



<https://revistas.unan.edu.ni/index.php/Cientifica>

DOI: <https://doi.org/10.5377/esteli.v13i2.19819>

Riqueza, abundancia y diversidad de aves en ecosistemas antropizados y no antropizados del corredor seco nicaragüense

Richness, abundance and diversity of birds in anthropized and non-anthropized ecosystems of the Nicaraguan dry corridor

Kenny López Benavides

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro Universitario Regional de Estelí. UNAN-Managua/CUR-Estelí, Nicaragua. <https://orcid.org/0009-0003-6736-3244>
klopezb@unan.edu.ni

Jeffrey K. McCrary

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua. <https://orcid.org/0000-0002-5979-7400>
jmccrary2@yahoo.com

RECIBIDO

02/09/2024

ACEPTADO

11/12/2024

Josué Tomas Urrutia Rodríguez

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro Universitario Regional de Estelí. UNAN-Managua/CUR-Estelí, Nicaragua. <https://orcid.org/0009-0007-37357117>
josuerod20@yahoo.com

Jordi Bartolomé Filella

Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Veterinaria. Departamento de Ciencia Animal y de los alimentos. España. <https://orcid.org/0000-0002-3784-5248>
jordi.bartolome@uab.cat

Enmanuel de Jesús Leiva García

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua. enmanuel29leiva@gmail.com

RESUMEN

Los bosques son importantes para el mantenimiento de la diversidad de especies y la regulación del clima global. El bosque seco tropical es uno de los ecosistemas boscosos más diversos y más amenazados, especialmente por expansión de agricultura. Se compararon la riqueza, abundancia y diversidad de las comunidades de aves en hábitats antropizados y no antropizados del corredor seco nicaragüense: tres agro-ecosistemas con cultivos con cosecha de agua, bosque seco con predominio de *Quercus segoviensis* Liebm y bosque ripario. Se observaron 2,155 individuos distribuidos en 106 taxones y 34 familias. La familia Tyrannidae fue la más representada con 207 individuos y 16 taxones. El gremio alimenticio de mayor abundancia en los tres agro-ecosistemas fue insectívoro, y también, en el bosque de roble, mientras en el bosque ripario, fue frugívoro. Los tres agro-ecosistemas tuvieron composición de taxones de aves más parecidas y también composición de gremios alimenticios de aves, que los dos sistemas menos antropizados. Se documentaron tres especies de alta prioridad de conservación. El amplio mosaico de sistemas antropizados tiene un efecto aditivo en la comunidad de aves en el corredor seco nicaragüense.

PALABRAS CLAVE

Agroforestal; escorrentía; manantial; sistema; silvopastoralismo.



ABSTRACT

Forests are important for the maintenance of species diversity and global climate regulation. The tropical dry forest is one of the most diverse and most threatened forest ecosystems, especially by agricultural expansion. We compared the richness, abundance and diversity of bird communities in anthropized and non-anthropized habitats of the Nicaraguan dry corridor: three agro-ecosystems with water-harvesting crops, dry forest dominated by *Quercus segoviensis* Liebm and riparian forest. A total of 2,155 individuals distributed in 106 taxa and 34 families were observed. The Tyrannidae family was the most represented with 207 individuals and 16 taxa. The most abundant feeding guild in the three agro-ecosystems was insectivorous, and also in the oak forest, while in the riparian forest, it was frugivorous. The three agro-ecosystems had more similar bird taxa composition and bird food guild composition than the two less anthropized systems. Three species of high conservation priority were documented. The broad mosaic of anthropized systems has an additive effect on the bird community in the Nicaraguan dry corridor.

KEYWORDS

Agroforestry; runoff; spring; system; silvopastoralism.

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica, también denominada biodiversidad, es la variedad de especies animales y vegetales, la variación genética que existe dentro de cada especie, y el abanico de comunidades ecológicas en que estas especies interactúan entre sí y con el medio físico (Martínez-Sánchez et al., 2001, p. 1).

La totalidad de la vida en el planeta tierra representa la herencia biológica y la calidad de vida de todos los organismos depende de la salud y equilibrio de esta red mundial de formas de vida. En este sentido, el número total de especies a nivel mundial se estima entre 4 millones y 100 millones, sin embargo, sólo se han descrito aproximadamente 1.7 millones de especies. Los expertos estiman que hasta la fecha se han identificado menos del 10 % de las bacterias, cerca del 5 % de las especies de hongos, sólo el 2 % de las especies de nematodos y menos del 20 % de las especies de insectos (Solomon et al., 2008, p. 482).

Los bosques tropicales son sistemas altamente diversos localizados entre los 23.5° N o S del Ecuador en Asia, Oceanía, África, y Centro y Sur-América. Los bosques tropicales se encuentran en áreas relativamente cálidas, de temperatura constante y desde el nivel del mar hasta los 3000 m.s.n.m. Los bosques lluviosos tropicales reciben precipitaciones anuales mayores a los 1500 mm, mientras que los bosques estacionales o secos reciben menos lluvia y tienen una distintiva estación seca (Holl, 2013).

Por otra parte, los bosques son imprescindibles para el mantenimiento de la biodiversidad terrestre del planeta, por ejemplo, son hábitats del 75% de las aves (FAO y PNUMA, 2020). Sin embargo, los bosques tropicales han sido degradados por múltiples causas antropogénicas, lo cual ha contribuido a la pérdida de poblaciones de numerosas especies (Geist & Lambin, 2002). Las aves son los vertebrados terrestres más diversos, con aproximadamente 10, 700 especies (Gill y Donsker, 2018). Y aportan diversos servicios ecosistémicos como la polinización, la dispersión de semillas o el control de plagas.

Alonso et al. (2017), destacan la importancia de los ecosistemas alterados como agente de conservación de las especies y acentúan la relevancia de las aves como bioindicadoras de integridad ecológica. En este sentido, su ocurrencia y abundancia está influenciada por las características del hábitat que les rodea ya que son especies sensibles al cambio (Villegas y Garitano, 2008). Uno de estos cambios lo constituyen las obras destinadas a la siembra y cosecha de agua en el trópico seco.

El rápido aumento de las áreas de bosque taladas o quemadas para dar paso a la producción agropecuaria con enfoque convencional es una de las principales causas de la deforestación en los trópicos y en Nicaragua, la agricultura mayoritariamente es migratoria (Dummett & Blundell, 2021). No obstante, el establecimiento de sistemas agroforestales y silvopastoriles favorecen la producción ecológica de alimentos y la restauración del bosque seco tropical.

En este ámbito, se han realizado múltiples estudios que han encontrado que los paisajes antropizados disponen de una matriz de usos de suelo heterogéneos, lo cual proporciona a las aves una amplia variedad de hábitats que favorece la riqueza de especies (Stiles y Skutch, 1998; Pérez et al., 2006; Arendt et al., 2012; Hawa et al., 2016; Zolotoff-Pallais et al., 2011). La importancia de mantener hábitats heterogéneos dentro de una matriz agropecuaria que está siendo cada vez más sometida a usos intensivos; mantener los

bosques secundarios, tacotales y ribereños son una meta para cualquier programa de conservación y más aún si se piensa desde el punto de vista de sistemas agroforestales.

Por tanto, las cercas vivas como una opción viable de los sistemas silvoganaderos, son importantes para mantener la diversidad de aves, principalmente, en los paisajes de ganadería extensiva. También, la estructura multiestrato y multiespecie de las cercas vivas proporcionan refugio, sitios de anidación, alimento y determinan las comunidades de aves asociadas. Sin embargo, las cercas diversificadas pueden causar problemas prácticos a los productores, afectan con sombra a mayores áreas de pasto y pueden ser más difíciles de establecer y manejar (Lang et al., 2003).

