



INFLUENCIA DE LAS ÁREAS GANADERAS SOBRE LAS COMUNIDADES DE AVES EN EL NORTE DE VERACRUZ, MÉXICO †

[INFLUENCE OF LIVESTOCK AREAS ON BIRD COMMUNITIES IN NORTHERN VERACRUZ, MEXICO]

Juan Cipriano-Anastasio^{1*}, Carlos Saenz-Lorenzo¹,
Ulises de Jesús Balderas-Mancilla² and Jimmy Argüelles-Jiménez^{3, 4}

¹ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Huejutla, Carr. Huejutla-Chalahuiyapa km 5.5, CP. 43000, Huejutla, Hidalgo, México. Email:

bio.jca@gmail.com*, carlos04051@outlook.es

² Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Altamira, Carretera Tampico-Mante km. 24.5, C.P. 89602, Altamira, Tamps. México. Email:

biol.ulises.20690@gmail.com

³ Instituto Tecnológico de Boca del Río, Tecnológico Nacional de México, Carr. Veracruz-Córdoba km 12, CP. 94290, Boca del Río, Veracruz, México. Email:

cayix24@gmail.com

⁴ Escuela de Biología Marina, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Av. Miguel Ángel de Quevedo S/N esquina Yáñez, Veracruz, México.

*Corresponding author

SUMMARY

Background. Livestock activities generate changes in ecosystems that impact bird communities, which fulfill diverse ecological functions such as pollination, fruit and seed dispersal, and biological control of insects and/or pests. **Objective.** To characterize the community of birds in a livestock landscape in northern Veracruz. **Methodology.** From 2020 to 2021, 144 visits were made to live fences (CV; n = 3) and cattle pastures (PA; n = 3), where the fixed-radius point count technique was used to identify and count the birds present. **Results.** A total of 6,450 individuals and 107 species were recorded. In general, de CV were more diverse than de Aps, which were more dominant. The importance value index reflects that in the VCs the importance of the species is similar, while in the PAs certain species stand out, however, at the level of trophic guilds, insectivorous birds dominate. Through a canonical correspondence analysis, three community assemblages were distinguished: one station in the VCs, one station in the APs and the rest of the stations. **Implications.** The work suggests further studies that will allow us to know why birds are using these man-made livestock systems. **Conclusion.** The live fences obtained greater diversity, so it is necessary to integrate more trees within the pastures to increase the ecological functions, such as the control of insects through insectivorous birds. **Key words:** Composition; live fences; trophic guilds; grassland with trees; richness and diversity.

RESUMEN

Antecedentes. Las actividades ganaderas generan cambios en los ecosistemas que generan impactos sobre las comunidades aves, mismas que cumplen diversas funciones ecológicas como la polinización, la dispersión de frutos y semillas, control biológico de insectos y/o plagas. **Objetivo.** Caracterizar las comunidades de aves en un paisaje ganadero en el norte de Veracruz. **Metodología.** Del 2020 al 2021 se realizaron 144 visitas a cercas vivas (CV; n = 3) y pastizales ganaderos (PA; n = 3), donde se utilizó la técnica de conteo por puntos de radio fijo para la identificación y conteo de las aves presentes. **Resultados.** Se registraron 6,450 individuos y 107 especies. En general las CV fueron más diversas que los PA el cual presentaron mayor dominancia. El índice del valor de importancia refleja que en las CV la importancia de las especies es similar, mientras que en los PA ciertas especies destacan, no obstante, a nivel de gremios tróficos, las aves insectívoras dominan. A través de un análisis de correspondencia canónico se distinguieron tres ensambles comunitarios distribuidos en: una estación de las CV, una estación del PA y el resto de las estaciones. **Implicaciones.** El trabajo sugiere realizar más estudios que nos permitan conocer por qué las aves están utilizando estos sistemas ganaderos creados por el hombre. **Conclusión.** Las cercas vivas obtuvieron mayor diversidad, por lo

† Submitted August 8, 2024 – Accepted December 9, 2024. <http://doi.org/10.56369/tsaes.5788>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = Juan Cipriano-Anastasio: <http://orcid.org/0000-0001-7740-6453>; Ulises de Jesús Balderas-Mancilla: <https://orcid.org/0000-0002-7821-782X>; Jimmy Argüelles-Jiménez: <https://orcid.org/0000-0002-1968-2692>

que es necesario integrar más árboles dentro de los pastizales para incrementar las funciones ecológicas, como sucede con el control de insectos a través de las aves insectívoras.

Palabras clave: Composición; cercas vivas; gremios tróficos; pastizal con árboles; riqueza y diversidad.

INTRODUCCIÓN

México posee una notable megadiversidad, que lo coloca en el tercer sitio a nivel mundial; las razones que le confieren su estatus megadiverso se debe a que allí confluyen dos regiones biogeográficas, su gran heterogeneidad fisiográfica, climática y ecológica (Medina-García, 2016). Desafortunadamente, las actividades humanas generan cambios que afectan de manera directa a las comunidades silvestres y su funcionamiento ecológico de los ecosistemas. El cambio de uso de suelo tiende a generar cambios estructurales alterando los bienes y servicios ecosistémicos, así como la extensión de los hábitats donde se distribuyen e interactúan las especies silvestres (Wiens y Moss, 2005; Bennett *et al.*, 2006). Una de las consecuencias más notables que genera el hombre a través del cambio del uso de suelo, son las actividades agrícolas o pecuarias, conformados por cultivos (e.g. maíz, frijol y tabaco) así como por la introducción de pastizales para alimentar el ganado (Thrupp, 2000; Harvey *et al.*, 2006), lo cual trae como consecuencia el reemplazo de las coberturas vegetales nativas (Kaine y Wright, 2024).

Las transformaciones del paisaje natural han tenido impactos negativos sobre las comunidades biológicas, especialmente de las aves, quienes cumplen diversas funciones ecológicas como la polinización, la dispersión de frutos y semillas, el control biológico de insectos y/o plagas, así como el control de otras especies de aves y mamíferos pequeños a través de la depredación (Sekercioglu *et al.*, 2016). Algunos estudios han reportado que a través de los disturbios generados por la deforestación se ha disminuido la abundancia y riqueza de aves dependientes de ecosistemas como los bosques (Sekercioglu, 2002; Cárdenas *et al.*, 2003). De esta manera, las alteraciones al medio natural traen como consecuencia una reducción en su riqueza, abundancia, diversidad y por ende la funcionalidad ecosistémica (Tschantke *et al.*, 2008).

Dentro de los cambios de uso de suelo, una de las principales causas que genera la pérdida de biodiversidad en zonas tropicales son las actividades ganaderas, por lo que se han considerado que estos sistemas ganaderos tienden a presentar menor riqueza de especies que los ecosistemas naturales (Phillips *et al.*, 2017); a pesar de ello, se ha documentado que los sistemas ganaderos pueden proporcionar servicios importantes para las aves silvestres (Peña *et al.*, 2023; Gibbs *et al.*, 2010). De esta manera, a través de los parches de vegetación dentro del paisaje ganadero las

aves pueden desplazarse y encontrar sitios de refugio, descanso, alimentación y anidación (Sáenz *et al.*, 2013; Vilchez-Mendoza *et al.*, 2007; Cipriano-Anastasio *et al.*, 2017). Estos sistemas ganaderos se encuentran conformados por cercas vivas, árboles dispersos, parches de vegetación y el propio pastizal nativo o introducido, por lo que se ha visto que en conjunto realizan importantes aportes a la conservación de las aves residentes y migratorias, proporcionando servicios ecosistémicos directos e indirectos (Cárdenas *et al.*, 2003).

Para el estado de Veracruz se han realizado algunos estudios que tratan sobre la importancia de estos ambientes antrópicos para las aves, uno de ellos es el de Bojorges-Baños y López-Mata (2005) quienes analizaron la diversidad de aves en una selva mediana subperennifolia donde el ambiente de pastizal obtuvo mayor diversidad, en este mismo contexto Fuentes-Moreno *et al.* (2020). realizaron un estudio en campos agrícolas donde la riqueza de aves fue significativamente mayor que en jardines. Un trabajo reciente es el de Serna-Lagunes *et al.* (2023) donde determinaron la diversidad de aves en fragmentos de bosque de montaña y vegetación secundaria siendo este último menos diverso. A pesar de los esfuerzos de investigación actuales enfocados a las aves en los sistemas ganaderos, el conocimiento es aún incipiente especialmente en el norte de Veracruz, México, donde se desconocen muchos aspectos, como los enfocados en el papel que juegan los componentes de los sistemas ganaderos en el mantenimiento de la diversidad avifaunística y sus ensamblajes comunitarios. De esta manera el presente estudio que aporta el conocimiento sobre las variaciones en las comunidades de aves (riqueza, abundancia y estructura trófica) así como su estatus de residencia/migración, estado vulnerabilidad (categoría de riesgo) en dos componentes de un paisaje ganadero (cercas vivas y pastizales con árboles) en una localidad del norte de Veracruz, México.

MATERIAL Y MÉTODOS

El sitio de estudio es la localidad de Tecalantla, está ubicada en el municipio de Platón Sánchez, al norte del estado de Veracruz, México (Fig. 1), entre los paralelos 21°17'39.8" N y 98°26'55.49" O. Pertenece a la llanura costera del golfo de México que presenta una altitud que va de 20 a 150 m s. n. m. Su temperatura anual varía entre 22°C a 26°C, con una precipitación de 1200 a 1500 mm. La cobertura vegetal está ligada con las actividades humanas, y dado que la actividad predominante para este municipio es la ganadería, predomina el pastizal inducido (63.2%) y la agricultura

(27.6%), mientras que los remanentes de vegetación conservada representan un 7.4 % del territorio total (INEGI, 2018).

