

Artículo

Avifauna asociada a bosques nativos inmersos en agroecosistemas de aguacate Hass en Caldas y Risaralda (Colombia)

Avifauna associated with native forests immersed in Hass avocado agroecosystems in Caldas and Risaralda (Colombia)

Sara Velásquez-Restrepo¹  , Mateo Giraldo-Amaya² ,
Susan Saavedra-Porras³ , Juan F. Díaz-Nieto¹ 

Universidad EAFIT. Medellín, Colombia ¹
Proyecto Grandes Rapaces Colombia. Medellín, Colombia ²
Grupo Cartama. Medellín, Colombia ³

Recibido: 31 de marzo 2022

Aceptado: 19 septiembre 2022

Publicado en línea: 1 de enero de 2023

Citación del artículo: Velásquez-Restrepo, S., Giraldo-Amaya, M., Saavedra-Porras, S., Díaz-Nieto, J. F. (2023). Avifauna asociada a bosques nativos inmersos en agroecosistemas de aguacate Hass en Caldas y Risaralda (Colombia). *Biota Colombiana*, 24(1), e1070.

<https://doi.org/10.21068/2539200X.1070>

Resumen

En los paisajes colombianos, la sucesiva transformación de coberturas boscosas en agroecosistemas constituye una presión constante para la avifauna. Los ecosistemas con cobertura vegetal nativa se simplifican y las comunidades de aves se ven empobrecidas a medida que su hábitat natural es reemplazado por monocultivos. En este estudio se realiza la primera descripción de los ensambles de aves asociados a agroecosistemas de producción de aguacate Hass (*Persea americana*), en los departamentos de Caldas y Risaralda (Colombia). Para cumplir este objetivo, se analizó y comparó la riqueza de especies en cuatro unidades productivas de aguacate. Se recolectó información a través dos muestreos (2019-2020), en los que fueron registradas 168 especies pertenecientes a 19 órdenes y 42 familias. Se resaltan cinco especies endémicas y cuatro clasificadas en alguna categoría de amenaza según la UICN. Los resultados sugieren que, a pesar de que la riqueza de especies es menor que en ecosistemas menos intervenidos, los bosques nativos asociados a agroecosistemas pueden convertirse en áreas importantes para complementar esfuerzos de conservación de diversas especies.

Palabras clave. Aves. Cultivos de aguacate. Especies especialistas. Especies generalistas. Transformación de ecosistemas. Riqueza de especies.



Abstract

In Colombian landscapes, the successive transformation of forest cover into agroecosystems constitutes a constant pressure on birdlife. Ecosystems are simplified and bird communities are impoverished as their natural habitats are replaced by monocultures. This study is the first attempt to describe bird assemblages related to Hass avocado (*Persea americana*) production agroecosystems in the Colombian departments of Caldas and Risaralda. Species richness was analyzed and compared in four avocado production units. Information was collected through two sampling seasons (2019-2020), in which 168 species belonging to 19 orders and 42 families were registered. Five endemic species and four classified in some category of threat according to the IUCN are highlighted. Results suggest that, although species richness is lower than in less intervened ecosystems, native forests immersed in agroecosystems can become important areas to complement conservation efforts for various species.

Key words. Avocado crops. Birds. Ecosystems transformation. Generalist species. Species richness. Specialist species.

Introducción

La demanda global por alimentos ha aumentado exponencialmente en los últimos años (Barral *et al.*, 2015; Foley *et al.*, 2011). En consecuencia, ha ocurrido un cambio acelerado en el uso del suelo y se calcula que más del 40% de la superficie terrestre es utilizada para la agricultura (Barral *et al.*, 2015; Cao *et al.*, 2019). A pesar de que el uso intensivo de la tierra para cultivos agrícolas podría aumentar la producción de alimentos y satisfacer las necesidades de la población humana, también va en detrimento de los ecosistemas naturales y la biodiversidad (Foley *et al.*, 2011). Se ha demostrado que el reemplazo de ecosistemas naturales por agroecosistemas de producción genera pérdidas en la biodiversidad y disminuye la cantidad y calidad de los servicios ecosistémicos que esta produce (Altieri, 1991; Cao *et al.*, 2019; Frishkoff *et al.*, 2014; Green *et al.*, 2005). Esto se debe a que en los agroecosistemas los ensamblajes locales de fauna y flora se simplifican, las especies sensibles (especialistas) desaparecen y quedan ecosistemas con comunidades empobrecidas constituidas principalmente por especies generalistas (Gibson *et al.*, 2011; Kattan, 1992; Kattan *et al.*, 1994; Sekercioglu, 2012).

Sin embargo, los agroecosistemas aún tienen la capacidad de albergar vida silvestre, convirtiéndose en potenciales contribuyentes a la conservación (Gibson *et al.*, 2011; Martínez-Sánchez *et al.*, 2018). Un buen ejemplo de ello en Colombia son los agroecosistemas de “café con sombrero”, donde se han registrado hasta 200 especies de aves, 10.2 % de la avifauna del país (Jiménez *et al.*, 2014; Perfecto *et al.*, 1996; Perfecto & Vandermeer, 1996; Sánchez-Clavijo *et al.*, 2009, 2010). Esto se debe a que agroecosistemas como los “cafetales con sombrero” contienen asociada o inmersa vegetación compleja, incluyendo un dosel heterogéneo, alto y denso, que puede ofrecer recursos que sustentan importantes niveles de biodiversidad (Philpott *et al.*, 2008; Toledo & Moguel, 1996). Así, este tipo de agroecosistemas podrían considerarse como áreas complementarias en el desarrollo de estrategias de conservación de la biodiversidad (Lozano-Zambrano, 2009).

El aguacate Hass (*Persea americana*) es uno de los agroecosistemas de mayor crecimiento reciente en Colombia (Gómez & Pinzón, 2019; González *et al.*, 2018; Hernández, 2015). Este cultivo se distribuye principalmente entre 1500 y 2400 m s.n.m. en ecosistemas de bosque húmedo pre-montano y bosque

húmedo montano de los Andes colombianos (Etter, 1993; Hernández, 2015). En años recientes se ha expandido su producción y han aumentado el número de hectáreas cultivadas. En 2019 se registraron 26 427 hectáreas de cultivos y el producto se posicionó como el tercer frutal de mayor importancia en el agro nacional (Rincon, 2021). La creciente expansión de los agroecosistemas aguacateros (Ministerio de Agricultura, 2021) podría suponer una amenaza para la biodiversidad (incluyendo las aves), o por el contrario, como es el caso de otros cultivos (cafetales de sombrero), pudiera ofrecer un ecosistema que facilite la viabilidad de poblaciones (Verea *et al.*, 2011), no obstante, el primer paso para entender su impacto radica en el reconocimiento de su biodiversidad.

Las aves son ampliamente utilizadas como indicador ecológico del estado de conservación general de un ecosistema, pues son un *proxi* de lo que ocurre con otros grupos taxonómicos más crípticos (Schulze *et al.*, 2004; Sekercioglu, 2006, 2012; Tabur & Ayvaz, 2010; Wenny *et al.*, 2011). Esto especialmente porque la riqueza, composición y diversidad funcional de las comunidades de aves son altamente sensibles a los cambios en la estructura de la vegetación y a las características del paisaje (Robinson & Terborgh, 1995; Terborgh, 1985). Además, las aves cumplen importantes roles ecológicos y afectan la composición y estructura de los ecosistemas a través de procesos como dispersión de semillas y control de poblaciones de otras especies (Schulze *et al.*, 2004; Tabur & Ayvaz, 2010; Whelan *et al.*, 2008). No obstante, para poder utilizar las aves de forma eficiente como bio-indicadores, es esencial conocer en detalle su diversidad en el ecosistema de interés. En síntesis, el conocimiento detallado de la diversidad de aves en agroecosistemas aguacateros, permitiría tomar decisiones informadas acerca de las necesidades de acción (ej, especies foco de conservación) y posibilitará el desarrollo de estrategias que favorezcan la producción sostenible, amigable con la biodiversidad. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue establecer y comparar la riqueza de especies de aves asociadas a los fragmentos de bosque nativos presentes en cuatro Unidades Productivas (UP) de aguacate cv. Hass (*Persea americana*), en los departamentos de Caldas y Risaralda, Colombia.