En las últimas décadas las políticas de desarrollo en muchos países han dado un fuerte impulso a estrategias de producción compatibles con la conservación del medio. Así pues, los sistemas de producción agroecológicos se han convertido en una opción tecnológica viable para mitigar los procesos de degradación ecológica, favorecer la producción agropecuaria tropical y la resiliencia de los agroecosistemas ante los efectos adversos del cambio climático (López et al., 2003).

En este sentido, poco se conoce sobre el posible efecto de las obras de cosecha de agua asociadas a sistemas de producción agropecuario y su posible efecto en la riqueza, abundancia y diversidad de aves. Estos aspectos son fundamentales para considerar en el diseño de estrategias de conservación que integran la sostenibilidad ambiental y las necesidades productivas. La información generada en el estudio no solo contribuye a ampliar el conocimiento en esta área, sino que también es parte de la línea base del proyecto “Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático a través de la Cosecha de Agua en Nicaragua”, implementado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

De igual manera, el estudio busca aportar a la resiliencia de los agroecosistemas frente al cambio climático y pretende mejorar la seguridad alimentaria y nutricional de pequeños y medianos productores en el norte del corredor seco nicaraguense. Asimismo, permitirá identificar potenciales aves migratorias para el monitoreo y seguimiento por el Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA), como posibles portadoras de la gripe aviar. ¿Cuál es la razón para el actual interés, en relación a la biodiversidad? Es una pregunta con múltiples respuestas y una posible podría ser que en la última década del siglo XX la diversidad biológica se ha convertido en el paradigma de lo que se tiene y se está perdiendo. El hombre, en todas las épocas, ha tenido necesidad de cambio y, a la vez, miedo al cambio. Esta contradicción se evidencia en las civilizaciones industriales que han realizado un uso despiadado del medio natural, y que ahora muestran un interés creciente ante la pérdida de la diversidad biológica (Halffter, 1994).

Por lo cual, el objetivo de este trabajo fue evaluar la composición de la comunidad de aves en ecosistemas antropizados en el norte del corredor seco nicaraguense y compararlos con ecosistemas menos alterados como el bosque de roble (*Q. segoviensis*) y el bosque ripario. Por lo tanto, se sugiere como hipótesis que los ecosistemas menos alterados: bosque de roble y bosque ripario tienen mayor riqueza de especies de aves en relación a los ecosistemas antropizados, ubicados en el norte del corredor seco nicaraguense.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación es de tipo cuantitativo, el fenómeno objeto de estudio se cuantificó a través de conteos de las variables de interés: número de especies, número de individuos por especie y tipos de hábitat (antropizados y no antropizados). El estudio es no experimental, porque no se manipularon factores y niveles para medir su efecto. Se considera analítico porque se pretendió determinar relación de causa y efecto a través de prueba de hipótesis estadísticas. Según su nivel de profundidad, es de tipo explicativo porque determina el posible efecto de los ecosistemas en la riqueza y abundancia de aves.

De acuerdo al tiempo en que se realizó la investigación, se clasifica de corte transversal porque las variables objeto de estudio se midieron en un periodo de tiempo durante las dos estaciones del año 2021. En la estación húmeda, se realizaron seis campañas de muestreo entre el 12 de agosto y el 03 de septiembre y en la estación seca, ocho muestreos entre el 25 de noviembre y 17 de diciembre.

Por otra parte, la investigación se enmarca en la teoría general de sistemas o teoría de la complejidad, la cual indica que el estudio de los fenómenos deben abordarse desde los estudios integrados o interdisciplinarios, y demostrarían ser parte esencial de la búsqueda de comprensión de la realidad. Además, la teoría de la complejidad complementa a la teoría mecanicista o reduccionista (Sarabia, 1995).

Área de estudio

El estudio se realizó en cuatro unidades hidrográficas de la zona norte del corredor seco nicaragüense (Tabla 1). Ubicadas en los municipios de Pueblo Nuevo, San Lucas, Somoto y Totogalpa. El trabajo se focalizó en los municipios más críticos, donde los acumulados anuales de precipitación son inferiores a los 400 mm y los que más sufren el efecto del fenómeno climático de “Oscilación del Sur”, relacionado con el evento de “El Niño” (Van der Zee Arias et al., 2012).

Tabla 1.
Ubicación de los sitios de estudio

Municipio	Unidad hidrográfica	Ubicación
San Lucas y Somoto	El Gualiqueme	13° 22' 20" y 13° 27' 10" Lat. N. 86° 40' 45" y 86° 44' 39" Long. O.
Pueblo Nuevo, San Lucas y Las Sabanas	El Espinal	13° 17' 10" y 13° 24' 15" Lat. N. 86° 30' 15" y 86° 36' 41" Long. O.
Somoto, Totogalpa y Macuelizo	Paluncia	13° 30' 39" y 13° 35' 55" Lat. N. 86° 32' 19" y 86° 35' 55" Long. O.
Totogalpa, Yalagüina y Ocotal	Santo Domingo	13° 31' 16" y 13° 36' 57" Lat. N. 86° 27' 15" y 86° 32' 56" Long. O.

Fuente: (CATIE, 2022).

Etapas de la investigación

Etapa 1. Planificación de la investigación

En el marco de colaboración se realizaron reuniones sistemáticas entre el equipo de investigación de la Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí / UNAN-Managua y el equipo técnico del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Con el objetivo de acompañar las fases del proceso de investigación según los términos de referencia científicos – técnicos del CATIE.

Etapa 2. Selección de los sitios de muestreo

En las cuatro unidades hidrográficas antes mencionadas se identificaron tres tipos de ecosistemas antropizados, con sistemas de cosecha de agua, es decir, reservorios en tierra para almacenar agua de lluvia que se escurre en forma de escorrentía, para fines productivos. Estos reservorios, están sometidos a diferentes tipos de manejo agrícola, pecuario y forestal: reservorio de escorrentía con sistema agroforestal (Esc / SAF), reservorio de escorrentía con sistema silvopastoril (Esc / SSP) y manantial con sistema agroforestal (Man / SAF). Estos ecosistemas están en un paisaje dominado por una matriz de uso agropecuario con algunos reductos de bosque secundario. Además, se seleccionaron dos ecosistemas de referencia (menos antropizados): bosque seco con predominio de *Quercus segoviensis* Liebm. (roble) y bosque ripario o de galería.

Etapa 3. Trabajo de campo

Se utilizó la técnica observacional y el método de recuento de aves observadas y escuchadas en punto sin estimación de distancia (radio ilimitado), en diferentes direcciones (Wunderle, 1985; Hutto et al. 1986), durante dos días consecutivos en cada ecosistema. Las observaciones se realizaron principalmente en horas de la mañana de 6 a 10 am y por la tarde de 3 a 6 pm, en trayectos a una velocidad de 1km/h dentro del área de cada ecosistema, con paradas sistemáticas a distancia de 150 metros entre los puntos de observación para evitar el doble conteo e independencia del recuento (Verner, 1985; Bibby et al. 1992). Para la identificación de las aves se utilizó la Guide to the Birds of Nicaragua (Martínez-Sánchez et al., 2014).

Etapa 4. Tratamiento estadístico de los datos

Se verificaron los supuestos de homocedasticidad y normalidad de los de los reciduos a través de las pruebas de Fligner-Killeen y Shapiro-Wilk. Se contruyeron curvas de rango-abundancia y se determinaron índices de diversidad de Shannon-Weiner. También, se realizó un análisis de varianza, considerando como factor fijo los ecosistemas antropizados y no antropizados y como variable respuesta la diversidad.