El área estudiada consta de un perímetro de 9.25 km y un área de 416 hectáreas, a una altura entre los 50 a 70 m.s.n.m. Así mismo cuenta con cercas vivas en el cual son plantaciones arbóreas lineales (transectos forestales) de manera intencional, ya que divide áreas de pastizales granaderos y cultivos de maíz. Las principales especies arbóreas que componen las cercas vivas son la chaca (*Bursera simaruba*), palo de sol (*Gliricidia sepium*), palo de rosa (*Tabebuia rosea*) cedro (*Cedrela odorata*), orejón (*Enterolobium cyclocarpum*), guazima (*Guazuma ulmifolia*), Guayaba (*Psidium guajava*), humo (*Pithecellobium dulce*), uash (*Leucaena leucocephala*), quebrache (*Diphyssa americana*), capulín (*Muntingia calabura*) y pemuche (*Erythrina americana*). De la misma forma, dentro de las tres estaciones del pastizal con árboles existen pastos introducidos como el zacate Taiwán (*Pennisetum* sp.), zacate estrella (*Cynodon* sp.) y zacate brizanta (*Brachiaria brizantha*) (Gauthier et al., 2003). También se pueden encontrar especies arbóreas en pequeños conjuntos que suelen usar los ganaderos para descansar durante sus labores o para ser usado por

el ganado para protegerse del sol; los árboles que principalmente suelen componer este hábitat son el orejón (*Enterolobium cyclocarpum*), palo de rosa (*Tabebuia rosea*), cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*). Existen también una especie arbustiva muy común de nombre cornizuelo (*Acacia cornigera*) dentro del área de pastizal (Cipriano-Anastasio et al., 2017, 2020, 2024). Cada estación (e.g. CV1) está representada aproximadamente de tres a cuatro ha. El tipo de vegetación adyacente es el bosque tropical perennifolio y vegetación riparia, algunos cultivos principales son la caña de azúcar, cítricos, cultivo de plátano, mango y otros frutales, así mismo, la agricultura y ganadería se concentra principalmente en suelos profundos de las vegas de los ríos y otros terrenos con características aluviales (INEGI, 2024). Respecto al tipo de suelo este cuenta con suelo vertisol (66.18%), leptosol (23.80%) y phaeozem (8.29%) con un uso temporal para pastos y riego. También se encuentra dentro de la región hidrológica del río Panuco. El tipo de ganadería que se practica es extensivo, de doble propósito. Las principales razas que existen son *Bos indicus* (generalmente conocidas como cebús) y *Bos taurus* sin embargo en los últimos años es factible ver este tipo de razas que son el resultado del entrecruzamiento de cebuinos y *Bos taurus* (Pérez-Chabela y Lamothe-Zavaletta, 2019).

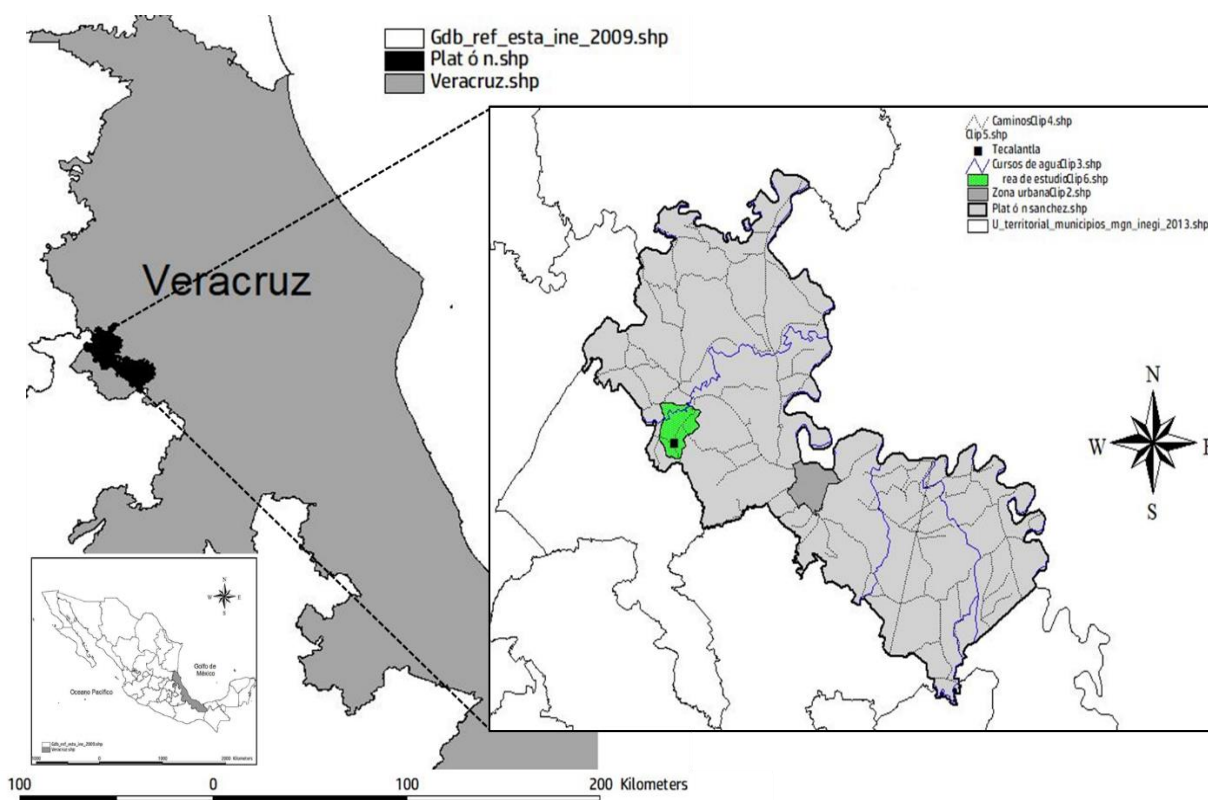


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio, en color verde se observa la delimitación el paisaje ganadero al norte del estado de Veracruz, México.

Registro de especies

Se realizaron recorridos para muestreo de aves en seis estaciones consistentes en tres cercas vivas (CV1, CV2 y CV3) y tres pastizales ganaderos con árboles (PA1, PA2 y PA3), durante noviembre de 2019 a octubre de 2020. Cada cerca viva y pastizal con árboles fue visitado dos veces al mes, cubriendo un total de 144 visitas. El horario para la observación de las aves fue de entre 7:00-11:00 hrs, lapso de tiempo en donde existe mayor actividad para las aves (Argüelles-Jiménez *et al.*, 2019). En cada recorrido se utilizó la técnica de conteo por puntos (Ralph *et al.*, 1996), donde se establecieron 10 puntos de conteo por estación (e.g. cerca viva uno: CV1) con una separación de 200 m y con un radio de 25 m; de esta manera, se realizaron un total 60 puntos por todas las estaciones. El registro de los individuos se realizó de manera directa y auditiva. Para las observaciones se utilizaron binoculares 8x42, una cámara fotográfica Cannon Eos Rebel T5 con un objetivo 75-300 mm. Para la determinación taxonómica de las aves se utilizaron guías de campo para la identificación de aves mexicanas y de Norteamérica (Howell y Webb, 1995; Kaufman, 2005; Clark, 2013). La nomenclatura se basó en el listado actualizado AOS (Chesser *et al.*, 2023). Para la lista actualizada, las categorías de residencia de las especies se utilizaron los criterios de Howell y Webb (1995) y de Kaufman (2005) (R= Residente, MI= Migratoria de invierno, MV= migratoria de verano, T= Transitoria). Por otro lado, la categoría de riesgo de cada especie se estableció con base en la Norma Oficial Mexicana, Nom-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2024). La asignación del grupo trófico a las especies de aves se basó en los trabajos de Altmann (1974) y Altman y Altman (2003). De esta manera los grupos tróficos fueron definidos como: insectívoros, granívoros, omnívoros, nectarívoros, frugívoros, carroñeros y piscívoros (Altman y Altman, 2003).

Índices de riqueza y diversidad

Para evaluar la eficiencia de los muestreos se realizó un análisis de curvas de acumulación de especies basado en los estimadores no paramétricos Chao 1 y Jackknife de primer orden (Chazdon *et al.*, 2007; Colwell and Elsensohn, 2014); estos análisis de curvas de acumulación se realizaron a través del programa EstimateS vers. 9.1 considerando 100 aleatorizaciones sin reemplazo (Walther y Moore, 2005). La riqueza de especies se basó en el número de especies obtenidos por un censo en la comunidad (Moreno, 2001). Por otro lado, la estructura de la comunidad se abordó por medio de los índices de diversidad y dominancia de Simpson (D), equidad de Shannon-Wiener (H'), y diversidad verdadera (eH'). El índice D establece la

dominancia en una comunidad, mientras que el índice de H' expresa la uniformidad en la distribución de la abundancia por cada una de las especies muestreadas, es decir la equidad de los individuos entre las especies en las comunidades (Moreno, 2001, Magurran, 2021). Los valores obtenidos del índice H' se transformaron a eH', denominado especies efectivas, se tomó en cuenta el orden $q=1$, donde el número efectivo de especies es la diversidad que tendría una comunidad donde todas las especies tienen la misma abundancia (Jost, 2007; Moreno *et al.*, 2011; Gómez-Moreno *et al.*, 2023).