Materiales y métodos

Área de estudio. Este estudio se desarrolló en cuatro UP de aguacate Hass ubicadas en la vertiente oriental de la Cordillera Occidental colombiana, en los municipios de Quinchía (Risaralda) y Guática (Risaralda). Se estudiaron cuatro UPs con una superficie total de 356 ha, de las cuales 94 ha (27%) corresponde a bosques: Huertos con 232 ha, 30% de cobertura boscosa (05°21'41.076" N, 75°46'59.052" O), Playa Rica con 78 ha, 23% de cobertura boscosa (05°22'13.8" N, 75°45'52.092" O), La Pradera 26 ha, 18% de cobertura boscosa (05°20'07.7640" N, 75°46'34.212" O) y La Teresita con 21 ha, 9% de cobertura boscosa (05°21'30.096" N, 75°45'07.272" O). Las UPs están ubicadas en la zona de vida de Bosque Húmedo Montano (bh-M), en un rango de elevación entre 1800 y 2300 m s.n.m., con una temperatura media anual de entre 15–17 °C y precipitaciones anuales entre 2200 y 2500 mm (Holdridge, 1964; Fick & Hijmans, 2017). En general, el paisaje en las UP está compuesto por una matriz de cultivos de aguacate cv. Hass combinado con fragmentos de bosques nativos en diferentes estadios sucesionales (principalmente asociados a fuentes de agua). Los bosques nativos son dominados por plantas de las familias Lauraceae, Malvaceae, Melastomataceae y Moraceae (Figura 1 y 2).

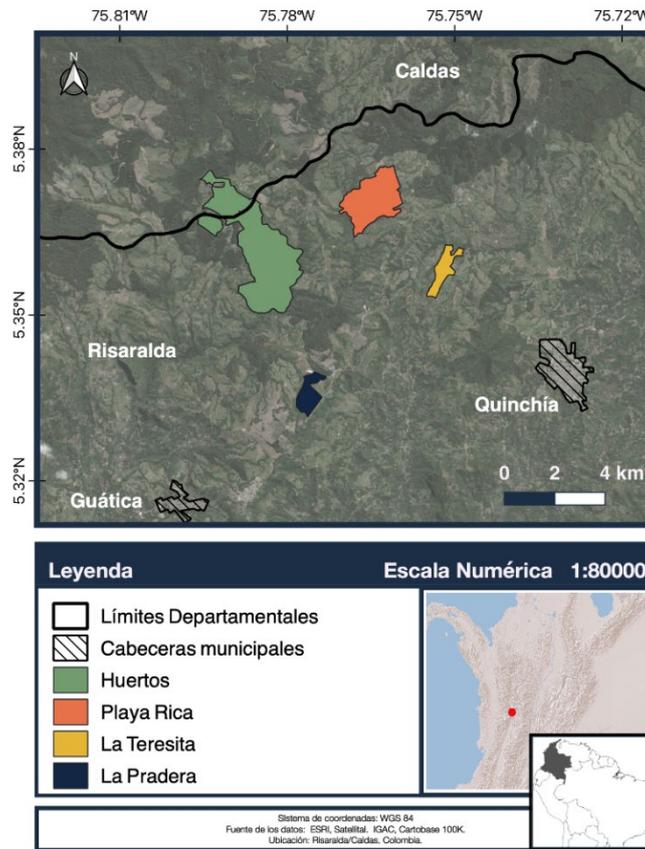


Figura 1. Ubicación geográfica de las unidades productivas de aguacate Hass donde se llevó a cabo el trabajo de campo.

Figure 1. Geographical location of the avocado production units where fieldwork was developed.



Figura 2. Cobertura vegetal asociada a las unidades productivas en el área de estudio (A: Huertos, B: Playa Rica, C: La Pradera; D: La Teresita).

Figure 2. Vegetation cover associated with the productive units in the study area (A: Huertos, B: Playa Rica, C: La Pradera; D: La Teresita).

Trabajo de campo. La avifauna de las UP (bosques nativos principalmente y cultivos) fue caracterizada durante dos periodos de muestreo, entre el 4 y el 28 de noviembre del 2019 y el segundo, entre el 5 y el 29 de febrero del 2020, para un total de 40 días efectivos de muestreo. En cada UP se muestreó durante cinco (5) días, en ambos periodos de muestreo, utilizando observaciones no sistemáticas y captura con redes de niebla. Las observaciones no sistemáticas son un método sin restricción en espacio y tiempo (Bibby, 2004; Villarreal *et al.*, 2004), lo que permitió en nuestro caso realizar observaciones de tipo generalista buscando registrar el mayor número posible de aves. Se establecieron recorridos para las observaciones entre las 05:30 y 10:00 y entre las 15:00 y 18:00 haciendo uso de binoculares Nikon Monarch 5 (10x42). Adicionalmente, se hicieron grabaciones ocasionales de vocalizaciones desconocidas con una grabadora ZOOM H4 Pro para apoyar el registro de especies con hábitos crípticos. Posteriormente, las grabaciones fueron contrastadas con bases de datos de referencia como *Macaulay Library* (Sullivan *et al.*, 2009) y *Xeno-canto* (Xeno-canto Foundation, 2020) con el fin identificar las especies grabadas.

Como método complementario se utilizaron capturas con redes de niebla, que permitieron registrar especies con hábitos silenciosos y/o más complejas de detectar por medio de observaciones directas (Bickford *et al.*, 2007; Villarreal *et al.*, 2004; Winker, 1998), así como obtener un registro fotográfico útil en posibles identificaciones complejas (Karr, 1981; Ralph *et al.*, 2004; Villarreal *et al.*, 2004). Se instalaron diez redes de tres tamaños (6m x 3m, 9m x 3m y 12m x 3m) por día, durante dos días, las cuales fueron activadas entre las 06:00 y las 8:00 h dependiendo de la actividad de las aves y el estado del clima. Las redes fueron dispuestas principalmente en caminos al interior del bosque y en bordes de bosque y en menor medida dentro de los cultivos de aguacate. Además, cada día fueron reubicadas, pues las aves reconocen su posición (Bibby, 2004).

Para hacer las identificaciones a nivel de especie se utilizaron guías de campo (Ayerbe, 2020; Hilty & Brown, 1986), la taxonomía fue actualizada según el South American Classification Committee (SACC) (Remsen *et al.*, 2021), y para identificar las especies endémicas, residentes y migratorias se utilizó el listado propuesto por Avendaño *et al.* (2017). El estado de amenaza de las especies sigue a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2020) y finalmente, se asignaron gremios tróficos siguiendo a EltonTraits 1.0 (Wilman *et al.*, 2014).

Análisis de la información. Para obtener el valor de Riqueza específica (S) en la comunidad de aves registrada en cada UP, se utilizó el *software* Excel y R (R Core Team, 2020). Esta medida es la definición de riqueza es su expresión más sencilla, se basa únicamente en el número total de especies encontradas en un área particular, sin tener en cuenta el valor de importancia de cada una (Angulo *et al.*, 2006). Igualmente se calculó, de forma independiente para cada unidad productiva, la Abundancia Relativa (AR), la cual indica el número de individuos registrados por unidad de muestreo y permite evidenciar cambios en el tiempo en el estado de la población cuando se evalúa en diferentes momentos (Leinster & Cobbold, 2012). Adicionalmente, se utilizó el índice de similitud de Sorensen que cuantifica el nivel de similitud entre sitios muestreados, para lo cual utilizamos una matriz de presencia/ausencia de las especies presentes en la comunidad (Koleff *et al.*, 2003; Sørensen, 1948). Con el fin de evaluar diferencias significativas entre los sitios de muestreo en las comparaciones de diversidad, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) no paramétrica de Kruskal-Wallis (Zar, 1996).

Para establecer potenciales valores de referencia de la riqueza de aves asociadas a las UPs, se calculó la riqueza de los departamentos de Caldas y Risaralda en elevaciones entre 1800 y 2300m s.n.m. Para ello, se obtuvo el set de datos de eBird de todos los registros para Colombia hasta julio de 2022. Este fue filtrado

utilizando el paquete *auk* (Strimas-Mackey *et al.*, 2018) con ayuda del *software* R 4.0.1. Los datos se filtraron por departamento (Caldas y Risaralda) con ayuda del comando *auk_state* y se conservaron únicamente registros de listas realizadas en intervalos menores a 60 min y recorridos máximos de 1km. Posteriormente, se importaron dos grupos de datos (uno por cada departamento) en el programa Qgis 3.16 para filtrar las ocurrencias por elevación. Se utilizó un Modelo Digital de Elevación (siglas en inglés DEM) por cada departamento a escala 1:100 000, del que se extrajeron las áreas correspondientes a las elevaciones de interés. A continuación, se conservaron exclusivamente las áreas de la vertiente oriental de la Cordillera Occidental con el fin de obtener localidades en ecosistemas equivalentes al área de estudio. Los polígonos resultantes se utilizaron para filtrar las ocurrencias por elevación y los datos filtrados se cargaron nuevamente a R 4.0.1 para obtener el número de especies en cada Departamento.