Se utilizaron los paquetes estadísticos Paleontological Statistics (PAST) versión 4.0 y la plataforma de análisis R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición taxonómica de aves en ecosistemas antropizados y no antropizados del corredor seco nicaragüense

La abundancia de aves por taxon en cada sistema es presentada en Tabla 2. En los ecosistemas estudiados, se observaron un total de 2, 155 individuos distribuidos en 106 taxones entre 34 familias. De los 106 taxones, 104 taxones de aves fueron identificados a nivel de especie. Además, un taxon (*Empidonax traillii/alnorum*) fue reportado a nivel de complejo de especie y otro (*Accipitridae* sp.) a nivel de familia.

La cantidad de especies identificadas en este estudio representa el 13.7 % de las 759 especies de aves reportadas para Nicaragua (<https://ebird.org/region/NI>). Por otra parte, la mayor riqueza específica de aves se encontró en ecosistemas antropizados Man / SAF, 71 taxones; Esc / SAF, 60 taxones y Esc / SSP, 51 taxones. Sin embargo, los hábitats menos antropizados de referencia presentaron la menor riqueza, con 26 taxones en el bosque ripario y 20 taxones en el bosque de roble. Posiblemente, la mayor riqueza de especies encontradas en el ecosistema de manantial con sistema agroforestal (Man / SAF), está asociada a la mayor presencia de árboles frutales en el sistema, favoreciendo mayor disponibilidad de alimento para las aves.

Las seis especies de aves con mayor abundancia en los cinco sistemas estudiados fueron *Campylorhynchus rufinucha* (10.7% del total de individuos), *Zenaida asiatica* (6.8%), *Crotophaga sulcirostris* (6%), *Coragyps atratus* (5.9%), *Amazona albifrons* (5.4%) e *Icterus pectoralis* (5.2%). Las familias mayoritariamente representadas fueron Columbidae (358 individuos entre ocho especies), Icteridae (240 individuos entre siete especies), Troglodytidae (233 individuos entre tres especies) y Tyrannidae (207 individuos entre 16 taxones).

La familia Tyrannidae tiene el mayor número de especies reportadas a nivel mundial, por lo cual, era de esperarse que en este estudio fuera la más representada, con un total de 10 géneros y 16 especies de aves. Esta familia se considera la más representativa del hemisferio occidental y con preferencia de hábitats abiertos y secos (Stiles y Skutch, 1998). Además, presenta una gran capacidad de adaptación a diferentes pisos altitudinales (González Alonso et al., 2012). Las especies de esta familia tienen una alimentación variada, que incluye desde insectos hasta frutas (Garrido et al., 2011).

El gremio alimenticio de mayor abundancia en los tres ecosistemas antropizados fue insectívoro (37.4% de los individuos en Esc/SAF, 37.2% en Esc/SSP y 37.2% en Man/SAF). También, en el bosque de roble (43.5%), mientras en el bosque ripario, fue frugívoro (43.5%).

Tabla 2.
Individuos reportados por taxón en cada sistema de manejo del área

Taxon/Tipo de hábitat	Esc/ SAF	Esc/ SSP	Man/ SAF	B/ripario	B/roble	Estado de Conservación
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	2	-	-	-	-	LC
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	-	-	2	-	-	LC

Taxon/Tipo de hábitat	Esc/ SAF	Esc/ SSP	Man/ SAF	B/ripario	B/roble	Estado de Conservación
<i>Ortalis vetula</i>	-	3	19	-	-	LC
<i>Colinus cristatus</i>	-	-	10	-	-	LC
<i>Columba livia</i>	-	-	1	-	-	LC
<i>Patagioenas flavirostris</i>	6	9	9	4	-	LC
<i>Columbina inca</i>	3	7	-	-	-	LC
<i>Columbina minuta</i>	6	-	4	-	-	LC
<i>Columbina passerina</i>	12	8	17	-	-	LC
<i>Columbina talpacoti</i>	36	20	23	7	-	LC
<i>Leptotila verreauxi</i>	9	6	20	4	-	LC
<i>Zenaida asiatica</i>	49	41	39	13	5	LC
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	32	53	34	8	3	LC
<i>Geococcyx velox</i>	-	-	1	-	-	LC
<i>Piaya cayana</i>	12	12	14	8	5	LC
<i>Coccyzus americanus</i>	-	-	2	-	-	LC
<i>Coccyzus minor</i>	-	-	1	-	-	LC
<i>Phaethornis longirostris</i>	-	-	-	-	1	LC
<i>Phaethornis striigularis</i>	-	-	2	-	-	LC
<i>Heliomaster constantii</i>	1	-	-	-	-	LC
<i>Amazilia rutila</i>	4	5	5	-	-	LC
<i>Mycteria americana</i>	1	-	-	-	-	LC
<i>Bubulcus ibis</i>	-	1	-	-	-	LC
<i>Ardea alba</i>	4	2	3	2	-	LC
<i>Coragyps atratus</i>	57	44	20	6	-	LC
<i>Cathartes aura</i>	10	12	7	-	-	LC
<i>Circus hudsonius</i>	2	-	-	-	-	LC
<i>Buteogallus anthracinus</i>	8	-	-	-	-	LC

Taxon/Tipo de hábitat	Esc/ SAF	Esc/ SSP	Man/ SAF	B/ripario	B/roble	Estado de Conservación
<i>Buteogallus urubutinga</i>	3	9	10	-	-	LC
<i>Buteo jamaicensis</i>	-	-	2	-	-	LC
Accipitridae sp.	-	1	1	-	-	-
<i>Tyto alba</i>	2	1	6	-	-	LC
<i>Momotus lessonii</i>	1	4	2	-	1	LC
<i>Eumomota superciliosa</i>	15	11	21	-	-	LC
<i>Chloroceryle americana</i>	-	-	-	5	-	LC
<i>Pteroglossus torquatus</i>	-	-	5	-	-	LC
<i>Melanerpes hoffmannii</i>	10	9	16	-	-	LC
<i>Campephilus guatemalensis</i>	-	-	1	-	-	LC
<i>Dryocopus lineatus</i>	-	1	-	-	-	LC
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	-	-	4	-	-	LC
<i>Caracara plancus</i>	-	1	10	-	-	LC
<i>Brotogeris jugularis</i>	4	-	3	4	4	LC
<i>Pionus senilis</i>	-	-	1	-	-	LC
<i>Amazona albifrons</i>	-	40	-	76	-	LC
<i>Eupsittula canicularis</i>	4	14	6	-	-	VU
<i>Psittacara holochlorus</i>	25	10	18	4	-	LC
<i>Procnias tricurunculatus</i>	-	-	-	2	-	VU
<i>Tityra semifasciata</i>	-	-	6	-	-	LC
<i>Todirostrum cinereum</i>	2	-	-	-	-	LC
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	-	1	-	-	-	LC

Taxon/Tipo de hábitat	Esc/ SAF	Esc/ SSP	Man/ SAF	B/ripario	B/roble	Estado de Conservación
<i>Elaenia flavogaster</i>	-	-	2	-	-	LC
<i>Contopus bogotensis</i>	-	-	1	-	-	LC
<i>Empidonax virescens</i>	2	-	-	-	-	LC
<i>Empidonax traillii/alnorum</i>	1	-	-	-	-	LC*
<i>Empidonax minimus</i>	6	6	6	-	1	LC
<i>Myiarchus nuttingi</i>	-	-	2	-	-	LC
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	-	-	3	-	-	LC
<i>Pitangus sulphuratus</i>	30	19	25	15	2	LC
<i>Megarynchus pitangua</i>	-	-	4	-	-	LC
<i>Myiodynastes maculatus</i>	-	-	2	-	-	LC
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	2	-	4	-	1	LC
<i>Tyrannus melancholicus</i>	4	24	18	-	-	LC
<i>Tyrannus verticalis</i>	8	1	10	-	-	LC
<i>Tyrannus forficatus</i>	-	5	-	-	-	LC
<i>Calocitta formosa</i>	10	5	10	6	-	LC
<i>Cyanocorax melanocyaneus</i>	-	-	6	-	2	LC
<i>Tachycineta bicolor</i>	3	8	2	-	-	LC
<i>Hirundo rustica</i>	-	1	-	-	-	LC
<i>Polioptila albiloris</i>	8	4	4	-	-	LC
<i>Troglodytes aedon</i>	-	-	-	1	-	LC
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	97	48	76	6	3	LC