Índice del Valor de Importancia (IVI) por estaciones de muestreo y gremios tróficos

El IVI es un valor relativo expresado en porcentaje. Dicho porcentaje de importancia se calculó de manera general y por estación de muestreo a partir de las matrices de frecuencia de ocurrencia y las abundancias de las especies de aves, de tal manera que como producto final se obtuvieron los valores relativos de importancia por especie. Posteriormente, las especies fueron agrupadas en grupos tróficos, los cuales fueron definidos como: insectívoros, granívoros, omnívoros, nectarívoros, frugívoros, carroñeros y piscívoros; de esta manera al sumar los valores del IVI de cada especie por grupo trófico se obtuvieron valores de importancia de cada gremio. El IVI puede ser visto como un proxy de la dominancia, debido a que este índice señala la dominancia que ejerce una o más especies en las comunidades en virtud de su número o tamaño poblacional, de esta manera adquiere valores porcentuales en una escala de 0 a 100 (Loya-Salinas y Escofet, 1990; Gatto *et al.*, 2005; Arias-González *et al.*, 2011; Hernández-Dávila *et al.*, 2020, Sáenz, 2020).

Ensamblajes comunitarios de la avifauna

Para determinar la relación de las especies de aves con las estaciones de monitoreo (e.g. CV1) del paisaje ganadero, se realizó un análisis de correspondencia canónico (ACC) parcial, donde las variables independientes fueron las estaciones y las dependientes la abundancia de las especies. Para evaluar la significancia de los primeros dos ejes canónicos se utilizó la prueba de Monte Carlo usando 999 permutaciones aleatorias; de esta manera se estableció un valor de probabilidad de 0.05 como límite para valores significativos (Ter-Braak y Smilauer, 2002).

RESULTADOS

En el paisaje ganadero de Tecalantla se registraron un total de 6,450 individuos correspondientes a 17 órdenes, 33 familias, 88 géneros y 107 especies. El orden mejor representado fue Passeriformes con 63 especies, mientras que las familias con mayor número de especies fueron Parulidae (11 spp.), Tyrannidae (10

spp.) e Icteridae (9 spp.). Del total de especies registradas 74 son residentes permanentes, 28 migratorias invernales, una migratoria de verano y tres transitorias, de esta manera, se presentan un mayor número de especies residentes permanentes (69.2 %) que migratorias (30.8 %). Respecto a la normatividad mexicana, siete especies de aves se encuentran bajo la categoría de “Protección Especial” (*Tachybaptus*

dominicus, *Mycteria americana*, *Egretta rufescens*, *Tigrisoma mexicanum*, *Geranoaetus albicaudatus*, *Campephilus guatemalensis*, *Psarocolius montezuma* y *Passerina ciris*) y una bajo la categoría en “Peligro de Extinción” (*Cairina moschata*) mientras que a nivel internacional (IUCN) dos especies se encuentran en la lista roja bajo la categoría de “Casi amenazadas” (*Egretta rufescens* y *Sturnella magna*) (Tabla 1).

Tabla 1. Lista de especies de aves registradas en las diferentes estaciones de un paisaje ganadero en el norte de Veracruz, México.

Orden/Familia	Nombre científico	Estatus residencial	Categoría NOM-059	Categoría IUCN
Anseriformes		R		LC
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>			
	<i>Cairina moschata</i>	R	P	LC
	<i>Spatula discors</i>	MI		LC
Galliformes		R		LC
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>			
Podicipediformes		R	Pr	LC
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>			
Columbiformes				
Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	R		LC
	<i>Columbina inca</i>	R		LC
	<i>Columbina talpacoti</i>	R		LC
	<i>Leptotila verreauxi</i>	R		LC
	<i>Zenaida asiatica</i>	R		LC
Cuculiformes				
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	R		LC
	<i>Piaya cayana</i>	R		LC
	<i>Coccyzus americanus</i>	T		LC
Apodiformes				
Trochilidae	<i>Colibri thalassinus</i>	R		LC
	<i>Archilochus colubris</i>	T		LC
	<i>Pampa curvipennis</i>	R		LC
	<i>Amazilia yucatanensis</i>	R		LC
Charadriiformes		MI		LC
Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>			
Ciconiiformes		MI	Pr	LC
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>			
Pelecaniformes				
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	R	Pr	LC
	<i>Ardea alba</i>	R		LC
	<i>Ardea ibis</i>	R		LC
	<i>Egretta thula</i>	R		LC
	<i>Egretta rufescens</i>	R		NT
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	R		LC
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	R		LC
	<i>Platalea ajaja</i>	R		LC
Cathartiformes				
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	R		LC
	<i>Cathartes aura</i>	R		LC
Accipitriformes				
Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	R		LC
	<i>Rupornis magnirostris</i>	R		LC
	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	R	Pr	LC
	<i>Buteo albonotatus</i>	MI		LC

Orden/Familia	Nombre científico	Estatus residencial	Categoría NOM-059	Categoría IUCN
Strigiformes				
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	R		LC
Trogoniformes				
Trogonidae	<i>Trogon elegans</i>	R		LC
Piciformes				
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	R		LC
	<i>Dryobates scalaris</i>	R		LC
	<i>Dryocopus lineatus</i>	R		LC
	<i>Campephilus guatemalensis</i>	R	Pr	LC
Falconiformes				
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	R		LC
	<i>Caracara plancus</i>	R		LC
	<i>Falco sparverius</i>	R		LC
Psittaciformes				
Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i>	R		LC
Passeriformes				
Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	R		LC
	<i>Tityra inquisitor</i>	R		LC
	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	R		LC
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	R		LC
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	R		LC
	<i>Megarynchus pitangua</i>	R		LC
	<i>Myiozetetes similis</i>	R		LC
	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	MV		LC
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	R		LC
	<i>Tyrannus couchii</i>	R		LC
	<i>Empidonax minimus</i>	MI		LC
	<i>Sayornis phoebe</i>	MI		LC
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	R		LC
Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	MI		LC
	<i>Vireo solitarius</i>	MI		LC
Corvidae	<i>Cyanocorax morio</i>	R		LC
	<i>Corvus imparatus</i>	R		LC
Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	R		LC
Paridae	<i>Baeolophus aticristatus</i>	R		LC
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	MI		LC
	<i>Campylorhynchus zonatus</i>	R		LC
	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	R		LC
Poliophtilidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	MI		LC
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	R		LC
Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	MI		LC
	<i>Mimus polyglottos</i>	R		LC
Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	R		LC
	<i>Euphonia hirundinacea</i>	R		LC
Passerellidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	R		LC
	<i>Passerculus sandwichensis</i>	MI		LC
	<i>Melospiza lincolni</i>	MI		LC
Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	R		NT
	<i>Psarocolius montezuma</i>	R	Pr	LC
	<i>Icterus spurius</i>	T		LC
	<i>Icterus cucullatus</i>	R		LC
	<i>Icterus gularis</i>	R		LC
	<i>Icterus graduacauda</i>	R		LC
	<i>Icterus galbula</i>	MI		LC
	<i>Molothrus aeneus</i>	R		LC
	<i>Dives dives</i>	R		LC

Orden/Familia	Nombre científico	Estatus residencial	Categoría NOM-059	Categoría IUCN
Parulidae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	R		LC
	<i>Mniotilta varia</i>	MI		LC
	<i>Leiothlypis celata</i>	MI		LC
	<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	MI		LC
	<i>Geothlypis poliocephala</i>	R		LC
	<i>Geothlypis trichas</i>	R		LC
	<i>Setophaga pitiauyumi</i>	MI		LC
	<i>Setophaga petechia</i>	MI		LC
	<i>Setophaga coronata</i>	MI		LC
	<i>Setophaga dominica</i>	MI		LC
	<i>Setophaga virens</i>	MI		LC
	<i>Cardellina pusilla</i>	MI		LC
Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	MI		LC
	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	MI		LC
	<i>Passerina cyanea</i>	MI		LC
	<i>Passerina versicolor</i>	MI		LC
	<i>Passerina ciris</i>	MI	Pr	LC
Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	R		LC
	<i>Thraupis abbas</i>	R		LC
	<i>Volatinia jacarina</i>	R		LC
	<i>Tiaris olivaceus</i>	R		LC
	<i>Sporophila torqueola</i>	R		LC
	<i>Saltator atriceps</i>	R		LC

R: Residente; MI: Migratoria invernala; RV: Migratoria de verano; T: Transitoria; P: Peligro de extinción; Pr: Sujeta a protección especial; A: Amenazada; LC: Preocupación menor; NT: Casi amenazada.

Índices de riqueza y diversidad

Aunque los estimadores no paramétricos están ligeramente por encima de los valores de riqueza observada (Chao1 muestra un incremento de 3 especies, Jack 1 incrementa a 12 especies), la curva de riqueza acumulada de las especies observadas (Sobs) mostró tendencia hacia la asíntota, por lo que se asume que las 107 especies registradas son una estimación adecuada de la riqueza específica del sistema ganadero, lo cual confirma la idoneidad del muestreo (Fig. 2).