Resultados

En total se registraron 168 especies distribuidas en 19 órdenes y 42 familias, lo cual representa el 8.6% de la riqueza nacional (SiB Colombia, 2020), el 18,8% de la riqueza del departamento de Caldas y el 18,7% de la riqueza para Risaralda (SiB Colombia, 2020; Sullivan *et al.*, 2009). Se encontró que las familias (en orden descendente de riqueza) Thraupidae, Tyrannidae, Trochilidae, Accipitridae y Parulidae representaron aproximadamente el 45% de la diversidad total en la comunidad compuesta por las cuatro UPs (Figura 3). La UP con mayor *S* fue Huertos (129 especies), seguida por Playa Rica (*S* = 119 especies), La Pradera (*S* = 117 especies) y por último La Teresita (*S* = 113 especies). En la comunidad general, las especies con mayor abundancia relativa fueron *Pygochelidon cyanoleuca*, *Bubulcus ibis* y *Zonotrichia capensis*, con abundancias relativas de 6.14; 5.47 y 4.35 % respectivamente. La AR dentro de cada UP no siguió el mismo patrón: por ejemplo, *P. cyanoleuca* fue la especie con mayor AR (9.88 %) en Huertos y La Pradera, pero en la Teresita fue *Thraupis episcopus* (5.78 %) y en Playa Rica *Streptoprocne zonaris* y *Z. capensis* (5.56 %). En términos de diversidad Beta las localidades más similares entre sí son Playa Rica y Huertos, seguidos por La Teresita y La Pradera. No obstante, según el análisis de varianza no paramétrico, estas ligeras diferencias en la composición de especies entre UPs no son significativas ($X^2 = 2.478$; $p = 0.259$). Por esta razón, en adelante se asume que las cuatro UPs constituyen una misma comunidad y se enfocará la discusión en los resultados globales (todas las UP juntas).

El 88.6% de la avifauna asociada a relictos de bosque inmersos en agroecosistemas aguacateros está compuesta por especies residentes (149 especies), mientras que el 11.4% (19 especies) corresponde a migrantes boreales. Además, cinco de las especies registradas son endémicas (*Odontophorus hyperythrus*, *Ortalis columbiana*, *Picumnus granadensis*, *Atlapetes flaviceps* y *Habia cristata*) y cuatro están en alguna categoría de amenaza según la UICN, dos Vulnerables (*Chloropipo flavicapilla* y *Setophaga cerulea*) y dos En peligro (*Ognorhynchus icterotis* y *A. flaviceps*) (Anexo 1). Finalmente, en la comunidad total se encontró que el 45% (76 spp) se alimentan de Invertebrados (Invertebrate), el 21% (36 spp) principalmente de frutos y néctar (FruiNect), el 15% (25 spp) son omnívoros (Omnivore), 10% (16 spp) principalmente de vertebrados (VertFishScav) y el 9% (15 spp) de plantas y semillas (PlatSeed) (Anexo 1).

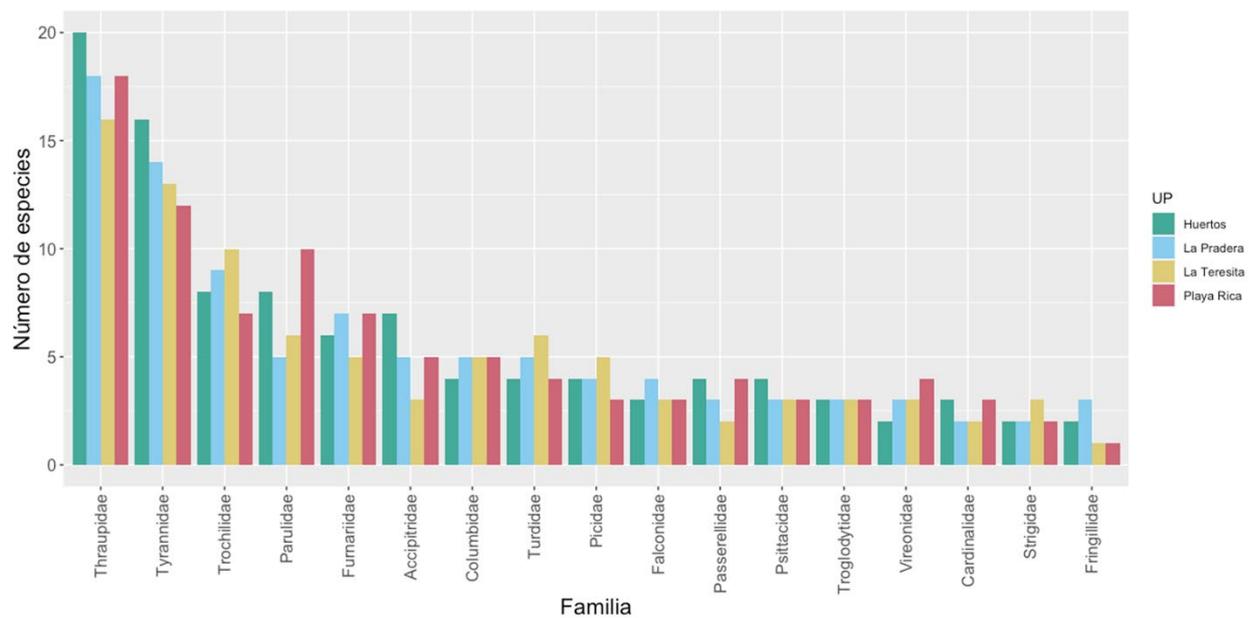


Figura 3. Riqueza de especies de aves a nivel de familias por UP. No se muestran las familias con menos de 3 especies.

Figure 3. Species richness of bird families for each PU. Families with less than 3 species are not shown.

Discusión

Pocos estudios han caracterizado la diversidad de aves asociada a cultivos de aguacate o a remanentes de bosque nativo inmersos en agroecosistemas aguacateros. Particularmente para el norte de Suramérica se encontraron solo dos relacionados: el primero registró una riqueza de 41 especies en Venezuela a 430 m s.n.m. (Verea *et al.*, 2011) asociadas a un cultivo de aguacate, mientras que el segundo reportó un total de 71 especies en el departamento de Santander (Colombia) entre 546 y 1200 m s.n.m. (Peralta-Zapata *et al.*, 2021). Si bien la riqueza total de especies del presente estudio es superior, no es comparable con la de aquellos mencionados anteriormente ya que se trata de agroecosistemas aguacateros en zonas de vida diferentes, a elevaciones menores y no siempre rodeados de ecosistemas nativos. En consecuencia, las comparaciones deben realizarse con localidades en el ecosistema equivalente (bosque húmedo montano) y en un mismo rango altitudinal (Freeman *et al.*, 2022; Quintero & Jetz, 2018). Al analizar datos de ocurrencias reportadas en eBird, entre los 1800 y 2300 m s.n.m en la vertiente oriental de la Cordillera Occidental, se obtienen valores de riqueza de 159 y 205 especies para Caldas y Risaralda respectivamente (Sullivan *et al.*, 2009). Estos números son muy similares al que fue registrado en este estudio (168 especies), indicando que el área estudiada (principalmente los bosques asociados a agroecosistemas de aguacate) posee una riqueza comparable a lo reportado para la zona en el mismo rango altitudinal y en ecosistemas equivalentes de la vertiente oriental de la Cordillera Occidental.

La composición de especies en las cuatro UP fue muy similar, lo que cobra sentido si se piensa que hay poca distancia entre éstas (Figura 3). Se encontró que las especies con mayor AR en la comunidad, tienen hábitos generalistas (sensu Hilty & Brown, 1986) y son comunes en ecosistemas transformados a lo largo de todo el país (Hilty & Brown, 1986). Es el caso de *Pygochelidon cyanoleuca*, especie que presentó el mayor valor. Este resultado se atribuye a su preferencia por áreas abiertas tanto rurales como urbanas (Dayer, 2020; Turner, 1983). Ocurre algo similar con *Thraupis episcopus*, *Zonotrichia capensis* y *Streptoprogne zonaris*, pues se trata de especies frecuentes en áreas abiertas y se ha reportado que tienen alta tolerancia a

ecosistemas fuertemente transformados (Hilty, 2020; Rising & Jaramillo, 2020). En el caso de *T. episcopus* y *Z. capensis* probablemente se deba a su dieta omnívora, que los hace más flexibles a los cambios en el hábitat (Hilty, 2020; Rising & Jaramillo, 2020). Por el contrario, *S. zonaris* aunque es insectívoro exclusivo, prefiere áreas abiertas para forrajear, lo que además lo hace fácilmente detectable en este tipo de ecosistemas (Roper, 2020).