Taxon/Tipo de hábitat	Esc/ SAF	Esc/ SSP	Man/ SAF	B/ripario	B/roble	Estado de Conservación
<i>Thryophilus pleurostictus</i>	-	-	2	-	-	LC
<i>Mimus gilvus</i>	2	2	-	-	-	LC
<i>Catharus ustulatus</i>	7	3	17	3	-	LC
<i>Turdus assimilis</i>	2	-	4	-	-	LC
<i>Turdus grayi</i>	0	10	5	4	4	LC
<i>Passer domesticus</i>	2	-	5	-	-	LC
<i>Euphonia affinis</i>	18	6	4	-	-	LC
<i>Spinus psaltria</i>	2	-	-	-	-	LC
<i>Peucaea ruficauda</i>	-	1	-	-	-	LC
<i>Aimophila rufescens</i>	22	7	4	-	4	LC
<i>Sturnella magna</i>	3	-	-	-	2	NT
<i>Icterus chrysater</i>	-	-	-	-	1	LC
<i>Icterus pustulatus</i>	-	-	3	-	-	LC
<i>Icterus pectoralis</i>	32	44	25	7	4	LC
<i>Agelaius phoeniceus</i>	-	4	-	-	4	LC
<i>Molothrus aeneus</i>	15	3	23	7	-	LC
<i>Quiscalus mexicanus</i>	17	3	18	25	-	LC
<i>Parkesia motacilla</i>	-	-	2	-	-	LC
<i>Vermivora cyanoptera</i>	-	-	2	-	-	LC
<i>Oreothlypis superciliosa</i>	-	-	1	-	-	LC
<i>Leiothlypis peregrina</i>	12	-	6	1	8	LC
<i>Setophaga magnolia</i>	-	-	-	-	4	LC
<i>Setophaga petechia</i>	7	4	2	1	-	LC
<i>Basileuterus delatirii</i>	-	-	2	-	-	LC
<i>Basileuterus culicivorus</i>	-	-	2	-	-	LC

Taxon/Tipo de hábitat	Esc/ SAF	Esc/ SSP	Man/ SAF	B/ripario	B/roble	Estado de Conservación
<i>Cardellina pusilla</i>	8	-	-	-	-	LC
<i>Myioborus miniatus</i>	2	-	2	-	-	LC
<i>Piranga rubra</i>	-	1	-	-	6	LC
<i>Piranga ludoviciana</i>	2	2	-	-	-	LC
<i>Amaurospiza concolor</i>	3	1	-	-	-	LC
<i>Passerina caerulea</i>	3	2	10	1	-	LC
<i>Passerina ciris</i>	8	-	-	-	-	LC
<i>Sporophila moreletii</i>	1	-	-	-	-	LC
<i>Sporophila schistacea</i>	3	-	-	-	-	LC
<i>Saltator atriceps</i>	3	-	4	3	-	LC
Total individuos	665	543	659	223	65	
Total especies	60	51	71	26	20	

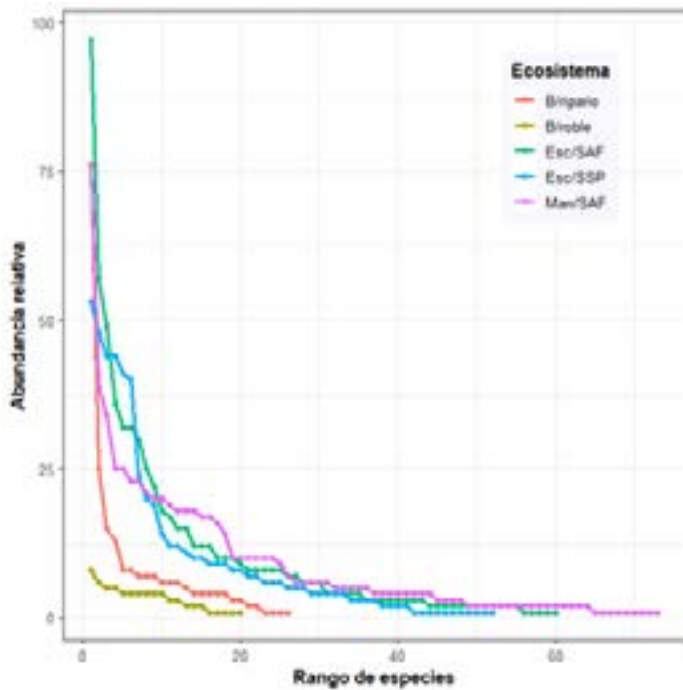
Notas: *-taxon identificada a nivel de dos especies difíciles de distinguir mediante observación sin escuchar su canto o tomar mediciones mediante captura.

Categorías de Estado de Conservación de IUCN: LC-Menos Preocupación; NT-Casi Amenazada; VU-Vulnerable. Véase www.iucnredlist.org para mayor información.

Estructura de la comunidad de aves en ecosistemas antropizados y no antropizados con sistemas de cosecha de agua

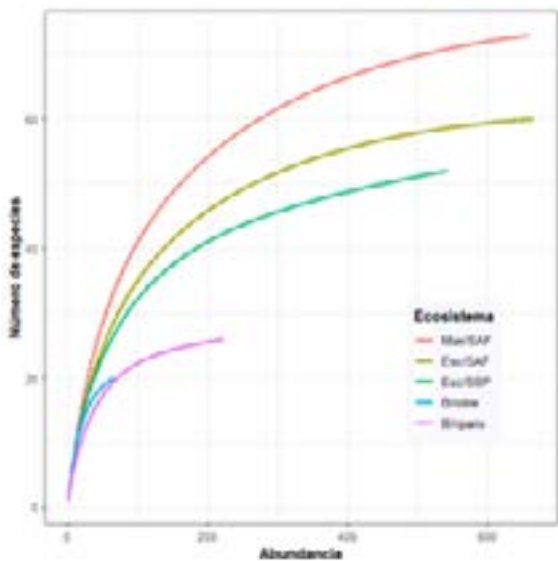
La figura 1 muestra la curva de saturación de la abundancia relativa de las especies identificadas en los ecosistemas antropizados con sistemas de cosecha de agua, bosque ripario y de roble. Las mayores abundancias se observaron en los ecosistemas de Esc / SAF, Man / SAF con 97 y 76 individuos de *Campylorhynchus rufinucha* respectivamente. Mientras; que en el ecosistema de Esc / SSP se obtuvo una abundancia de 53 individuos de *Crotophaga sulcirostris*. Esta especie fue reportada como dominante en los sistemas silvopastoriles de Matigüas y Río Blanco, Nicaragua (Pérez et al., 2006). Por otra parte, en el bosque de roble se registraron únicamente 8 individuos de *Leiothlypis peregrina*.

Figura 1.
Curva de saturación para los los distintos ecosistemas considerados



El número de especies de aves observadas tienden a formar una curva asintótica para los ecosistemas Man / SAF, Esc / SAF y Esc – SSP. Lo cual, indica que se encontraron mayor número de especies e individuos en la comunidad (Figura 2). Por otra parte, las curvas en los sistemas de bosque de roble (B/roble) con predominio de *Q. segoviensis* y bosque ripario (B/ripario) tienen menor tendencia hacia la asíntota, indicando que aún se pueden encontrar mayor número de especies e individuos. La comunidad de aves en los agropaisajes obedece a una combinación de especies con distintos requerimientos de hábitats y grados de sensibilidad a la perturbación; el total de especies presentes en los agropaisajes es producto de un efecto aditivo de los distintos hábitats que los conforman (Arendt et al., 2012).