Los valores de riqueza específica dentro del sistema ganadero fueron más altos dentro de los hábitats cerca viva uno y dos (CV1= 67 spp. y CV2 76 spp.). En este mismo contexto las cercas vivas dos y tres (CV2 y CV3) obtuvieron valores respectivos de baja dominancia ($D= 0.0383$ y 0.0364) y valores altos en equidad ($H'= 3.636$ y 3.613). Con respecto a los pastizales la estación 2 presentó mayor riqueza específica (PA2= 72 spp.) y dominancia ($D= 0.0532$). Excepciones puntuales a esta tendencia, es el PA1 donde la dominancia ($D= 0.0503$) fue más alta que la equidad ($H'= 3.32$). Finalmente, las estaciones que obtuvieron mayor número de especies con abundancias similares (eH') fueron CV2, CV3 y PA3, estos dos últimos sitios se caracterizan por presentar características particulares en cuanto a composición vegetal (Tabla 2).

IVI (Índice de Valor de Importancia) por estaciones de muestreo y gremios alimenticios

De manera general, basados en el IVI las especies tuvieron valores similares de importancia relativa, lo cual concuerda con los resultados de equidad y dominancia, es decir, se presenta poca dominancia de especies en el sistema ganadero; por lo que, dado a su importancia numérica porcentual, las abundancias de las especies tienden a ser uniformes en el sistema ganadero. Dentro de las especies que destacan a nivel general se encuentran *Quiscalus mexicanus*, *Myiozetetes similis*, *Melanerpes aurifrons*, *Columbina inca*, *Poliophtila caerulea* y *Euphonia affinis*.

La tendencia donde los valores de las especies son uniformes basados en el IVI se repiten en las estaciones de mayor equidad como CV2, CV3 y PA3, mientras que en las estaciones donde se presentaron valores más altos de dominancia como CV1, PA1 y PA2 se presentan especies que tienden a destacar un poco en los valores del IVI. En el caso de CV1, PA1 y PA2, la especie *Q. mexicanus* estuvo mejor representada, de la misma forma *Pyrocephalus rubinus* obtuvo un valor alto en PA1. También la especie *C. inca* obtuvo alto valor de importancia en CV2 y PA2. Por otra parte, la especie *M. similis* estuvo mejor representada en las estaciones CV3, PA2 y PA3 (Fig. 3).

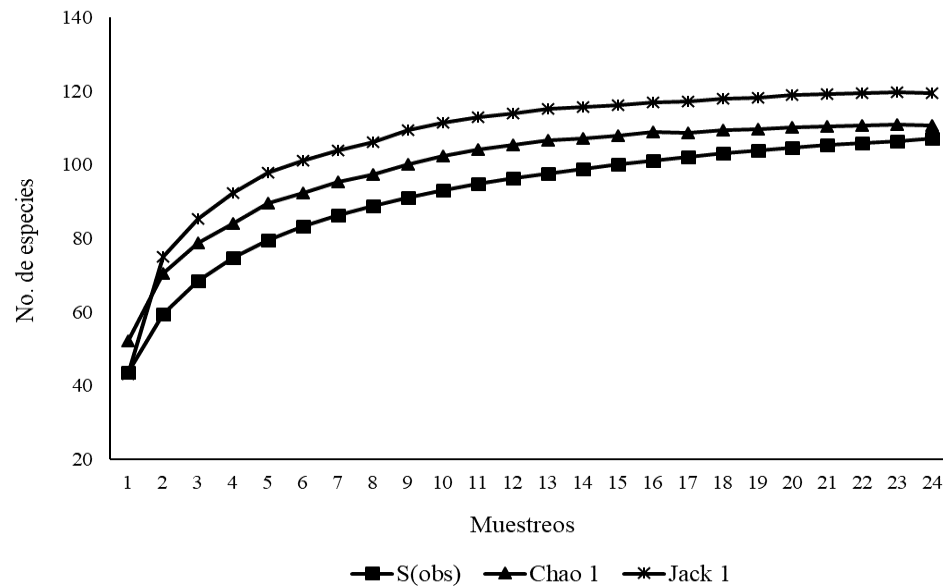


Figura 2. Curvas de acumulación de riqueza de especies de aves según los estimadores Chao 1 y Jackknife 1 durante los muestreos realizados en el paisaje ganadero durante el periodo noviembre de 2019 a octubre de 2020.

Tabla 2. Riqueza, diversidad y abundancia de especies de aves en los seis sitios de estudio en el paisaje ganadero del norte de Veracruz, México, durante el periodo noviembre de 2019 a octubre de 2020.

Índices	SITIOS					
	CV1	CV2	CV3	PA1	PA2	PA3
Número de especies	67	76	62	54	72	66
Abundancias	1288	1034	1140	624	1425	939
D= índice de Simpson	0.0523	0.0383	0.0364	0.0503	0.0532	0.0352
H'= índice Shannon-Wiener	3.408	3.636	3.613	3.32	3.366	3.643
eH'= Shannon Diversity	30.20	37.94	37.08	27.66	28.96	38.21

Al analizar la información del IVI por gremios tróficos, se observa que el gremio de las aves insectívoras domina el sistema ganadero del pastizal con valores superiores al 70 %. Algunas de las especies insectívoras que destacan por su importancia relativa fueron: *M. similis*, *M. aurifrons*, *C. inca*, *P. caerulea* y *E. affinis*. Para el resto de los gremios tróficos, en orden de importancia le siguen los granívoros, omnívoros y nectarívoros. Las aves granívoras como *C. inca*, *Patagioenas flavirostris*, *Sporophila moreletii*, *Tiaris olivaceus* y *Passerculus sandwichensis* destacan en mayor importancia en las estaciones CV2 y PA. El gremio omnívoro destaca en la estación CV1 y lo conforman las especies *Q. mexicanus* y *Cairina moschata*, mientras que el gremio nectarívoro destaca un poco en la estación PA1, donde *Amazilia yucatanensis* obtuvo un mayor valor de importancia (Fig. 4).

Análisis de correspondencia canónico (CCA)

El análisis correspondencia canónica (CCA) establece tres ensambles comunitarios de aves ($F = 0.76$; $p <$

0.001; los primeros dos ejes explican un 55.64 % de la varianza total). En el primer ensamble se encuentra en la estación CV2 la cual está caracterizada por *Tachycineta albilinea*, *Cathartes aura*, *Bubulcus ibis*, *P. rubinus* y *P. ciris*. El segundo ensamble se presenta en la estación PA3 y lo caracterizan las especies *Pheugopedius maculipectus*, *Arremonops rufivirgatus*, *P. ludovicianus*, *O. vetula* y *R. magnirostris*, cabe destacar que este sitio presentó mayor pastura y menor cobertura arbórea. Finalmente, en el tercer ensamble se encuentran el resto de las estaciones (CV1, CV3, PA1 y PA2) y se caracteriza por tener el mayor número de especies compartidas, entre las que destacan *Pitangus sulphuratus*, *P. rubinus*, *M. similis*, *P. flavirostris*, *Icterus gularis*, *Colibri thalassinus*, *Dives dives*, *Glaucidium brasilianum*, entre otras; este último ensamble comunitario se presenta donde hay mayor cobertura arbórea y mayor número de especies vegetales. De esta manera, los ensambles varían en función de características particulares de las cercas vivas y los pastizales (Fig. 5).

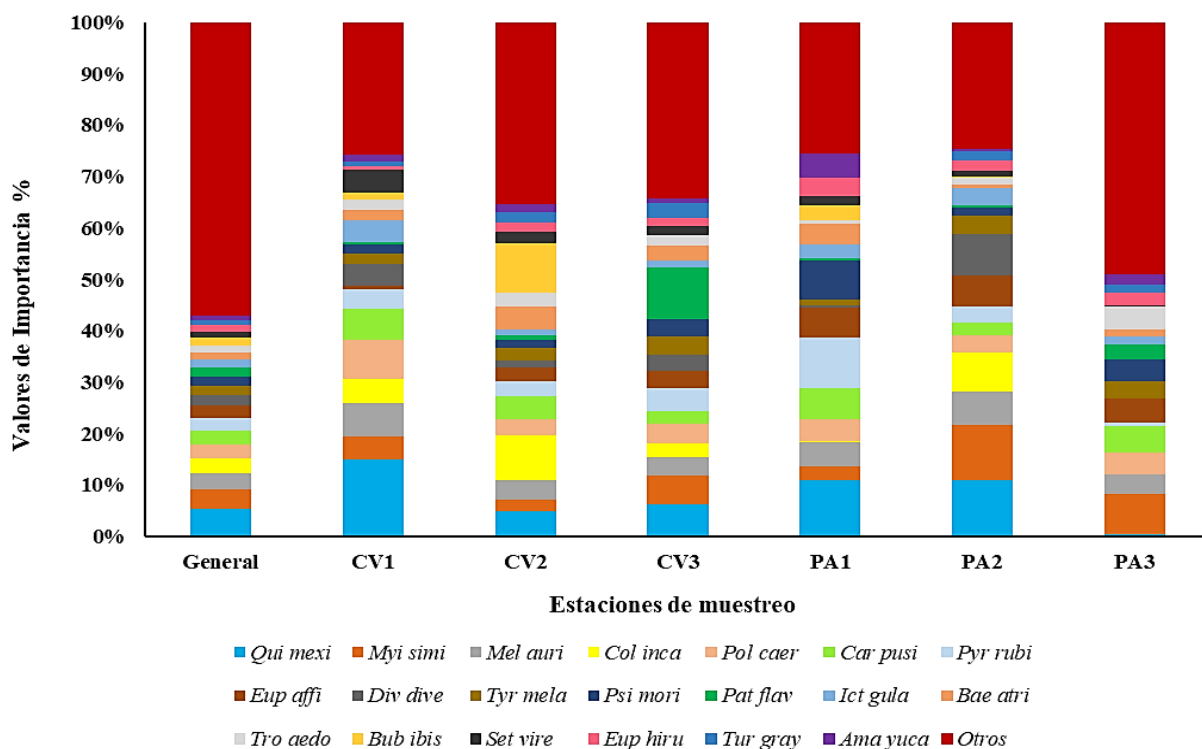


Figura 3. Índice del Valor de Importancia para las aves registradas en las estaciones de muestreo en el paisaje ganadero en el norte de Veracruz, México, durante el periodo noviembre de 2019 a octubre de 2020.

