <https://doi.org/10.1073/pnas.1802732116>

Sosa Fernández, V., López-Barrera, F., Manson, R. H. y Jiménez Valdez, L. 2020. Biodiversidad en cafetales. En Sosa, V., López, B., Manson, R. y Jiménez, L. (Eds), *Diagnóstico, productividad y ambiente en cafetales: estudios regionales y de caso* (pp. 361-399). Veracruz, México: INFAP.

South American Classification Committee (SACC). 2025. A classification of the bird species of South America. American Ornithological Society. Recuperado de <https://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>

Tscharntke, T., Tylianakis, J., Rand, T., Didham, R., Fahrig, Li., Batáry, P., Bengtsson, J., Clough, Y., Crist, T., Dormann, C., Ewers, R., Fründ, J., Holt, R., Holzschuh, A., Klein, A., Kleijn, D., Kremen, C., Landis, D., Laurance, W., Lindenmayer, D., Scherber, C., Sodhi, N., Dewenter, I., Thies, C., Van der Putten, W. y Westphal, C. 2012. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes-eight hypotheses. *Biological Reviews*, 87(3): 661-685. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2011.00216.x>

Vandermeer J, Perfecto I. 1997. The agroecosystem: A need for the conservation biologist's lens. *Conservation Biology*, 11(3): 591-592.

Velasco, G., Gallego, K., Becoche, J. y Bolaños, I. 2021. Mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) de Tierradentro, San Andrés de Pisimbalá, Cauca, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 43(115): 1-16. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi/v43n115a04>

Vergara Paternina, J. A., Ballesteros Correa, J., González Charrasqui, C. y Linares Arias, J. C. 2017. Diversidad de aves en fragmentos de bosque seco tropical en paisajes ganaderos del Departamento de Córdoba, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 65(4): 1625-1634. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v65i4.26313>

Vilchez S, Harvey C, Sánchez D, Medina A, Hernández B, Taylor R. 2008. Diversidad y composición de aves en un agropaisaje de Nicaragua. En Harvey, C. y Sáenz, J. (Eds.), *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica* (pp. 547-576). Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).

Vivas A, Fernández D. 2023. *Red de frugivoría (aves-plantas) en dos fragmentos de bosque muy húmedo premontano en el departamento del Cauca*. [Tesis de pregrado, Universidad del Cauca]. Repositorio Universidad del Cauca. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/7792>

Wickham H. c2016. *ggplot2: Gráficos elegantes para el análisis de datos*. Versión 3.3.2. Disponible en: <http://ggplot2.org>

Xie Y. 2014. knitr: A Comprehensive Tool for Reproducible Research in R. En: Stodden, V. Leisch, F. y Peng, R. D. (Eds.). *Implementing Reproducible Computational Research*. Pp: 30. Chapman and Hall/CRC.