Figura 2.
Curva de acumulación abundancia-especie según los ecosistemas estudiados

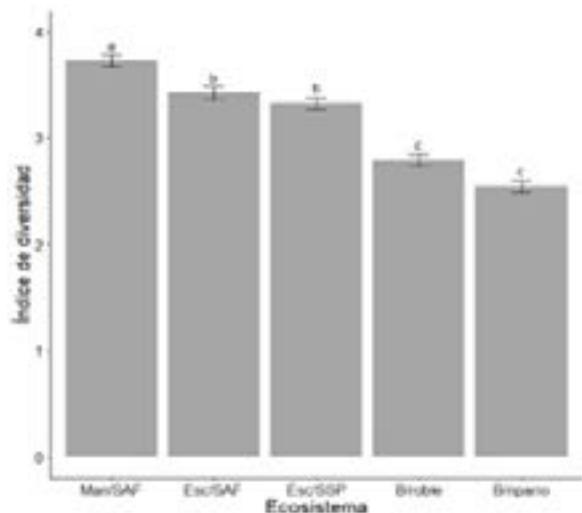


Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.001$) en la diversidad de los sistemas estudiados (Figura 3). Se observa que los mayores valores promedio de diversidad, se encontraron en los ecosistemas asociados a las obras de cosecha de agua Man / SAF = 3.739 ± 0.039 , Esc / SAF = 3.428 ± 0.045) y Esc / SSP = 3.344 ± 0.043 . En este contexto, Hawa et al. (2016) indican, que los paisajes perturbados ofrecen a las aves una amplia gama de ambientes para la coexistencia bajo condiciones antropogénicas.

Los menores valores promedio de diversidad se encontraron en los ecosistemas menos antropizados: bosque de roble (2.790 ± 0.061) y bosque ripario (2.545 ± 0.089). El valor menor de diversidad en el bosque ripario, probablemente obedece a la cercanía de áreas con establecimiento de ganadería extensiva, granos básicos y hortalizas. Lo cual, ha reducido en algunos casos a una simple hilera la cobertura forestal del bosque ripario, incidiendo el ancho del bosque con la abundancia de aves (Arcos et al., 2008).

Figura 3.

Diversidad de aves en los ecosistemas estudiados



Conservación y reportes novedosos

Tres especies de aves con categoría elevada de conservación en la Lista Roja de IUCN (www.iucnredlist.org) fueron registradas en el presente estudio. Además, son 19 taxones de aves registrados en el presente estudio que tienen muy pocos (p.ej. menos de diez) reportes hasta la fecha en los dos departamentos del estudio, Madriz y Nueva Segovia (www.ebird.org). Se presentan a continuación:

***Dendrocygna autumnalis*.** Este pato se alimenta salpicando la vegetación sobre la superficie del agua; anida en cavidades de árboles y también sobre el suelo, después del inicio de la temporada lluviosa. Se encuentra sobre un rango muy amplio desde Estados Unidos hasta Sudamérica, con la subespecie en Nicaragua, *D. autumnalis fulgens* encontrada entre Estados Unidos y Panamá (James and Thompson 2020). Ha sido reportado apenas ocho veces en los departamentos Madriz y Nueva Segovia (<https://ebird.org/species/bbwduc>), por lo que los reportes de dos individuos en un agro-ecosistema en el presente estudio son significativos.

***Columbina minuta*.** Aunque esta especie granívora residente en Nicaragua tiene un rango Amplio desde el sudoeste de Estados Unidos hasta Sudamérica, la especie es poco

documentada. Su hábitat incluye bosques secundarios, praderas y sabana. Anidación probablemente sucede entre mayo y Agosto. No es claro cuál subespecie se encuentra en Nicaragua (Baptista et al. 2020). Hay un solo reporte de la especie en los departamentos Madriz y Nueva Segovia, por lo que los diez individuos reportados en el presente estudio hacen una significativa contribución al conocimiento de su presencia (<https://ebird.org/species/pbgdov1>).

Coccyzus minor. Aunque su distribución es amplia, entre México y Sudamérica y partes del Caribe, muy poco se sabe sobre su historia natural. Es considerada monotípica y residente, pero sus movimientos y anidación son poco documentados. Su presencia lejos de zonas costeras es poco entendido, pero se sabe que no es una especie estrictamente costera (Hughes 2020a). En los departamentos Madriz y Nueva Segovia, hay apenas tres reportes de la especie (<https://ebird.org/species/mancuc>), por lo cual el reporte aquí de un individuo en un sistema agrícola hace una contribución notable al rango de la especie.

Coccyzus americanus. Esta especie anida en Norteamérica y partes de Caribe, y migra anualmente hasta su hábitat no-reproductivo en Sudamérica, así que su presencia en Nicaragua sería de paso entre las dos estaciones (Hughes 2020b). Hay poca información sobre su presencia en Nicaragua, y solo tres reportes existen en los departamentos Madriz y Nueva Segovia, así que los dos individuos reportados en un sistema agrícola en el presente estudio proveen una contribución significativa a la distribución de la especie (<https://ebird.org/species/yebcuc>).

Mycteria americana. Esta ave playera consume invertebrados mientras vadea en lodo y agua somera. Anida en colonias (Coulter et al. 2020). En Nicaragua, los nidos son documentados en marzo. Solamente ocho reportes de la especie existen en los departamentos Madriz y Nueva Segovia, por lo que el reporte en un agro-ecosistema en el presente estudio hace una contribución importante a su presencia en el área (<https://ebird.org/species/woosto>).

Tyto alba. Aunque el rango natural de esta especie depredadora nocturna abarca a la mayoría de los continentes terrestres y es asociada con fincas y varios tipos de construcciones como torres y granjas, puede ser subreportada. La forma encontrada en Nicaragua probablemente es la subespecie *T. alba guatemalae*, cuyo rango se extiende desde el sur de México hasta Panamá y posiblemente Colombia (Marti et al. 2020). Es ampliamente reportada en Nicaragua, sin embargo, los nueve registros en agro-ecosistemas en el presente estudio son los primeros en la región de Madriz y Nueva Segovia en Nicaragua (<https://ebird.org/species/brnowl>).

Circus hudsonius. Esta especie cazadora anida en Canadá y Estados Unidos, y su rango de la temporada no-reproductiva se extiende desde una parte de Canadá hasta Panamá. Ocupa descampados donde vuela lentamente cerca del suelo, buscando pequeños animales (Smith et al. 2020). Es reportada apenas cuatro veces en los departamentos Madriz y Nueva Segovia, por estos dos reportes en un sistema agrícola son contribuciones importantes a la distribución de la especie durante su estadía en su rango sureño (<https://ebird.org/species/norhar2>).

Eupsittula canicularis. Este perico frugívoro es residente del bosque trópico seco en la región del Pacífico desde México hasta el noroeste de Costa Rica. A la conclusión del período reproductivo para esta especie, entre enero y mayo, parvadas de la especie pueden migrar a altitudes mayores. Se anida en comejeneros y en cavidades en árboles. La especie

es clasificada como Vulnerable en la Lista Roja de la IUCN, debiéndose principalmente a tráfico de la especie como mascota (Collar et al. 2020). Nuestras observaciones de 24 individuos entre los tres agro-ecosistemas corresponden a los frecuentes reportes de la especie en los departamentos Madriz y Nueva Segovia (<https://ebird.org/species/orfpar>).