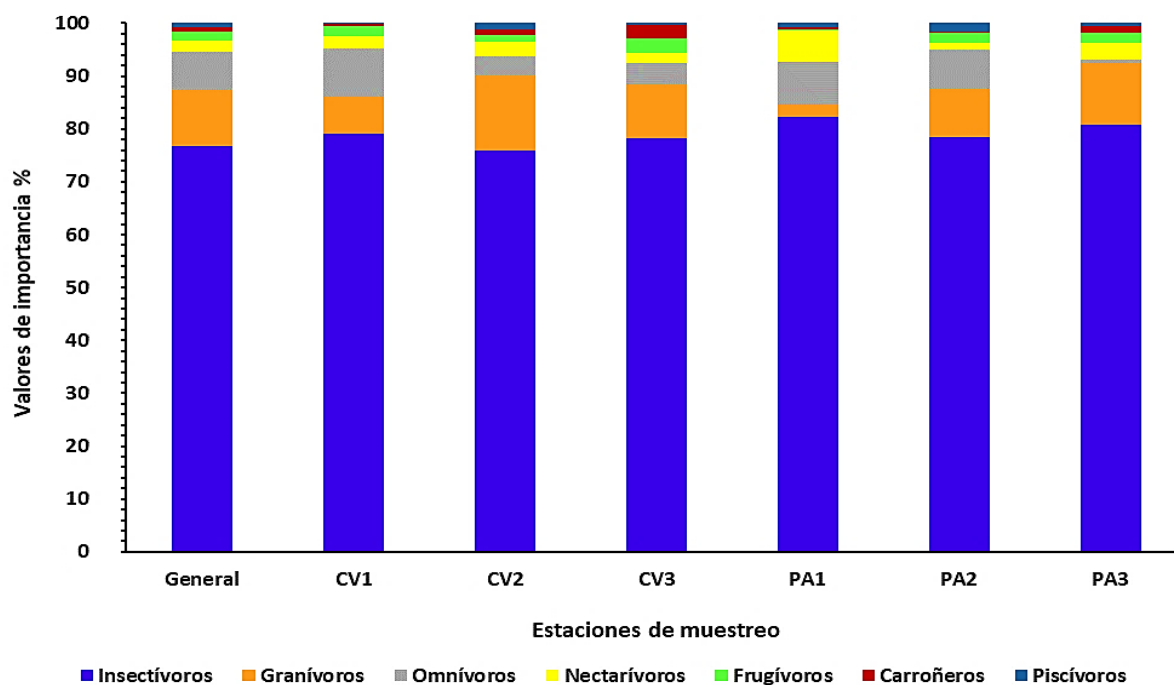


Figura 4. Índice del Valor de Importancia para los gremios tróficos de las aves registradas en las estaciones de muestreo en el paisaje ganadero en el norte de Veracruz, México, durante el periodo noviembre de 2019 a octubre de 2020.

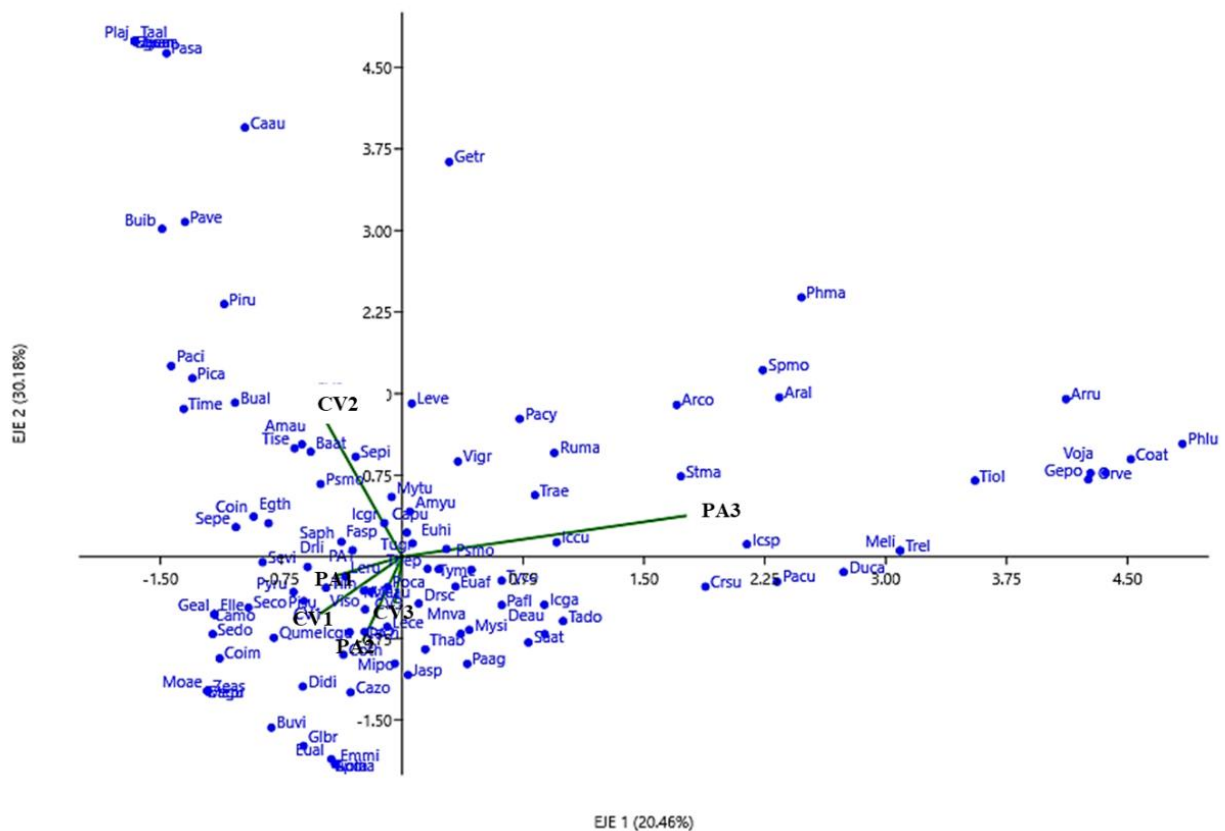


Figura 5. Análisis de correspondencia canónica en las estaciones de muestreo y las comunidades de aves en el paisaje ganadero en el norte de Veracruz, México, durante el periodo noviembre de 2019 a octubre de 2020.

DISCUSIÓN

El uso de suelo por la actividad antrópica tiene un efecto sobre la diversidad de las comunidades de aves, lo que fue evidente en los sitios muestreados del presente estudio. Los resultados sugieren que los paisajes más heterogéneos y fragmentados para la producción ganadera, y agrícola impactan de forma significativa en la riqueza y la estructura de la comunidad de aves; misma comunidad que puede cambiar en el tiempo por efecto del recambio de especies influenciado por los patrones de migración (Gibbs *et al.*, 2010; Peña *et al.*, 2023). Por lo que el conocer las especies migratorias (30 % de la riqueza total) de este sistema ganadero es crucial para conocer las dinámicas de los ensamblajes temporales. Las 107 especies de aves registradas en el agroecosistema ganadero de pastizal de la localidad de Tecalantla representan el 14.8% de la riqueza de aves conocida para Veracruz, la cual comprende más de 720 especies (Gallardo-del-Ángel y Aguilar, 2011; Argüelles-Jiménez *et al.*, 2019).