De otro lado, se registraron cinco especies endémicas de Colombia (*Odontophorus hyperythrus*, *Ortalis columbiana*, *Picumnus granadensis*, *Atlapetes flaviceps* y *Habia cristata*) y 19 migratorias boreales (Anexo 1). A pesar de que las especies endémicas poseen una distribución restringida, no todas son especialistas de bosques conservados (Hilty & Brown, 1986), e incluso algunas prefieren matorrales o fragmentos de vegetación secundaria en diferentes estados de sucesión (Chaparro-Herrera *et al.*, 2021). Lo mismo ocurre con las especies migratorias, la mayoría de las cuales pueden suplir sus requerimientos de alimento y refugio en ecosistemas transformados e incluso en zonas urbanas (Chain-Guadarrama *et al.*, 2019; Sanabria-Totaitive *et al.*, 2020; Totaitive & Gutierrez, 2018). Por ello, los relictos de bosque o vegetación secundaria asociados a una matriz de cultivos, puede constituir un hábitat viable para muchas especies endémicas y migratorias (Chaparro-Herrera *et al.*, 2021; Molina *et al.*, 2022; Sandoval *et al.*, 2019). Por ejemplo, un estudio en la Sierra Nevada de Santa Marta reportó que varias especies endémicas y migratorias frecuentan tanto interior de bosque como fragmentos de vegetación nativa asociados a cultivos de café (Sánchez-Clavijo *et al.*, 2020). Asimismo, en Costa Rica, se encontró que una especie endémica utiliza con mayor frecuencia áreas de vegetación secundaria en zonas agrícolas e incluso ha dejado de registrarse en lo que solía ser su hábitat original de bosque húmedo (Sandoval *et al.*, 2019). En consecuencia, las especies endémicas y migratorias registradas en este estudio probablemente estén aprovechando los recursos disponibles en los relictos de bosque nativo asociados a los cultivos, al tiempo que cumplen importantes roles ecosistémicos que, incluso pueden resultar benéficos para los cultivos (Garfinkel *et al.*, 2020; Maas *et al.*, 2013; Sánchez-Clavijo *et al.*, 2010). Puede ser el caso de especies como *Habia cristata* (endémica) y *Empidonax alnorum* (migratoria) cuya dieta es principalmente insectívora y contribuye en el control de poblaciones de pequeños invertebrados (Hilty, 2020; Hilty & Brown, 1986; Winkler *et al.*, 2020).

Aunque la mayoría de las especies registradas son principalmente generalistas (Hilty & Brown, 1986), también se encontraron algunas con requerimientos más específicos (Hilty & Brown, 1986). En especial se resalta *Ognorhynchus icterotis*, una especie endémica de Colombia que depende de la presencia de palmas de cera del género *Ceroxylon* para su reproducción y alimento (Collar *et al.*, 2020). Actualmente, sobrevive en localidades aisladas y con poca conectividad entre ellas producto de la expansión de la frontera agropecuaria, el comercio ilegal de fauna y sobre todo la tala de palmas de cera hizo que sus poblaciones colapsaran (Collar *et al.*, 2020). Por su parte, *Chloropipo flavicapilla* fue registrada en dos de las UPs. En la literatura se describe como residente rara, casi endémica de Colombia y está catalogada como vulnerable (VU), principalmente por su alta sensibilidad a la deforestación (Snow *et al.*, 2020). De hecho, prefiere hábitats de bosque denso donde puede alimentarse de frutos de la familia Rubiaceae, que componen gran parte de su dieta (Snow *et al.*, 2020). Otro caso relevante corresponde al registro de un individuo juvenil de *Spizaetus ornatus* (Figura 4). Esta especie es catalogada como casi amenazada (NT) y posee un rango de distribución amplio (desde el norte de México hasta el norte de Argentina) (Iliiff, 2020). Es una rapaz que depende de grandes extensiones de bosque para sobrevivir (Canuto *et al.*, 2012; Iliiff, 2020).



Figura 4. Individuo juvenil de *Spizaetus ornatus* registrado en Huertos.

Figure 4. Juvenile individual of *Spizaetus ornatus* recorded at Huertos.

La presencia de las tres especies anteriormente descritas evidencia que el ecosistema estudiado ofrece algún tipo de recursos para albergar especies con requerimientos especiales. No obstante, existen dos explicaciones que posiblemente influyen en su presencia. El primero es la existencia de bosque nativo asociado a las fuentes de agua. Estudios en los últimos diez años han demostrado que las especies especialistas permanecen en ecosistemas transformados cuando hay fragmentos de bosque ripario bien conservado (Garbach *et al.*, 2014; Hidalgo & Ugarte, 2020; Sánchez-Clavijo *et al.*, 2020; Santillán *et al.*, 2019). A manera de ejemplo, un estudio en el Bosque Atlántico (Brasil) encontró que la presencia de nidos de las especies del género *Spizaetus* está directamente relacionada con la existencia de relictos de bosque ripario en buen estado de conservación (Canuto *et al.*, 2012). De esta manera, los remanentes de bosque en el área de estudio podrían constituir una fuente de refugio y alimento para todos los gremios tróficos, desde los grandes depredadores (ej. *Spizaetus ornatus*), hasta pequeñas aves que dependen de la presencia de grupos de plantas particulares (ej. *Chloropipo flavicapila* y *Ognorhynchus icterotis*).

El segundo elemento que potencialmente explica la presencia de especialistas es la cercanía de los agroecosistemas con áreas protegidas, donde la cobertura vegetal nativa es más extensa y está en mejor estado de conservación. Estudios en Centro y Suramérica han demostrado que la supervivencia de las especies especialistas depende de corredores biológicos que conecten fragmentos de bosque ripario y áreas protegidas de bosque continuo (Garbach *et al.*, 2014; Hidalgo & Ugarte, 2020; Sánchez-Clavijo *et al.*, 2020; Santillán *et al.*, 2019). Por ejemplo, en Costa Rica encontraron que los corredores biológicos eran altamente utilizados por especies de frugívoros especialistas (ej. *Lepidothrix coronata*) para moverse entre fragmentos de bosque más grandes (Şekercioğlu *et al.*, 2015). Del mismo modo, en Chile determinaron la efectividad de corredores biológicos en diferentes grupos de aves y encontraron que las especialistas insectívoras (ej. *Scelorchilus rubecula*) son las más beneficiadas (Hidalgo & Ugarte, 2020). Las UPs de este estudio se encuentran espacialmente ubicadas entre grandes áreas protegidas (Figura 5), que podrían cumplir un

papel crucial en el mantenimiento de las poblaciones de las especies más sensibles a las transformaciones antrópicas. Especies como *Chloropipo flavicapila*, *Odontophorus hyperythrus*, *Atlapetes flaviceps* e incluso *Ognorhynchus icterotis* probablemente son viables en el tiempo gracias a la presencia de áreas protegidas, que en conjunto con los agroecosistemas pueden constituir un hábitat con mejores condiciones.