Procnias tricurunculatus. Esta especie ocupa zonas de altura entre Honduras y Panamá. Hace migraciones altitudinales en coordinación con la disponibilidad de un número pequeño de especies de frutas en la copa de los bosques. Se supone que anide en las zonas más altas de Nicaragua; sin embargo, casi nada se conoce sobre su biología reproductiva. Se encuentra en la clasificación Vulnerable en la Lista Roja de la IUCN por su declive poblacional que puede ser relacionada con la pérdida de árboles frutales en su rango no-reproductivo, resultando de despalle de árboles especialmente de la familia Lauraceae (Brant et al. 2020). Los dos reportes en un bosque en el presente estudio hacen una importante contribución a nuestro conocimiento de la especie, con solamente diez registros hasta el presente en los departamentos Madriz y Nueva Segovia (<https://ebird.org/species/thwbel>).

Empidonax virescens. En su rango reproductivo, esta especie tiende a ocupar niveles bajos en parches de bosque cerrado, donde se alimenta de insectos y algunas frutas, pero hay poca información sobre su comportamiento en el rango no reproductivo (Allen et al. 2020). El reporte aquí en un sistema agrícola hace una contribución importante a sus registros, dado que ha sido reportado a penas cuatro veces en los departamentos Madriz y Nueva Segovia (<https://ebird.org/species/acafly>).

Empidonax traillii/alnorum. Estas dos especies insectívoras anidan en Estados Unidos y Canadá y migran a Centroamérica y el Caribe. Son muy parecidas, así que es típico reportarlas como un taxon, ya que no es fácil distinguir las a simple vista en su rango no-reproductivo. Una subespecie, *E. traillii extimus*, es designada “endangered” en la lista federal de Estados Unidos (Sedgwick 2020; Lowther 2020). Este grupo es escasamente reportado en los departamentos Madriz y Nueva Segovia, por lo cual, los dos registros encontrados en un sistema agrícola en el presente estudio son significativos (<https://ebird.org/species/aldfly>; <https://ebird.org/species/wilfly>).

Myiarchus nuttingi. La subespecie *M. nuttingi flavidior* es residente en la region del Pacífico entre el sur de México y Nicaragua. Sin muy acuciosa observación visual, la especie es distinguida de otras especies similares en el género por sus vocalizaciones. Se alimenta de insectos y frutas en hábitats del trópico seco en bosques primarios y secundarios y bordes con áreas abiertas (Joseph 2020). Los dos reportes de la especie en un sistema agrícola hacen una contribución significativa de su registro en el área, ya que un solo reporte de la especie existe en los departamentos Madriz y Nueva Segovia (<https://ebird.org/species/nutfly>).

Myiodynastes maculatus. Esta especie insectívora ocupa niveles más altos del bosque. Dos subespecies, *M. maculatus insolens*, cuyo rango reproductivo extiende desde México posiblemente hasta Nicaragua y migra hasta su rango no-reproductivo entre Nicaragua y Sudamérica, y *M. maculatus difficilis*, conocida como residente entre el noroeste de Costa Rica y Panamá. Muy poco se conoce sobre su ecología en Centroamérica (Kirwan et al. 2022). No es documentada en los departamentos Madriz y Nueva Segovia. Nuestras observaciones de la especie en un agro-ecosistema hacen los primeros dos registros de la especie en el área (<https://ebird.org/species/strfly1>).

Tachycineta bicolor. Esta golondrina, consume insectos en vuelo, es monotípica. Anida en Norteamérica y su temporada no-reproductiva abarca al sur de Estados Unidos hasta Panamá (Winkler et al. 2020). Un solo reporte de la especie existe en los departamentos Madriz y Nueva Segovia, por lo cual los trece individuos documentados en los agro-ecosistemas en el presente estudio son contribuciones significativas a nuestro conocimiento de la especie (<https://ebird.org/species/treswa>).

Sturnella magna. Esta especie es ampliamente conocida en su rango en Norteamérica como habitante de campos agrícolas y praderas. Las dos subespecies consideradas como habitantes de tierras nicaragüenses son *S. magna alticola*, residente desde Chiapas hasta Costa Rica, y *S. magna inexpectata*, habitante de pinares del Caribe en Honduras y Nicaragua. En Norteamérica, anida entre marzo y agosto, en nidos puestos en el suelo en áreas de pastos y en Centroamérica no se conoce su biología reproductiva.

Las poblaciones norteamericanas se han disminuido marcadamente, por lo que la especie es considerada como Casi Amenazada en la Lista Roja de la IUCN y la información sobre las poblaciones centroamericanas es escasa (Jaster et al. 2022). Se registró esta especie en los dos bosques naturales y también en un agro-ecosistema en el presente estudio, donde es conocida en los departamentos de Madriz y Nueva Segovia con un total de 22 reportes (<https://ebird.org/species/easmea>).

Agelaius phoeniceus. Sobre mucho de su rango desde Canadá hasta Panamá, esta especie puede ser abundante. Sin embargo, no hay reportes de esta especie en Madriz y Nueva Segovia (<https://ebird.org/species/rewbla>), queda claro la importancia de los cuatro individuos reportados en un agro-ecosistema y cuatro individuos en el bosque ripario, como una ampliación de rango. La especie es insectívora, asociada con humedales y con una variedad de sistemas agrícolas, y parece que su rango en campos agrícolas vaya en aumento.

Sus nidos en forma de tasa típicamente se encuentran en vegetación acuática emergente, pero también se encuentran en zonas agrícolas dentro de vegetación húmeda, comenzando con las lluvias en junio en Costa Rica, y probablemente también en Nicaragua. Aparentemente hay dos subespecies encontradas en Nicaragua, no es claro cuál de las dos se encuentra en la zona de estudio (Yasukawa and Searcy 2020).

Parkesia motacilla. Esta especie insectívora es asociada con las riberas de agua superficial, y forragea insectos. Su preferencia es agua lútica, dentro de bosques o con amplia cobertura. Anida en Norteamérica, y habita desde México y el Caribe hasta Colombia en la temporada no-reproductiva. Es monotípica (Mattsson et al. 2020).

Solamente seis individuos han sido documentados en los departamentos Madriz y Nueva Segovia, por lo que los dos registros en un agro-ecosistema en el presente estudio contribuyen significativamente a nuestro conocimiento de la distribución de la especie (<https://ebird.org/species/louwat>).

Vermivora cyanoptera. Migra entre su rango reproductivo en Estados Unidos y Canadá, y el no-reproductivo en el Caribe y Centroamérica. Es monotípico. En su rango no-reproductivo, ocupa bosques secundarios y bordes de bosques maduros, también bosques de galería, en niveles medio y bajo de los árboles, cazando insectos muchas veces en parvadas con otras especies (Gill et al. 2020). Hay apenas tres reportes de esta especie en los departamentos Madriz y Nueva Segovia, por lo que los dos reportes en un agro-ecosistema en el presente estudio son importantes adiciones a su conocimiento en la región (<https://ebird.org/species/buwwar>).

Amaurospiza concolor. Se registraron cuatro individuos de esta especie granívora en agro-ecosistemas en el presente estudio. Es escasamente documentada en Nicaragua, y totalmente sin registro en los departamentos Madriz y Nueva Segovia, haciendo estos reportes una contribución importante al conocimiento de la especie en la región (<https://ebird.org/species/blusee1>). Las aves de esta especie son conocidas por movimientos nómadas ligados a afloramiento de bambú. La anidación en esta especie es poco documentada, se infiere suceder entre mayo y septiembre, y una sola documentación de nido. No existe información alguna sobre aspectos genéticos o la historia natural de la especie en Nicaragua (García et al. 2023).