Los resultados obtenidos en este estudio pueden variar con respecto a otros estudios similares en sistemas

ganaderos, por ejemplo, en el estudio de Cárdenas *et al.* (2003) registraron una menor riqueza específica de aves (80 especies) a pesar de evaluar más ambientes. Sin embargo, a pesar de los cambios en la riqueza entre distintos sistemas ganaderos, nuestros registros indican que la riqueza específica de aves se relaciona de manera positiva con la vegetación arbórea; de esta manera, especies como: *B. simaruba*, *G. sepium*, *M. calabura*, *P. dulce*, *P. guajava*, *G. ulmifolia* y *E. americana* promueven la diversidad de la avifauna. De acuerdo con Molano *et al.*, (2023) los ensamblajes comunitarios de la avifauna pueden presentar diferentes estadios sucesionales, los cuales proveen diversas ofertas alimenticias a los diferentes organismos (aves) en distintas temporadas del año. Bajo esta idea, los cercos se convierten en sistemas importantes de estudio, ya que son áreas potenciales para albergar especies útiles y nativas de los bosques tropicales asociados a matrices ganaderas (Ruiz-Guerra *et al.*, 2014). Además, la vegetación arbórea genera asociaciones que pueden mejorar el manejo local, por ejemplo, los árboles que se encuentran en los pastizales sirven como áreas de refugio para organismos dispersores de semillas tal es el caso de las aves que ayudan en los procesos de regeneración

natural (Guevara *et al.*, 1992). Esto concuerda con lo mencionado por Harvey *et al.* (2006) quienes sostienen que la diversidad de aves se relaciona con la riqueza y abundancia de los árboles presentes en las áreas dedicadas a la producción de ganado, por lo que un incremento o decremento en la diversidad arbórea y su cobertura afectará de forma negativa la diversidad de aves. Dentro de los componentes de los agroecosistemas de pastoreo ganadero, Villacis y Chiriboga (2016) describen que las cercas vivas son el tipo de cobertura vegetal más común y que contienen mayor diversidad de especies vegetales cuando se le compara con los árboles dispersos dentro de los pastizales (o potreros). De esta manera, los resultados encontrados en el presente trabajo, así como en los estudios de González-Valdivia *et al.* (2012) y Martínez-Bravo *et al.* (2013) apoyan la idea de que las cercas vivas son puntos clave de alta diversidad de aves (riqueza, abundancia, equidad, especies efectivas) comparado a los pastizales con poca diversidad y cobertura arbórea. Contrario a esto los pastizales poseen áreas abiertas en el cual existe mayor probabilidad de que el viento sea un factor que influya en la disminución de las comunidades de aves, ya que según Carrascal (1986), la velocidad del viento provoca una utilización menos eficiente de los recursos, dificultando la captura de alimento. Una manera de incrementar las funciones ecológicas de las aves podría aplicarse tanto en cercas vivas como en los pastizales, a través de la siembra de especies arbóreas nativas que produzcan frutos y semillas (tanto para el aprovechamiento humano como el de las aves) así como cactáceas epífitas que produzcan flores y frutos, como sucede con la pitahaya del género *Selenicereus*. Se ha visto que en general, la especie que tienden a sembrar los ganaderos en la región es la chaca o palo mulato (*B. simaruba*), que solo produce semillas, pero no frutas y tiene por consecuencia la disminución de la diversidad y funcionalidad de las aves, incrementando de esta manera las aves que se alimentan de insectos. Los valores altos de equidad encontrados en las cercas vivas, indican una tendencia al equilibrio entre las poblaciones de aves de este sistema ganadero, implicando que las comunidades de aves registrada en este y otros estudios (con similares resultados) podrían tener una adaptación a este ambiente modificado que les permite su supervivencia (González-Valdivia *et al.*, 2012; Van der Wal *et al.*, 2012). En cambio, la dominancia encontrada en los pastizales indicaría una tendencia contraria al de las cercas vivas, por lo que solo algunas aves se han adaptado a ese tipo de ambientes. Tendencias similares al de los PA se presentan en potreros donde la vegetación arbórea es baja, como en los trabajos de Cárdenas *et al.* (2003) para un paisaje fragmentado por la ganadería, así como Bojorges-Baños y López-Mata (2006), quienes reportan mayor dominancia en pastizales con respecto a áreas de regeneración y fragmentos de vegetación original.

Respecto a las especies de aves de mayor importancia relativa de manera general destacaron especies como *Q. mexicanus* y *M. similis*, las cuales han sido registradas en otros sistemas ganaderos (Cárdenas *et al.*, 2003; Enríquez *et al.*, 2013); lo que indica que son especies recurrentes de áreas donde se han realizado modificaciones al paisaje u áreas con mayor disturbio, lo cual contribuye en su dominancia (Mason *et al.*, 2007; Shwartz *et al.*, 2008). Esto responde al porqué estas especies tienen valores de importancia (dominancia) más altos dentro de los PA. Se ha documentado que la intensificación agrícola como la causa principal de la disminución de la mayoría de las poblaciones de aves, un claro ejemplo es el estudio de Fuentes-Moreno *et al.* (2020) en el centro de Veracruz, donde obtuvieron mayor riqueza de especies en campos agrícolas conformados principalmente por cultivo de caña de azúcar, cítricos, maíz y pastizales, este tipo de vegetación influyó en la estructura de la comunidad de aves. Con lo expuesto anteriormente queda demostrado que el cambio de uso de la tierra no perjudica a todas las especies por igual (Tscharntke *et al.*, 2008), un claro ejemplo, son las aves frugívoras que son propensas a ser afectadas en el tamaño de sus poblaciones al reducirse las fuentes de alimento, en cambio, las aves nectarívoras, granívoras e insectívoras son más flexibles a los cambios en el paisaje (Wilson *et al.*, 1999; Martínez-Bravo *et al.*, 2013). Se ha documentado que las aves insectívoras cumplen un papel importante en estos ecosistemas modificados por el hombre, debido a que realizan un control biológico en estas áreas, reduciendo un 95% las plagas de interés agrícola (Escobar-Ramírez *et al.*, 2019; Rebollo *et al.*, 2019). Esta tendencia se corrobora con el presente estudio donde detectamos especies principalmente las de la familia Tyrannidae (e.g. *M. similis*, *M. pitangua*, *T. melancholicus* y *P. rubinus*) alimentándose de insectos, así como *Q. mexicanus* el cual es una especie omnívora. Lo anterior es un claro ejemplo de cómo estos sistemas ganaderos disponen de suficientes recursos alimenticios que permiten la coexistencia de aves insectívoras (Romero-Día *et al.*, 2020). La importancia numérica de las aves del gremio insectívoro concuerdan con los estudios de Soto-Huairá *et al.* (2019), Liébana *et al.* (2020) y Jedlicka *et al.* (2021) quienes obtuvieron resultados similares en otros sistemas de producción agrícola, donde el principal recurso alimenticio fueron los insectos, lo cual puede deberse a que algunos sitios permiten el mantenimiento de pasturas durante todo el año e influyendo en una mayor abundancia de insectos favoreciendo a su vez una mayor abundancia de aves que dependen de este recurso (Tscharntke *et al.*, 2008; Herrera Rodríguez y Salgado-Ortiz, 2014).

De acuerdo con el CCA, el ensamble comunitario de las aves cambió entre estaciones lo cual puede deberse a la cobertura vegetal, pero esto deberá ser abordado en futuros estudios considerando nuevas

aproximaciones metodológicas. Respecto a lo anterior, Villacis y Chiriboga (2016) describen que las cercas vivas, son el tipo de cobertura vegetal más común con respecto a los árboles dispersos en potreros, estos a su vez contienen mayor diversidad de vegetación que los pastizales en el presente estudio. Esto podría explicar las tendencias de una composición diferente de la avifauna entre las diferentes estaciones de muestreo (CV1, CV3, PA1 y PA2). Esta relación podría deberse a que existe una mayor riqueza de especies arbóreas (e.g. *B. simaruba*, *G. sepium*, *M. calabura*, *P. dulce*, *P. guajava*) y árboles de gran cobertura (*E. cyclocarpum*), lo que pudo influir en el aumento de la cantidad de recursos para las aves, permitiendo que estas estaciones conserven especies propias de hábitats boscosos tal es el caso de *B. simaruba* en el cual el periodo de floración y fructificación es casi todo el año (Mills *et al.*, 1991; Hernández-Rodríguez *et al.* 2021). Lo anterior concuerda con Cárdenas *et al.* (2003) y Vilchez-Mendoza *et al.* (2007), quienes determinaron que la diversidad de árboles es la variable que mejor discrimina la variación de la diversidad y composición de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado por ganadería, esto lo confirmamos, debido a que la mayoría de los sitios presenta diferencias en la composición avifaunística provocado por las aves, al igual que otros vertebrados, tienen diversos y especializados requerimientos (alimenticios, descanso, reproducción) por tanto son susceptibles a diferentes cambios en la estructura de la vegetación que se han dado a través del tiempo (Decker *et al.*, 2011). Así mismo consideramos que la CV2; presentó diferente cobertura arbórea tal es el caso de la especie *G. sepium* la cual predominó en el sitio debido a que es utilizado por su fácil adaptación a diversas condiciones ambientales, brindando otro tipo de recursos en calidad y cantidad, lo que permitió albergar comunidades de aves que difieren al resto de las estaciones. Otro factor que contribuyó a que el PA3 se diferenciara de las demás estaciones se debe a que la mayoría de las especies registradas son particulares de áreas abiertas (e.g. *S. magna*, *R. magnirostris*, *V. jacarina*, *P. maculipectus*, *S. morelleti*), las cuales se han visto favorecidas con la reducción de la vegetación (Mills *et al.*, 1991; Cárdenas *et al.*, 2003; Sánchez *et al.*, 2013; Cipriano-Anastasio *et al.*, 2017, 2020).

La información generada debe ser considerada con mucho cuidado para evitar generalizaciones sesgadas ya que el valor de la diversidad por sí solo no es un parámetro para decidir la calidad de los hábitats estudiados, debido a que son ecosistemas controlados por el hombre (Cerezo *et al.*, 2009); sin embargo, los sistemas ganaderos pueden llegar a ser una alternativa de manejo sostenible siempre y cuando se incremente la demanda de recursos a través de la siembra de especies arbóreas nativas que provean nectar, frutos y semillas a las aves residentes y migratorias. Este tipo de acciones de manejo tendrá con el tiempo a

incrementar la conectividad de las comunidades de aves en el paisaje. Acciones como esta mejoraran el manejo de los sistemas ganaderos incrementando la funcionalidad ecosistémica sin afectar el movimiento del ganado y al mismo tiempo ayudar a incrementar la productividad y diversificación de productos frutales en las zonas ganaderas, que al mismo tiempo sirve como forraje al ganado (De la Ossa-Lacayo, 2013).