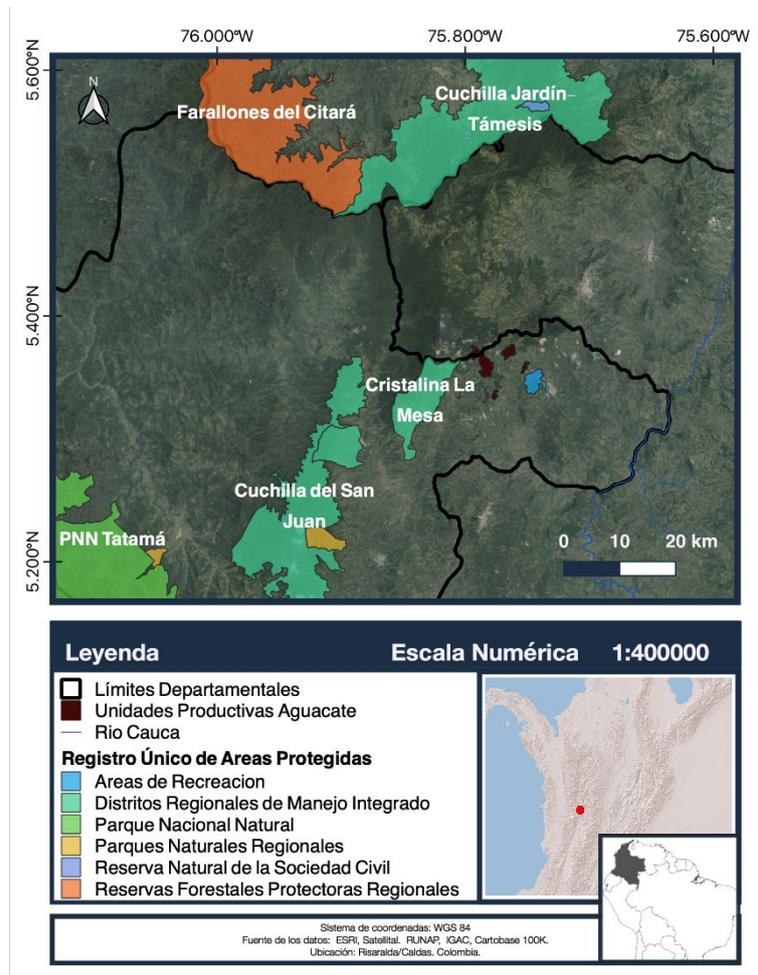


Figura 5. Cercanía de las UP a diferentes figuras de áreas protegidas.

Figure 5. Different protected areas in proximity to the production units.

Futuros estudios deben centrarse en entender a detalle los ensamblajes de especies en ecosistemas aguacateros y evaluar el uso que hacen las especies de este ecosistema (Sánchez-Clavijo *et al.*, 2020). Además, es clave entender (a través de la presencia de especies bioindicadoras) la influencia de las áreas protegidas, los remanentes de bosque ripario y los corredores biológicos en la composición de los ensamblajes de avifauna en agroecosistemas y en la viabilidad de las poblaciones de las especies a largo plazo (Farias & Jaksic, 2011; Garbach *et al.*, 2014; Hidalgo & Ugarte, 2020; Sánchez-Clavijo *et al.*, 2020; Santillán *et al.*, 2019). Finalmente, se concluye que es crucial conservar los fragmentos de bosque presentes en las unidades productivas de aguacate e implementar estrategias de producción que eviten disminuir su área, incluso es importante implementar estrategias que busquen ampliar la conectividad entre las áreas protegidas y los relictos de bosque ripario de las UPs con el fin de maximizar la supervivencia de las especies en el tiempo.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por Avofruit S.A.S. por medio del proyecto 800069 de Minciencias en la categoría Beneficios Tributarios (convocatoria 869-2019). La Universidad EAFIT apoyó el proyecto con equipos de campo y el permiso para la captura y manipulación de las aves (Resolución 02493 de diciembre 31 del 2018).

Referencias

- Altieri, M. A. (1991). How best can we use biodiversity in agroecosystems? *Outlook on Agriculture*, 20(1), 15–23.
<https://doi.org/10.1177/003072709102000105>
- Angulo, A., Rueda-Almonacid, J. V., Rodríguez-Mahecha, J. V., & la Marca, E. (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. *Conservación Internacional*.
- Avendaño, J. E., Bohórquez, C. I., Rosselli, L., Arzuza-Buelvas, D., Estela, F. A., Cuervo, A. M., Stiles, G. F., & Renjifo, L. M. (2017). Lista de chequeo de las aves de Colombia: una síntesis del estado del conocimiento desde Hilty & Brown (1986). *Ornitología Colombiana*, 16.
- Ayerbe, F. (2018). *Guía Ilustrada de la Avifauna Colombiana*.
- Barral, M. P., Rey Benayas, J. M., Meli, P., & Maceira, N. O. (2015). Quantifying the impacts of ecological restoration on biodiversity and ecosystem services in agroecosystems: A global meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 202, 223–231.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.01.009>
- Bibby, C. olin J. (2004). Bird diversity survey methods. *Bird Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques*. Oxford University Press, Oxford, 1–15.
- Bickford, D., Lohman, D., Sodhi, N., Ng, P., Meier, R., Winker, K., & Ingram, K. (2007). Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 22, 148–155.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.11.004>
- Canuto, M., Zorzín, G., Carvalho-Filho, E. P. M., Carvalho, C. E. A., Carvalho, G. D. M., & Benfic, C. E. R. T. (2012). Conservation, management and expansion of protected and non-protected tropical forest remnants through population density estimation, ecology and natural history of top predators; case studies of birds of prey (*Spizaetus* taxon). In *Tropical Forests*. InTech.
<https://doi.org/10.5772/30059>
- Cao, M., Zhu, Y., Lü, G., Chen, M., & Qiao, W. (2019). Spatial distribution of global cultivated land and its variation between 2000 and 2010, from both agro-ecological and geopolitical perspectives. *Sustainability*, 11(5).
<https://doi.org/10.3390/su11051242>
- Chain-Guadarrama, A., Martínez-Salinas, A., Aristizabal, N., & Ricketts, T. H. (2019). Ecosystem services by birds and bees to coffee in a changing climate: A review of coffee berry borer control and pollination. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 280, 53–67.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.04.011>

- Chaparro-Herrera, S., Hernández-Schmidt, M., & Lopera-Salazar, A. (2021). Notas sobre la dieta y el hábitat del Gorrión-Montés paísa *Atlapetes blancae* (Passerellidae). *Actualidades Biológicas*, 43(115), 1–14.
- Collar, N., Boesman, P. F. D., & Sharpe, C. (2020). Yellow-eared Parrot (*Ognorhynchus icterotis*). In J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. Christie, & E. de Juana (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology.
<https://doi.org/10.2173/bow.yeepar1.01>
- Dayer, A. A. (2020). Blue-and-white Swallow (*Pygochelidon cyanoleuca*). In T. S. Schulenberg (Ed.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology.
<https://doi.org/10.2173/bow.bawswa1.01>
- Etter, A. (1993). Diversidad ecosistémica en Colombia hoy. *Nuestra Diversidad Biológica*, 47–66.
- Farias, A. A., & Jaksic, F. M. (2011). Low functional richness and redundancy of a predator assemblage in native forest fragments of Chiloe Island, Chile. *Journal of Animal Ecology*, 80(4), 809–817.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2011.01824.x>
- Fick, S. E., Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* (12), 4302–4315.
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Mueller, N. D., O'Connell, C., Ray, D. K., West, P. C., Balzer, C., Bennett, E. M., Carpenter, S. R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., ... Zaks, D. P. M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369), 337–342.
<https://doi.org/10.1038/nature10452>
- Freeman, B. G., Strimas-Mackey, M., & Miller, E. T. (2022). Interspecific competition limits bird species' ranges in tropical mountains. *Science*, 377, 416–420.
- Frishkoff, L. O., Karp, D. S., M'Gonigle, L. K., Mendenhall, C. D., Zook, J., Kremen, C., Hadly, E. A., & Daily, G. C. (2014). Loss of avian phylogenetic diversity in neotropical agricultural systems. *Science*, 345(6202), 1343–1346.
<https://doi.org/10.1126/science.1254610>
- Garbach, K., Milder, J. C., Montenegro, M., Karp, D. S., & DeClerck, F. A. J. (2014). Biodiversity and Ecosystem Services in Agroecosystems. In *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems* (pp. 21–40). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00013-9>
- Garfinkel, M. B., Minor, E. S., & Whelan, C. J. (2020). Birds suppress pests in corn but release them in soybean crops within a mixed prairie/agriculture system. *The Condor*, 122(2), duaa009.
- Gibson, L., Lee, T. M., Koh, L. P., Brook, B. W., Gardner, T. A., Barlow, J., Peres, C. A., Bradshaw, C. J. A., Laurance, W. F., & Lovejoy, T. E. (2011). Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature*, 478(7369), 378–381.
- Gómez, A. C., & Pinzón, L. M. (2019). Análisis de oportunidades para la exportación de aguacate Hass de Colombia a Estados Unidos. *Ministerio de Agricultura*.
- González, G., Liliana, G., Sánchez, F., Iván, C., Ortiz, P., Fernanda, M., Rojas, A., & Andrea, X. (2018). Producción de aguacate Hass una alternativa para el departamento del Huila. In *Journal of Management and Development*.