Passerina ciris. Es una especie semillera que anida en el sur de Estados Unidos y el norte de México, y su rango no-reproductivo se extiende desde el sur de Florida hasta Panamá. Sus poblaciones se encuentran en disminución, y es una especie de categoría de prioridad en México, donde es una especie ocupada como mascota. Siendo ave semillera, se espera en pastos, bordes de bosques, y vegetación arbustiva (Lowther et al. 2020).

Los ocho individuos documentados en un agro-ecosistema en el presente estudio hacen una importante contribución al rango no-reproductivo de esta especie, con solo diez reportes hasta el momento en los departamentos Madriz y Nueva Segovia (<https://ebird.org/species/paibun>).

Sporophila schistacea. La especie, con rango discontinuo sobre partes de Centroamérica y Sudamérica, es granívora. Las subespecies *S. schistacea schistacea* y *S. schistacea concolor* son probables de encontrar en Nicaragua. No hay información sobre la anidación de la especie en poblaciones al norte de Panamá. Probablemente hace movimientos irruptivos en seguimiento a los afloramientos irregulares de varias especies de bambú (Rising & Jaramillo 2020). Las tres observaciones de esta especie en un agro-ecosistema constituyen una importante contribución a nuestro conocimiento de la especie, ya que no hubo reportes anteriores en los departamentos Madriz y Nueva Segovia (<https://ebird.org/species/slcsee1>).

CONCLUSIONES

Se evidencia que los tres agro-ecosistemas con cosecha de agua superaron a los hábitats de bosque de roble y bosque ripario en abundancia, riqueza de especies, e índice de diversidad de taxon. Los tres agro-ecosistemas tuvieron composiciones de especies más similares entre sí, en relación a los dos sistemas menos antropizados. Estas distinciones entre los sistemas más antropizados y los menos antropizados fueron reflejadas también en distinciones de gremios alimenticios en cada sistema.

Las especies de aves que se observaron incluyen numerosas observaciones novedosas, por ser de especies muy poco representadas en observaciones históricas en los departamentos Madriz y Nueva Segovia, donde se ubican los sitios del presente estudio. Tres especies reconocidas en la Lista Roja de IUCN como especies en riesgo fueron documentadas: *E. canicularis*, *P. tricuncularis* y *S. magna*.

Se recomienda reconocer a los agro-ecosistemas como sitios de sustento de diversas especies de aves, en combinación con los objetivos de producción agropecuaria. El presente estudio demuestra la importancia de mayor investigación de las aves en los sitios del presente estudio, ya que son documentadas varias especies de escasa información o especies en riesgo.

El galopante deterioro de los recursos naturales a causa de las actividades antropogénicas, es una preocupación a nivel mundial como factor limitante del desarrollo sostenible. En este contexto, en las políticas de desarrollo en muchos países del mundo se han considerado estrategias de producción compatibles con la conservación del medio. Así, los sistemas agroforestales se han convertido en una alternativa de producción agropecuaria viable, principalmente en el corredor seco nicaragüense. También, contribuyen a mitigar los procesos de degradación ecológica y la resiliencia de los agroecosistemas ante los efectos adversos del cambio climático.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arcos, I. T. Jiménez, F. Harvey, C. A. y Cassanoves, F. (2008). Riqueza y abundancia de aves en bosques ribereños de diferentes anchos en la microcuenca del río Sesesmiles, Copán, Honduras. *Revista de Biología Tropical*, 56, 355–369.
- Arendt, W. J. Tórrez, M. y Vílchez, S. (2012). Diversidad de aves en agropaisajes en la región norte de Nicaragua. *Ornitología Neotropical*, 23, 113–131. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/ja_iitf_2012_Arendt001.pdf](https://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/ja_iitf_2012_Arendt001.pdf)
- Alonzo, A., Finegan, B., Brenes, C., Gunter, S. y Palmeque, X. (2017). Evaluación de la conectividad estructural y funcional en el corredor de conservación Podocarpus-Yacuambi, Ecuador. *Ecología*, 39(1), 140-156. doi: <https://dx.doi.org/10.15446/calculasia.v39n1.64324>
- Allen, M. C., M. M. Napoli, J. Sheehan, T. L. Master, P. Pyle, D. R. Whitehead, and T. Taylor (2020). Acadian Flycatcher (*Empidonax virescens*), version 1.0. In *Birds of the World* (P. G. Rodewald, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.acafly.01>
- Bibby, C.J., Burgess, N.D., Hill D.A. and Mustoe, S. (1992). *Bird Census Techniques*. <https://www.elsevier.com/books/bird-census-techniques/bibby/978-0-12-095831-3>
- Baptista, L. F., P. W. Trail, H. M. Horblit, G. M. Kirwan, and P. F. D. Boesman (2020). Plain-breasted Ground Dove (*Columbina minuta*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.pbgdov.1.01>
- Brant, A. S., M. R. Emberling, C. E. Scott, and M. T. Davie (2020). Three-wattled Bellbird (*Procnias tricarunculatus*), version 1.0. In *Birds of the World* (S. M. Billerman, B. K. Keeney, P. G. Rodewald, and T. S. Schulenberg, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.thwbel.01>
- Bellard, C., Marino, C., & Courchamp, F. (2022). Ranking threats to biodiversity and why it doesn't matter. *Nature Communications*, 13(1), 1-4. doi: 10.1038/s41467-022-30339-y
- CATIE. (2022). Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático a través de la Cosecha de Agua en Nicaragua [Presentación de PowerPoint]. <https://cosechadeagua.org/#:~:text=El%20Proyecto%20%E2%80%9CAadaptaci%C3%B3n%20de%20la,y%20nutricional%2C%20asegurando%20adem%C3%A1s%20una>
- Coulter, M. C., J. A. Rodgers Jr., J. C. Ogden, and F. C. Depkin (2020). Wood Stork (*Mycteria americana*), version 1.0. In *Birds of the World* (A. F. Poole and F. B. Gill, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.woosto.01>
- Dummett, C., & Blundell, A. (2021). *Illicit harvest, Complicit goods: The state illegal deforestation for agriculture*. D.C, EE.UU, Washington. https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2021/05/Illicit-Harvest-Complicit-Goods_rev.pdf
- FAO y PNUMA. (2020). *El estado de los bosques del mundo. Los bosques, la biodiversidad y las personas*. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>