Finalmente, algunas de las aves encontradas en los diferentes ecosistemas manejados por el hombre presentan una categoría protección por parte de la NOM-059 SEMARNAT y la IUCN por lo que los sistemas ganaderos proveen refugios y oportunidades para alimentarse y resguardarse tal y como lo hacen los ecosistemas naturales. Sugerimos realizar más estudios que nos permitan conocer que factores (e.g. alimentación, reproducción, variables climáticas, cobertura arbórea de distintas especies) y en qué medida influyen en el aumento de la diversidad de aves y como contribuyen a la conectividad física del paisaje al actuar como corredores biológicos hacia los parches de bosques aislados y ecosistemas no fragmentados (Harvey *et al.*, 2003; 2004).

CONCLUSIONES

Los sistemas ganaderos tropicales a pesar de ser un paisaje fragmentado son importantes para las aves ya que permiten la permanencia de una alta riqueza.

Las curvas de acumulación mostraron que el esfuerzo de muestreo fue el adecuado por lo que no se espera que la riqueza incremente de sobre manera en futuros estudios en esta localidad.

Dentro de los componentes del sistema ganadero las cercas vivas presentaron la mayor diversidad, contrario a esto los pastizales con árboles a pesar de tener alto número de especies, algunas de ellas son comunes de áreas perturbadas.

De acuerdo con el análisis de correspondencia (CCA) cada hábitat se caracteriza por tener un ambiente en el cual las aves pueden utilizarlo de acuerdo con sus requerimientos alimenticios, tal es el caso de los distintos gremios tróficos identificados, de los cuales domina las aves insectívoras, por lo que el paisaje ganadero ofrece diferentes recursos alimenticios que contribuyen en el mantenimiento de la diversidad.

Los sistemas ganaderos aquí estudiados presentan especies de aves susceptibles, algunas de las cuales están bajo distintas categorías de protección por las leyes mexicanas y lista internacional, por lo que ello incrementa la importancia de mejorar el manejo de los sistemas ganaderos.

El manejo y éxito de los sistemas ganaderos puede incrementar al sembrar distintos árboles nativos que provean flores, frutos y semillas; de esta manera a traerán diversas especies de aves residentes y migratorias, que fomentarán la conectividad física en la región a través de corredores biológicos.

Agradecimientos

El autor JCA agradece al CONAHCyT por la beca doctoral (CVU número 422557) realizado en el Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tamaulipas. JAJ agradece al CONAHCyT por la beca postdoctoral (CVU número 217310) "Estancia postdoctoral en México, Modalidad: Incidencia inicial durante el periodo octubre 2022-septiembre 2024"; estancia llevada a cabo en el Instituto Tecnológico de Boca del Río. A los revisores anónimos por los comentarios y sugerencias que mejoran el contenido y alcance de este trabajo.

Funding. No support was received for this study. JCA acknowledges a PhD scholarship (CONAHCYT-Mexico). JAJ acknowledges a Postdoctoral scholarship (CONAHCYT-México)

Conflict of interest statement. The authors declare that there is not conflict to interest

Compliance with ethical standards. Do not apply

Data availability. Data are available with the corresponding author (bio.jca@gmail.com)

Author contribution statement (CRediT). J. Cipriano-Anastasio: methodology, software analysis, investigation & writing. C. Saenz-Lorenzo: methodology, field sampling. U. J. Balderas-Mancilla: investigation, review & writing. J. Argüelles-Jiménez: investigation, software analysis & review.

REFERENCES

- Altmann, J., 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49(3), pp.227–267.
<https://doi.org/10.1163/156853974x00534>
- Altman, S. A. and Altman, J., 2003. *The transformation of behaviour field studies*. *Behaviour animal*, 65(3), pp. 413–42.
<https://doi.org/10.1006/anbe.2003.2115>
- Argüelles-Jiménez, J., Reyes-Reyes, M. S. and Martínez-Cruz, J., 2019. Evidence of change in migratory patterns of the ornithofauna in a coastal locality of the Gulf of Mexico during an ENSO event. *Journal of Microbiology & Experimentation*, 7(4), pp. 215–222.
<https://doi.org/10.15406/jmen.2019.07.00262>
- Arias-González, J. E., Núñez-Lara, E., Rodríguez-Zaragoza, F. A. and Legendre, P., 2011. Indicadores del paisaje arrecifal para la conservación de la biodiversidad de los arrecifes de coral del Caribe. *Ciencias Marinas*, 37(1), pp. 87–96.
- Bennett, A.F., Radford, J.Q. and Haslem, A., 2006. Properties of land mosaics: Implications for nature conservation in agricultural environments. *Biological Conservation*, 133(2), pp.250–264.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.06.008>
- Bojorges-Baños, J.C. and Lopez-Mata, L., 2005. Riqueza y diversidad de especies de aves en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 21(1), pp.1–20.
<https://doi.org/10.21829/azm.2005.2112007>
- Bojorges-Baños, J.C. and Lopez-Mata, L., 2006. Asociación de la riqueza y diversidad de especies de aves y estructura de la vegetación en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 77(2), pp. 235–249.
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2006.002.338>
- Cárdenas, G., Harvey, C.A., Ibrahim, M.A. and Finegan, B., 2003. Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 10, pp. 39–40. [online] Available at: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6080> [Accessed 11 April 2024]
- Carrascal, L.M., 1986. Influencia del viento en el comportamiento de búsqueda del alimento en un grupo de aves insectívoras forestales. *Miscellanea Zoologica*, 10, pp 277–285. [online] Available at: <https://raco.cat/index.php/Mzoologica/article/view/91904> [Accessed 11 Septiembre 2024].
- Cipriano-Anastasio, J., López-Mancilla, A., Cabrera-Martínez, D. and Capistrán-Barradas, A., 2017. Riqueza y diversidad de aves en un paisaje Agropecuario en el ejido Chalahuiyapa, Huejutla, Hidalgo. *Revista Biológico-Agropecuaria Tuxpan*, 5(1),

- pp.105–110.
<https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v5i1.100>
- Cipriano-Anastasio, J., Torres-Martínez, O., López-Mancilla, A. and Argüelles-Jiménez, J., 2020. Uso y percepción de las aves en agroecosistemas de la localidad de Chalahuiyapa, Huejutla, Hidalgo; México. *Ciencia Huasteca Boletín Científico de la Escuela Superior de Huejutla*, 1(8), pp.28–45. <https://doi.org/10.29057/esh.v8i16.4511>
- Cipriano-Anastasio, J., Balderas-Mancilla, U.D.J., Martínez-Lara, F., Bravo-Cárdenas, Ciriaco-Hernández, S. and Avilés Mariño, A.L., 2024. Uso y conocimiento de las aves en tres localidades en el municipio de Huejutla de Reyes, Hidalgo, México. *Revista Internacional Socio-Innova-Tec del Altiplano, (REISITAL)*, 1(8), pp. 28-45. [online] Available at: <https://rest.itesa.edu.mx/public/reisital/vol/20240727/vol8/8> [Accessed 09 Septiembre 2024].
- Cerezo-Blandón, A., Robbins, C. and Dowell, B., 2009. Uso de hábitats modificados por aves dependientes de bosque tropical en la región caribeña de Guatemala. *Revista de Biología Tropical*, 57 (1-2), pp. 401–420. <https://doi.org/10.15517/rbt.v57i1-2.11355>
- Chazdon, R.L., Letcher, S.G., Van-Breugel, M., Martínez-Ramos, M., Bongers, F. and Finegan, B., 2007. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1478), pp.273–289. <https://doi.org/10.1098/rstb.2006.1990>
- Chesser, R.T., Billerman, S.M., Burns, K.J., Cicero, C., Dunn, J.L., Hernández-Baños, B.E., Kratter, A.W., Lovette, I.J., Mason, N.A., Rasmussen, P.C., Remsen, J.V., Jr., Stotz, D.F. and Winker, K., 2021. Sixty-second Supplement to the American Ornithological Society's Check-list of North American Birds. *Ornithology*, 138(3), p.ukab037. <https://doi.org/10.1093/ornithology/ukab037>
- Clark, H.O., 2013. The Warbler Guide. *Western North American Naturalist*, 74(1), pp.143–143. <https://doi.org/10.3398/064.074.0101>
- Colwell, R.K. and Elsensohn, J.E., 2014. EstimateS turns 20: statistical estimation of species richness and shared species from samples, with non-parametric extrapolation. *Ecography*, 37(6), pp.609–613. <https://doi.org/10.1111/ecog.00814>
- Decker, M., Benjamín, T., Casanoves, F. and DeClerck, F.A.J., 2011. Composición y diversidad de epífitas y aves en distintos tipos y densidades de árboles dispersos en sistemas silvopastoriles en la subcuenca del río Copán, Honduras. [online] Available at: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5931> [Accessed 19 April 2024].
- De la Ossa-Lacayo, A., 2013. Cercas vivas y su importancia ambiental en la conservación de avifauna nativa. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 5(1), pp. 171–193. <https://doi.org/10.24188/recia.v5.n1.2013.483>
- Enríquez-Lenis, M.L., Sáenz, J.C. and Ibrahim, M.A., 2013. Riqueza, abundancia y diversidad de aves y su relación con la cobertura arbórea en un agropaisaje dominado por la ganadería en el trópico subhúmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 48, pp. 46–53. [online] Available at: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7749> [Accessed 24 April 2024].
- Escobar, S., Grass, I., Armbrrecht, I. and Tscharnkte, T., 2019. Biological control of the coffee berry borer: Main natural enemies, control success, and landscape influence. *Biological Control*, 136, 103992. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.05.011>
- Fuentes-Moreno, A., Mogollón-Serrano, M., Servín-Torres, J. L., Serna-Lagunes, R., Leyva-Ovalle, O. R., Llaena-Hernández, R. C. and García-Martínez, M. A., 2020. Diversidad de aves en un paisaje antrópico en el centro del estado de Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(1), pp. 16. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.2973>
- Gatto, A., Quintana, F., Yorío, P. and Lisnizer, N., 2005. Abundancia y diversidad de aves acuáticas en un humedal marino del Golfo San Jorge, Argentina. *El hornero*, 20(2), pp.141–152. <https://doi.org/10.56178/eh.v20i2.804>