- Green, R. E., Cornell, S. J., Scharlemann, J. P. W., & Balmford, A. (2005). Farming and the fate of wild nature. *Science*, 307(5709), 550–555.
- Hernández, A. M. (2015). Perspectivas del aguacate Hass en Colombia. *VIII Congreso Mundial de La Palta*.
- Hidalgo Aranzamendi, N., & Ugarte, M. (2020). Loss of riparian vegetation associated with decreases in bird specialists: A case study from a subtropical desert. *Austral Ecology*, 45(7), 1016–1024.
<https://doi.org/10.1111/aec.12923>
- Hilty, S. (2020a). Blue-gray Tanager (*Thraupis episcopus*). In J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. Christie, & E. de Juana (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology.
<https://doi.org/10.2173/bow.bugtan.01>
- Hilty, S. (2020b). Crested Ant-Tanager (*Habia cristata*). In J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. Christie, & E. de Juana (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.cratan1.01>
- Hilty, S. L., & Brown, W. L. (1986). *A guide to the birds of Colombia*. Princeton University Press.
- Holdridge, L. R. (1987). Ecología basada en zonas de vida. *Agroamérica*.
- Iliff, M. J. (2020). Ornate Hawk-Eagle (*Spizaetus ornatus*). In T. S. Schulenberg (Ed.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology.
<https://doi.org/10.2173/bow.orheag1.01>
- Jiménez, G. M. L., López, A. M. L., Aldana, R. E., & Echeverri, J. E. B. (2014). Inventario de la avifauna en tres estaciones experimentales de Cenicafe, en la cordillera Central de Colombia. *Ministro de Hacienda y Crédito Público*, 65(1), 17–26.
- Karr, J. R. (1981). Surveying birds with mist nets. *Studies in Avian Biology*, 6(December), 62–67.
- Kattan, G. H. (1992). Rarity and vulnerability: the birds of the Cordillera Central of Colombia. *Conservation Biology*, 6(1), 64–70.
- Kattan, G. H., Alvarez-López, H., & Giraldo, M. (1994). Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology*, 8(1), 138–146.
- Koleff, P., Gaston, K. J., & Lennon, J. J. (2003). Measuring beta diversity for presence-absence data. In *Journal of Animal Ecology* (Vol. 72).
- Leinster, T., & Cobbold, C. A. (2012). Measuring diversity: the importance of species similarity. *Ecology*, 93(3), 477–489.
- Lozano Zambrano, F. H. (2014). Herramientas de Manejo del Paisaje: una propuesta para la conservación y restauración en paisajes rurales y de Borde Urbano Rural en la cuenca del río Tunjuelo Bogotá D.C. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá D.C., Colombia. 30 páginas.
- Maas, B., Clough, Y., & Tscharntke, T. (2013). Bats and birds increase crop yield in tropical agroforestry landscapes. *Ecology Letters*, 16(12), 1480–1487.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ele.12194>
- Martínez-Sánchez, E. T., Cardona Romero, M., Rivera Páez, F. A., Pérez Cárdenas, J. E., & Castaño-Villa, G. J. (2018). Contribution of agroecosystems to the conservation of bird diversity in the department of Caldas. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 71(2), 8445–8457.
<https://doi.org/10.15446/rfna.v71n2.66113>

- Ministerio de Agricultura. (2021). *Aguacate Hass en Colombia*.
- Molina, D., Rodas-Rua, D., Lara, C., Páez, F., & Fontúrbel, F. (2022). Effects of Landscape Configuration on the Body Condition of Migratory and Resident Tropical Birds. *Diversity*, 14.
<https://doi.org/10.3390/d14060432>
- Peralta-Zapata, N. A., Sáenz Jiménez, F., Serrano, S. J., Calonge Camargo, B. H., Garcés Ortiz, E. P., Ardila Rueda, C., & Sánchez Ardila, J. (2021). *Proyecto fauna y sistemas productivos en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica Sogamoso - Santander*. v1.1.
- Perfecto, I., Rice, R. A., Greenberg, R., & van der Voort, M. E. (1996). Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity: shade coffee plantations can contain as much biodiversity as forest habitats. *BioScience*, 46(8), 598–608.
- Perfecto, I., & Vandermeer, J. (1996). Microclimatic changes and the indirect loss of ant diversity in a tropical agroecosystem. *Oecologia*, 108(3), 577–582.
- 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., & Zolotoff, J. M. (2008). Biodiversity loss in Latin American coffee landscapes: Review of the evidence on ants, birds, and trees. In *Conservation Biology* (Vol. 22, Issue 5, pp. 1093–1105).
<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01029.x>
- Quintero, I., & Jetz, W. (2018). Global elevational diversity and diversification of birds. *Nature*, 555(7695), 246–250.
<https://doi.org/10.1038/nature25794>
- R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ralph, C., Dunn, E., Peach, W., & Handel, C. (2004). Recommendations for the use of mist nets for inventory and monitoring of bird populations. *Studies in Avian Biology*, 29, 187–196.
- Remsen, J. V. J., Areta, J. I., Bonaccorso, E., Claramunt, S., Jaramillo, A., Lane, D. F., Pacheco, J., Robbins, M. B., Stiles, F. G., & Zimmer, K. J. (2021). *A classification of the bird species of South America*. American Ornithological Society.
<http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.Htm>.
- Rincon, M. E. (2021). Proceso de producción del aguacate hass en Colombia y sus impactos en la distribución física internacional. Recuperado de:
<http://hdl.handle.net/10654/38937>.
- Rising, J. D., & Jaramillo, A. (2020). Rufous-collared Sparrow (*Zonotrichia capensis*). In J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. Christie, & E. de Juana (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology.
<https://doi.org/10.2173/bow.rucspa1.01>
- Robinson, S. K., & Terborgh, J. (1995). Interspecific aggression and habitat selection by Amazonian birds. *Journal of Animal Ecology*, 1–11.
- Roper, E. M. (2020). White-collared Swift (*Streptoprocne zonaris*). In T. S. Schulenberg (Ed.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology.
<https://doi.org/10.2173/bow.whcswi.01>

- Sanabria-Totaitive, I. A., Cristancho-Chinome, J. R., Arango-Martinez, A. v., & Sanabria-Hurtado, C. A. (2020). Birds present in land adjacent to limestone exploitation mines in Belencito, Chameza and Malsitio, Boyaca, Colombia (2018-2019). *Logos Ciencia & Tecnologia*, 12(3), 33–46. <https://doi.org/10.22335/rlct.v12i3.1202>
- Sánchez-Clavijo, L. M., Bayly, N. J., & Quintana-Ascencio, P. F. (2020). Habitat selection in transformed landscapes and the role of forest remnants and shade coffee in the conservation of resident birds. *Journal of Animal Ecology*, 89(2), 553–564. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13108>
- Sánchez-Clavijo, L. M., Botero, J. E., & Espinosa, R. (2009). Assessing the value of shade coffee for bird conservation in the Colombian Andes at a local, regional, and national level. *Proc. 4th International Partners in Flight Conf.: Tundra to Tropics*, 148–157.
- Sánchez-Clavijo, L. M., Vélez, J. G., Durán, S. M., García, R., & Botero, J. E. (2010). Estudio Regional de la Biodiversidad en los paisajes Cafeteros de Tamesis. *Boletín Técnico*, 35.
- Sandoval, L., Morales, C.-O., Ramírez-Fernández, J.-D., Hanson, P., Murillo-Hiller, L.-R., & Barrantes, G. (2019). The forgotten habitats in conservation: early successional vegetation. *Revista de Biología Tropical*, 67(2SUPL), S36–S52. <https://doi.org/10.15517/rbt.v67i2SUPL.37202>
- Santillán, V., Quitián, M., Tinoco, B. A., Zárate, E., Schleuning, M., Böhning-Gaese, K., & Neuschulz, E. L. (2019). Different responses of taxonomic and functional bird diversity to forest fragmentation across an elevational gradient. *Oecologia*, 189(4), 863–873. <https://doi.org/10.1007/s00442-018-4309-x>
- Schulze, C., Waltert, M., Kessler, P. J. A., Pitopang, R., Saleh, S., Veddeler, Leuschner, C., Mühlenberg, Gradstein, S., Steffan-Dewenter, I., & Tscharrntke, T. (2004). Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: Comparing plants, birds, and insects. *Ecological Applications*, 14, 1321–1333. <https://doi.org/10.1890/02-5409>
- Sekercioglu, C. (2006). Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology and Evolution*, 21(8), 464–471. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.05.007>
- Sekercioglu, C. (2012). Bird functional diversity and ecosystem services in tropical forests, agroforests and agricultural areas. *Journal of Ornithology*, 153, 153–161. <https://doi.org/10.1007/s10336-012-0869-4>
- SiB Colombia. (2020). *Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia*. Biodiversidad En Cifras. <https://sibcolombia.net/>
- Snow, D., Kirwan, G. M., & Sharpe, C. (2020). Yellow-headed Manakin (*Chloropipo flavicapilla*). In J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. Christie, & E. de Juana (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.yehman2.01>
- Sørensen, T. J. (1948). *A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons*. I kommission hos E. Munksgaard.