- García, N. C., M. F. Ramos-Ordoñez, C. I. Rodríguez-Flores, C. A. Soberanes-González, M. d. C. Arizmendi, and P. F. D. Boesman (2023). Blue Seedeater (*Amaurospiza concolor*), version 1.1. In *Birds of the World* (F. Medrano, S. M. Billerman, and T. S. Schulenberg, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.blusee1.01.1>
- Geist, H. J. & Lambin, E. F. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation: Tropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations. *BioScience*, 52 (2), 143–150. doi:10.1641/0006-3568%282002%29052%5b0143:pcaudf%5d2.0.co;2
- Gill, F. B., R. A. Canterbury, and J. L. Confer (2020). Blue-winged Warbler (*Vermivora cyanoptera*), version 1.0. In *Birds of the World* (A. F. Poole and F. B. Gill, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.buwwar.01>
- Garrido, O. H., Kirkconnell, A., Román, F. y Fitzpatrick, J. W. (2011). *Aves de Cuba*. <https://www.amazon.es/Aves-Cuba-Field-Spanish-Language-Naturaleza/dp/0801476917>
- González Alonso, H., Rodríguez Schettino, L., Rodríguez, A., Mancina, C.A. y Ramos García, I. (2012). *Libro rojo de los vertebrados de Cuba*. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/RD-729.1-002.pdf>
- Gill, F., & Donsker, D. (2018). *IOC world bird list*. doi: <https://doi.org/10.14344/ioc>.
- Halffter, G. (1994). ¿Qué es la biodiversidad? *Hist. Nat.*(62), 5-14. <https://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000120/00000009.pdf>
- Holl, K. D. (2013). Restaurando bosques tropicales. *Nature Education Knowledge*, 4(4). <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/restoring-tropical-forest-97756726/>
- Hutto, R.L., Pletschet, S.M., & Hendricks, P. (1986). A Fixed-Radius Point Count Method for Nonbreeding and Breeding-Season Use. *The Auk*, 103, 593-602. doi:10.1093/auk/103.3.593
- Hanane, S., Cherkaoui, S. I., Magri, N., & Yassin, M. (2019). Bird species richness in artificial plantations and natural forests in a North African agroforestry system: assessment and implications. *Agroforestry Systems*, 93(5), 1755-1764. doi: 10.1007/s10457-018-0281-z
- Hawa, A., Azhar, B., Top, M. M. and Zubaidk, A. (2016). Depauperate avifauna in tropical peat swamp forests following logging and conversion to oil palm agriculture: Evidence from mist-netting data. *Wetlands* 36(5), 899-908. <http://dx.doi.org/10.1007%2Fs13157-016-0802-3>
- Hughes, J. M. (2020a). Mangrove Cuckoo (*Coccyzus minor*), version 1.0. In *Birds of the World* (S. M. Billerman, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.mancuc.01>
- Hughes, J. M. (2020b). Yellow-billed Cuckoo (*Coccyzus americanus*), version 1.0. In *Birds of the World* (P. G. Rodewald, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.yebcuc.01>
- James, J. D. and J. E. Thompson (2020). Black-bellied Whistling-Duck (*Dendrocygna autumnalis*), version 1.0. In *Birds of the World* (A. F. Poole and F. B. Gill, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.bbwduc.01>
- Jaster, L. A., W. E. Jensen, W. E. Lanyon, and S. G. Mlodinow (2022). Eastern Meadowlark (*Sturnella magna*), version 1.1. In *Birds of the World* (P. Pyle and N. D. Sly, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.easmea.01.1>
- Kirwan, G. M., S. S. Shah, and K. Barbosa (2022). Streaked Flycatcher (*Myiodynastes maculatus*), version 2.0. In *Birds of the World* (T. S. Schulenberg and B. K. Keeney, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.strfly1.02>

- López-Pomares, A., López-Iborra, G. M., & Martín-Cantarino, C. (2015). Irrigation canals in a semi-arid agricultural landscape surrounded by wetlands: Their role as a habitat for birds during the breeding season. *Journal of Arid Environments*, 118, 28-36. doi: 10.1016/j.jaridenv.2015.02.021
- Lowther, P. E. (2020). Alder Flycatcher (*Empidonax alnorum*), version 1.0. In *Birds of the World* (A. F. Poole and F. B. Gill, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.aldfly.01>
- Lowther, P. E., S. M. Lanyon, C. W. Thompson, and T. S. Schulenberg (2020). Painted Bunting (*Passerina ciris*), version 1.0. In *Birds of the World* (S. M. Billerman, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.paibun.01>
- Lang, I., Gormley, L. H., Harvey, C. A., & Sinclair, F. L. (2003). Composición de la comunidad de aves en cercas vivas de Río Frío, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 10(39-40), 86-92. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5926>
- Marti, C. D., A. F. Poole, L. R. Bevier, M.D. Bruce, D. A. Christie, G. M. Kirwan, and J. S. Marks (2020). Barn Owl (*Tyto alba*), version 1.0. In *Birds of the World* (S. M. Billerman, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.brnowl.01>
- Martinez-Sanchez, J. C., Chavarría-Durieux, L., Muñoz, F. J. (2014). *A Guide to the Birds of Nicaragua*. Westarp & Partner Digitaldruck.
- Mattsson, B. J., T. L. Master, R. S. Mulvihill, and W. D. Robinson (2020). Louisiana Waterthrush (*Parkesia motacilla*), version 1.0. In *Birds of the World* (A. F. Poole, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.louwat.01>
- Mora, C., Tittensor, D. P., Adl, S., Simpson, A. G. & Worm, B. (2011). How many species are there on Earth and in the ocean?. *PLoS biology*, 9(8), e1001127. doi: 10.1371/journal.pbio.1001127
- Pérez A. M., Sotelo M., Ramírez F., Ramírez I., López A., Siria I. (2006). Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguás y Río Blanco (Matagalpa, Nicaragua). *Ecosistemas*, 15(3), 125-140 http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=429&Id_Categoria=2&tipo=portada
- Rising, J. D. and A. Jaramillo (2020). Slate-colored Seedeater (*Sporophila schistacea*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.slscsee1.01>
- Sedgwick, J. A. (2020). Willow Flycatcher (*Empidonax traillii*), version 1.0. In *Birds of the World* (A. F. Poole and F. B. Gill, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.wilfly.01>
- Smith, K. G., S. R. Wittenberg, R. B. Macwhirter, and K. L. Bildstein (2020). Northern Harrier (*Circus hudsonius*), version 1.0. In *Birds of the World* (P. G. Rodewald, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.norhar2.01>
- Solomon, E. P., Berg, L. R., & Martin, D. W. (2008). *Biología* (Octava edición ed.). Distrito Federal, México, México: McGraw-Hill Interamericana.
- Sarabia, Á. A. (1995). *La teoría general de sistemas*. Madrid: Isdefe. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38686602/ing_juan_1-libre.pdf?1441597598=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGeneral_de_Brigada_Ingeniero_del_Ejercit.pdf&Expires=1718038651&Signature=IUSsz8AFJQH4hQqLZmm6SbJnZTDqh43Yvt5hXYhAZ-Q5F0EQN0i
- Stiles, F. G. and Skutch, F. A. (1998). *Guía de Aves de Costa Rica*. <https://www.worldcat.org/title/guia-de-aves-de-costa-rica/oclc/47935115?referer=di&ht=edition>
- Tanner, E. P., Elmore, R. D., Davis, C. A., & Fuhlendorf, S. D. (2017). Wintering bird responses to the presence of artificial surface water in a semi-arid rangeland. *Wildlife Biology*, 2017(1), 1-10. doi: 10.2981/wlb.00315

- Verner, J. (1985). Assessment of counting techniques. *Current Ornithology* 2:247–302. doi:10.1007/978-1-4613-2385-3_8
- Villegas, M. y Garitano, A. (2008). Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 43(2), 146-153. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:MmlhxT9r7jsJ:https://ecologiaenbolivia.com/documents/Villegas432.pdf&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ni>
- Van der Zee Arias, A., Van der Zee, J., Meyrat, A., Poveda, C., Picado, L. (2012). Estudio de caracterización del “corredor seco” centroamericano (comprende los países CA4). https://issuu.com/crgcentroamerica/docs/acf_fao_2012_tomo_ii-_anexos
- Winkler, D. W., K. K. Hallinger, D. R. Ardia, R. J. Robertson, B. J. Stutchbury, and R. R. Cohen (2020). Tree Swallow (*Tachycineta bicolor*), version 1.0. In *Birds of the World* (A. F. Poole, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.treswa.01>
- Wunderle, J.M., Jr. (1985). An ecological comparison of the avifauna of Grenada and Tobago, West Indies. *The Wilson Bulletin*, 97:356–365.
- Yasukawa, K. and W. A. Searcy (2020). Red-winged Blackbird (*Agelaius phoeniceus*), version 1.0. In *Birds of the World* (P. G. Rodewald, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.rewbla.01>
- Zolotoff-Pallais, J. M. (2011). Predicción de colisiones de aves contra torres eólicas en Rivas, Nicaragua, antes de su construcción [Tesis de máster, Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua]. E-Archivo. <http://ribuni.uni.edu.ni/id/eprint/2896>