- Strimas-Mackey, M., Miller, E., & Hochachka, W. (2018). *auk: eBird Data Extraction and Processing with AWK*. <https://cornelllabofornithology.github.io/auk/>
- Sullivan, B., Wood, C., Iliff, M., Bonney, R., Fink, D., & Kelling, S. (2009). eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation - BIOL CONSERV*, 142, 2282–2292. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.05.006>
- Tabur, M., & Ayvaz, Y. (2010). *Ecological Importance of Birds*.
- Terborgh, J. (1985). Habitat selection in Amazonian birds. *Habitat Selection in Birds*, 311, 338.
- Toledo, M. V., & Moguel, P. (1996). En busca de un café sostenible en México: la importancia de la diversidad biológica y cultural. *Centro de Ecología, Uni-Versidad Nacional Autónoma de México*.
- Totaitive, I. A. S., & Gutierrez, P. A. S. (2018). Preliminary study of species of birds present in the area urban municipality of Tunja, Boyaca. *Cultura Científica*, 16, 34–51.
- Turner, A. K. (1983). Food selection and the timing of breeding of the Blue-and-White Swallow *Notiochelidon cyanoleuca* in Venezuela. *Ibis*, 125(4), 450–462.
- UICN. (2020). *Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2020-3*.
- Verea, C., Navas, O., & Solórzano, A. (2011). La avifauna de un aguacatero del norte de Venezuela. *Boletín Del Centro de Investigaciones Biológicas*, 45, 35–54.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. *Programa Inventarios de Biodiversidad; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, 236. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Wenny, D. G., DeVault, T. L., Johnson, M. D., Kelly, D., Sekercioglu, C., Tomback, D. F., & Whelan, C. J. (2011). The need to quantify ecosystem services provided by birds. *The Auk*, 128(1), 1–14. <https://doi.org/10.1525/auk.2011.10248>
- Whelan, C. J., Wenny, D. G., & Marquis, R. J. (2008). Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 62(34), 25–60. <https://doi.org/10.1196/annals.1439.003>
- Wilman, H., Belmaker, J., Simpson, J., de la Rosa, C., Rivadeneira, M. M., & Jetz, W. (2014). EltonTraits 1.0: Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals. *Ecology*, 95(7), 2027–2027. <https://doi.org/10.1890/13-1917.1>
- Winker, K. (1998). Suggestions for measuring external characters of birds. *Ornitología Neotropical*, 9, 23–30.
- Winkler, D. W., Billerman, S. M., & Lovette, I. J. (2020). New World Warblers (Parulidae). In S. M. Billerman, B. K. Keeney, P. G. Rodewald, & T. S. Schulenberg (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.paruli1.01.1>
- Xeno-canto Foundation. (2020). www.xeno-canto.org.
- Zar, J. (1996). *Biostatistical analysis* (3rd ed.). Prentice-Hall.

Anexo 1. Especies de aves registradas en las cuatro unidades de producción (UP) de aguacate Hass: Huertos (H), La Pradera (P), Playa Rica (PR), La Teresita (T). Especie endémica de Colombia (Endémica), migratoria boreal (MB), especie categorizada en la UICN como casi amenazada (NT), vulnerable (VU), en peligro (EN).

Familia	Especie	UP	Distribución	Gremio trófico	Amenaza UICN
CRACIDAE	<i>Chamaepetes goudotii</i>	H,P,T,PR	-	FruiNect	-
	<i>Ortalis columbiana</i>	H,P,T	Endémica	FruiNect	-
ODONTOPHORIDAE	<i>Odontophorus hyperythrus</i>	H,P,T,PR	Endémica	Omnivore	NT
COLUMBIDAE	<i>Patagioenas fasciata</i>	H,P,T,PR	-	PlantSeed	-
	<i>Patagioenas cayennensis</i>	P,T	-	FruiNect	-
	<i>Leptotila verreauxi</i>	H,P,T,PR	-	PlantSeed	-
	<i>Zentrygon frenata</i>	PR	-	Omnivore	-
	<i>Zenaida auriculata</i>	H,P,T,PR	-	PlantSeed	-
	<i>Columbina talpacoti</i>	H,P,T,PR	-	PlantSeed	-
	<i>Crotophaga ani</i>	H,P,T	-	Omnivore	-
CUCULIDAE	<i>Piaya cayana</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
NYCTIBIIDAE	<i>Nyctibius griseus</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
CAPRIMULGIDAE	<i>Systellura longirostris</i>	H	-	Invertebrate	-
	<i>Nyctidromus albicollis</i>	H,P,PR	-	Invertebrate	-
APODIDAE	<i>Streptoprocne zonaris</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Aeronautes montivagus</i>	PR	-	Invertebrate	-
	<i>Phaethornis guy</i>	T,PR	-	FruiNect	-
	<i>Doryfera ludovicae</i>	P	-	FruiNect	-
	<i>Colibri cyanotus</i>	HP	-	FruiNect	-
	<i>Colibri coruscans</i>	H,PR	-	FruiNect	-
	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	T	-	FruiNect	-
TROCHILIDAE	<i>Aglaiocercus kingii</i>	H	-	FruiNect	-
	<i>Haplophaedia aureliae</i>	H,P,T,PR	-	FruiNect	-
	<i>Coeligena coeligena</i>	H,P,T,PR	-	FruiNect	-

Familia	Especie	UP	Distribución	Gremio trófico	Amenaza UICN
	<i>Ocreatus underwoodii</i>	H,P,T,PR	-	FruiNect	-
	<i>Heliodoxa rubinoides</i>	P,T	-	FruiNect	-
	<i>Calliphlox mitchellii</i>	P,T	-	FruiNect	-
	<i>Chlorostilbon melanorhynchus</i>	H,P,T,PR	-	FruiNect	-
	<i>Amazilia tzacatl</i>	T	-	FruiNect	-
	<i>Uranomitra franciae</i>	H,P,T,PR	-	FruiNect	-
CHARADRIIDAE	<i>Vanellus chilensis</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
PHALACROCORACIDAE	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	T	-	VertFishScav	-
ARDEIDAE	<i>Bubulcus ibis</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	H,P,T,PR	-	VertFishScav	-
	<i>Coragyps atratus</i>	H,P,T,PR	-	VertFishScav	-
PANDIONIDAE	<i>Pandion haliaetus</i>	PR	MB	VertFishScav	-
	<i>Elanus leucurus</i>	H	-	VertFishScav	-
	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	P	-	Invertebrate	-
	<i>Elanoides forficatus</i>	H,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Spizaetus ornatus</i>	H,P	-	VertFishScav	NT
ACCIPITRIDAE	<i>Ictinia plumbea</i>	H	-	Invertebrate	-
	<i>Accipiter striatus</i>	P	-	VertFishScav	-
	<i>Rupornis magnirostris</i>	H,P,T,PR	-	VertFishScav	-
	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	H,T,PR	-	VertFishScav	-
	<i>Buteo platypterus</i>	H,P,T,PR	MB	VertFishScav	-
	<i>Buteo brachyurus</i>	PR	-	VertFishScav	-
	<i>Megascops choliba</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
STRIGIDAE	<i>Ciccaba virgata</i>	T	-	VertFishScav	-
	<i>Ciccaba albitarsis</i>	H,P,T,PR	-	Omnivore	-
TROGONIDAE	<i>Pharomachrus auriceps</i>	H	-	FruiNect	-
	<i>Trogon personatus</i>	H,PR	-	Omnivore	-

Familia	Especie	UP	Distribución	Gremio trófico	Amenaza UICN
MOMOTIDAE	<i>Momotus aequatorialis</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
BUCCONIDAE	<i>Malacoptila mystacalis</i>	P,PR	-	Invertebrate	-
CAPITONIDAE	<i>Eubucco bourcierii</i>	H,P,T,PR	-	FruiNect	-
RAMPHASTIDAE	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	H,P,T,PR	-	Omnivore	-
PICIDAE	<i>Picumnus granadensis</i>	PR	Endémica	Invertebrate	-
	<i>Melanerpes formicivorus</i>	H,P,T	-	PlantSeed	-
	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	P,T	-	Invertebrate	-
	<i>Picoides fumigatus</i>	H,P,T	-	Invertebrate	-
	<i>Colaptes rubiginosus</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Dryocopus lineatus</i>	H,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	T	-	VertFishScav	-
	<i>Caracara cheriway</i>	H,P,T,PR	-	VertFishScav	-
FALCONIDAE	<i>Milvago chimachima</i>	H,P,T,PR	-	VertFishScav	-
	<i>Falco sparverius</i>	H,P	-	Invertebrate	-
	<i>Falco peregrinus</i>	P,PR	MB	VertFishScav	-
PSITTACIDAE	<i>Pionus menstruus</i>	H,P,T,PR	-	PlantSeed	-
	<i>Pionus chalcopterus</i>	H,P,T,PR	-	FruiNect	-
	<i>Forpus conspicillatus</i>	T	-	PlantSeed	-
	<i>Ognorhynchus icterotis</i>	H	-	PlantSeed	EN
	<i>Psittacara wagleri</i>	H,P,PR	-	PlantSeed	NT
THAMNOPHILIDAE	<i>Thamnophilus multistriatus</i>	H,T	-	Invertebrate	-
GRALLARIIDAE	<i>Grallaria guatemalensis</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Grallaria ruficapilla</i>	H,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Campylorhamphus pusillus</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
FURNARIIDAE	<i>Lepidocolaptes lacrymiger</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Xenops rutilans</i>	H,P,PR	-	Invertebrate	-

Familia	Especie	UP	Distribución	Gremio trófico	Amenaza UICN
TYRANNIDAE	<i>Premnornis guttuliger</i>	P	-	Invertebrate	-
	<i>Lochmias nematura</i>	T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Anabacerthia striaticollis</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Cranioleuca erythrops</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Synallaxis azarae</i>	H,P,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Elaenia frantzii</i>	H,P,T,PR	-	FruiNect	-
	<i>Elaenia flavogaster</i>	H,P,T,PR	-	Omnivore	-
	<i>Camptostoma obsoletum</i>	H,T	-	Invertebrate	-
	<i>Zimmerius chrysops</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Mionectes striaticollis</i>	P,T	-	Omnivore	-
	<i>Mionectes oleagineus</i>	T	-	FruiNect	-
	<i>Leptopogon superciliaris</i>	P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Todirostrum cinereum</i>	H,P,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	H	-	Invertebrate	-
	<i>Empidonax alnorum</i>	H,PR	MB	Invertebrate	-
	<i>Contopus cooperi</i>	H	MB	Invertebrate	NT
	<i>Contopus virens</i>	H,P,T,PR	MB	Invertebrate	-
	<i>Sayornis nigricans</i>	P,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Machetornis rixosa</i>	H,P	-	Invertebrate	-
	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	H,P,T	-	Invertebrate	-
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	H,P,T,PR	-	Omnivore	-
	<i>Myiodynastes chrysocephalus</i>	H,P,T,PR	-	Omnivore	-
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Tyrannus savana</i>	H,P	-	Invertebrate	-
	<i>Myiarchus cephalotes</i>	H,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Attila spadiceus</i>	T	-	Omnivore	-

Familia	Especie	UP	Distribución	Gremio trófico	Amenaza UICN
COTINGIDAE	<i>Rupicola peruvianus</i>	H,T,PR	-	FruiNect	-
PIPRIDAE	<i>Chloropipo flavicapilla</i>	H,P	-	FruiNect	VU
TITYRIDAE	<i>Tityra semifasciata</i>	H	-	FruiNect	-
	<i>Pachyramphus albogriseus</i>	T	-	Omnivore	-
	<i>Cyclarhis nigrirostris</i>	T,PR	-	Invertebrate	-
VIREONIDAE	<i>Pachysylvia semibrunnea</i>	P,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Vireo flavifrons</i>	H,P,T,PR	MB	Invertebrate	-
	<i>Vireo leucophrys</i>	P,T,PR	-	Invertebrate	-
CORVIDAE	<i>Cyanocorax yncas</i>	P,T,PR	-	Omnivore	-
HIRUNDINIDAE	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	H,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Troglodytes aedon</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
TROGLODYTIDAE	<i>Pheugopedius mystacalis</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Henicorhina leucophrys</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Myadestes ralloides</i>	H,P,T,PR	-	Omnivore	-
TURDIDAE	<i>Catharus fuscescens</i>	P,T	MB	Omnivore	-
	<i>Catharus ustulatus</i>	H,P,T,PR	MB	Invertebrate	-
	<i>Turdus grayi</i>	T	-	FruiNect	-
	<i>Turdus ignobilis</i>	H,P,T,PR	-	Omnivore	-
	<i>Turdus fuscater</i>	H,P,T,PR	-	Omnivore	-
MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	H	-	Invertebrate	-
THRAUPIDAE	<i>Chlorophanes spiza</i>	H,P,T,PR	-	FruiNect	-
	<i>Sicalis flaveola</i>	H,P,T	-	PlantSeed	-
	<i>Volatinia jacarina</i>	H,P,PR	-	Omnivore	-
	<i>Diglossa sittoides</i>	H,P,T,PR	-	Omnivore	-
	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	H,P,T,PR	-	FruiNect	-
	<i>Sporophila luctuosa</i>	H	-	PlantSeed	-

Familia	Especie	UP	Distribución	Gremio trófico	Amenaza UICN
	<i>Sporophila nigricollis</i>	H,P,PR	-	PlantSeed	-
	<i>Saltator atripennis</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Saltator striatipectus</i>	H,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Sphenopsis frontalis</i>	P,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Coereba flaveola</i>	H,P,T,PR	-	FruiNect	-
	<i>Tiaris olivaceus</i>	H,P,T,PR	-	PlantSeed	-
	<i>Anisognathus somptuosus</i>	H,P,T,PR	-	Omnivore	-
	<i>Stilpnia heinei</i>	H,P,T,PR	-	FruiNect	-
	<i>Stilpnia vitriolina</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Tangara labradorides</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Tangara gyrola</i>	H,P,T,PR	-	FruiNect	-
	<i>Tangara arthus</i>	H,P,T,PR	-	FruiNect	-
	<i>Sporathraupis cyanocephala</i>	H	-	FruiNect	-
	<i>Thraupis episcopus</i>	H,P,T,PR	-	Omnivore	-
	<i>Thraupis palmarum</i>	H,P,T,PR	-	FruiNect	-
PASSERELLIDAE	<i>Arremon brunneinucha</i>	H,P,PR	-	Omnivore	-
	<i>Zonotrichia capensis</i>	H,P,T,PR	-	PlantSeed	-
	<i>Atlapetes albinucha</i>	H,P,T,PR	-	Omnivore	-
	<i>Atlapetes flaviceps</i>	H	Endémica	Omnivore	EN
CARDINALIDAE	<i>Piranga flava</i>	PR	-	Invertebrate	-
	<i>Piranga rubra</i>	H,P,T,PR	MB	Invertebrate	-
	<i>Habia cristata</i>	H	Endémica	Invertebrate	-
	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	H,P,T,PR	MB	Omnivore	-
PARULIDAE	<i>Parkesia noveboracensis</i>	PR	MB	Invertebrate	-
	<i>Mniotilta varia</i>	H,P,T,PR	MB	Invertebrate	-
	<i>Leiostyris alpestris</i>	H,PR	MB	Invertebrate	-
	<i>Geothlypis philadelphia</i>	H,PR	MB	Invertebrate	-

Familia	Especie	UP	Distribución	Gremio trófico	Amenaza UICN
ICTERIDAE	<i>Setophaga cerulea</i>	PR	MB	Invertebrate	VU
	<i>Setophaga fusca</i>	H,P,T,PR	MB	Invertebrate	-
	<i>Myiothlypis coronata</i>	H,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Basileuterus tristriatus</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Cardellina canadensis</i>	H,P,T,PR	MB	Invertebrate	-
	<i>Myioborus miniatus</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Icterus chrysater</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Molothrus bonariensis</i>	H,P,T,PR	-	Invertebrate	-
	<i>Spinus xanthogastrus</i>	H,P,T,PR	-	PlantSeed	-
FRIN3GILLIDAE	<i>Euphonia xanthogaster</i>	P	-	FruiNect	-
	<i>Chlorophonia cyanea</i>	H,P	-	FruiNect	-