- Gauthier, D., Lafón, A., Toombs, T., Hoth, J. and Wiken, E., 2003. *Pastizales: hacia una estrategia de conservación para los pastizales de América del Norte*. [online] Available at: <http://www.nagrasslands.org/pastizales-hacia-una-estrategia-de-conservacion-para-los-pastizales-de-america-del-norte/?lang=es> [Accessed 28 April 2024].
- Gallardo-del-Ángel, J. C. and Aguilar-Rodríguez, S. H., 2011. Aves: Diversidad, Distribución y Conservación. In A. Andrea-Cruz, Ed. *La biodiversidad en Veracruz estudio de estado Vol II*. Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). pp. 559–578.
- Gibbs, H., Ruesch, A., Achard, F., Clayton, M.K., Holmgren, P., Ramankutty, N. and Foley, J., 2010. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(38), pp.16732–16737. <https://doi.org/10.1073/pnas.0910275107>
- Gómez-Moreno, V., González-Gaona, O., Niño-Maldonado, S. and Lucio-Martínez, M., 2023. Mortalidad de aves causadas por colisión en Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. *Huitzil Revista Mexicana de Ornitología*, 24(1), e-649. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2023.24.1.697>
- Guevara, S., Meave, J., Moreno-Casasola, P. and Laborde, J., 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures. *Journal of Vegetation Science*, 3(5), pp.655–664. <https://doi.org/10.2307/3235833>
- González-Valdivia, N., Arriaga-Weiss, S., Ochoa-Gaona, S., Ferguson, B., Kampichler, C. and Carmen, P., 2012. Diurnal bird assemblages along a disturbance gradient in a landscape in Southeast Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 28 (2), pp.237–269. <https://doi.org/10.21829/azm.2012.282831>
- Harvey, C. A., Villanueva, C., Villacis, J., Chacón, M., Muñoz, D., López, M., Ibrahim, M., Gómez, R., Taylor, R., Martínez, J., Navas, A., Sáenz, J., Sánchez, D., Medina, A., Vilchez, S., Hernández, B., Pérez, A., Ruiz, F., López, F., Lang, I., Kunth, S. y F.L. Sinclair. 2003. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería en las Américas* 10: 39–40.
- Harvey, C.A., Medina, A., Sánchez, D.M., Vilchez, S., Hernández, B., Saenz, J.C., Maes, J.M., Casanoves, F. and Sinclair, F.L., 2006. Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecological Applications: A Publication of the Ecological Society of America*, 16(5), pp.1986–1999. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[1986:poadid\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[1986:poadid]2.0.co;2)
- Harvey, C. A., Tucker, N. L. y A. Estrada. 2004. Live fences, isolated trees, and windbreaks: tools for conserving biodiversity in fragmented tropical landscapes. En: Schroth, G., da Fonseca, G.A.B., Harvey, C. A. et al. *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Island Press, Whashington, DC. pp. 61–289.
- Hernández-Dávila, O., Laborde, J., Sosa, V., Gallardo-Hernández, C. and Díaz-Castelazo, C., 2020. Forested riparian belts as reservoirs of plant species in fragmented landscapes of tropical mountain cloud forest. *Botanical Sciences*, 98, pp.288–304. <https://doi.org/10.17129/botsci.2497>
- Hernández-Rodríguez, Z. G., Castro-Moreno, M., González-Esquinca, A. R. and de-la-Cruz-Chacón, I., 2021. Fenología de *Bursera simaruba* y *Bursera tomentosa* en un bosque tropical seco de Chiapas, México. *Madera y Bosques*, 27(3), p.e2732246. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2732246>
- Herrera-Rodríguez, E. and Salgado-Ortiz, J., 2014. Diversidad avifaunística en agroecosistemas de riego y temporal de la cuenca baja del Lago de Cuitzeo, Michoacán. *Huitzil*, 15, (1), pp. 17–30. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2014.15.1.50>
- Howell, S. N. G. and Webb, S., 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. New York, E.U.A.
- INEGI., 2018. *Marco geoestadístico del mes de febrero*. [online] Available at: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463526636> [Accessed 12 March 2024].
- INEGI., 2024. *Uso de suelo y vegetación*. [online] Available at:

- <https://www.inegi.org.mx/temas/ususuelo/> [Accessed 10 September 2024].
- IUCN., 2024. *The IUCN Red List of Threatened Species*. [online] IUCN Red List of Threatened Species. Available at: <https://www.iucnredlist.org/en> [Accessed 28 March 2024].
- Jedlicka, J.A., Philpott, S.M., Baena, M.L., Bichier, P., Dietsch, T.V., Nute, L.H., Langridge, S.M., Perfecto, I. and Greenberg, R., 2021. Differences in insectivore bird diets in coffee agroecosystems driven by obligate or generalist guild, shade management, season, and year. *PeerJ*, 9(1), p.e12296. <https://doi.org/10.7717/peerj.12296>
- Jost, L., 2007. Partitioning Diversity Into Independent Alpha and Beta Components. *Ecology*, 88(10), pp.2427–39. <https://doi.org/10.1890/06-1736.1>
- Kaine, G. and Wright, V., 2024. Determinants of the Management of Native Vegetation on Farms. *Conservation*, 4(2), pp.163–175. <https://doi.org/10.3390/conservation4020012>
- Kaufman, K., 2005. *Kaufman Field Guide To Birds Of North America*. New York: Hillstar Editions L.C
- Liébana, M., Santillán, M., Peralta-Seen, N., Seen, P., Fiorucci, M., Bernardos, J. and Mallet, J., 2020. Aportes al conocimiento de la distribución y biología del estornino pinto (*Sturnus vulgaris*) en la provincia de La Pampa. *Acta Zoológica Lilloana*, 64(1), pp. 43–57 <https://doi.org/10.30550/j.azl/2020.64.1/4>
- Loya-Salinas, D. H. L. and Escofet, A., 1990. Aportaciones al cálculo del índice de valor biológico (Sanders, 1960). *Ciencias Marinas*, 16(2), pp. 97–115.
- Magurran, A.E., 2021. Measuring biological diversity. *Current Biology*, 31(19), pp.1174–1177. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.07.049>
- Martínez-Bravo, C.M., Mancera-Rodríguez, N.J. and Buitrago-Franco, G., 2013. Diversidad de aves en el Centro Agropecuario Cotové, Santa Fe de Antioquia, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 61(4), pp.1597–1617. <https://doi.org/10.15517/rbt.v61i4.12801>
- Mason, J., Moorman, C., Hess, G. and Sinclair, K., 2007. Designing suburban greenways to provide habitat for forest-breeding birds. *Landscape and Urban Planning*, 80(1-2), pp.153–164. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.07.002>
- Medina-García, C., 2016. *Bases para el conocimiento de los pisos bioclimáticos, la vegetación y la flora del occidente de Michoacán, México*. [doctoral thesis] Available at: <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/14859> [Accessed 16 April 2024].
- Mills, G., Dunning, J. and Bates, J., 1991. The relationship between breeding bird density and vegetation volume. *Wilson Bulletin*, 103, pp. 468–479.
- Moreno, C., 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza: GORFI, S.A.
- Moreno, C.E., Barragán, F., Pineda, E. and Pavón, N.P., 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(4), pp.1249–1261. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.745>
- Molano, J. G., Quiceno, M. P. and Roa, C., 2003. *El papel de las cercas vivas en un sistema agropecuario en el Pidemonte Llanero*. [online] Available at: <https://www.fao.org/4/y4435s/y4435s05.htm> [Accessed 7 September 2024].
- Peña, R., Schleuning, M., Miñarro, M. and García, D., 2023. Variable relationships between trait diversity and avian ecological functions in agroecosystems. *Functional Ecology*, 37(1), pp. 87–98. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.14102>
- Pérez-Chabela, M. de L. and Lamothe-Zavaletta, C., 2019. La ganadería tradicional del norte del estado de Veracruz. *Nacameh*, 13(2), pp.25–36.
- Phillips, H.R.P., Newbold, T. and Purvis, A., 2017. Land-use effects on local biodiversity in tropical forests vary between continents. *Biodiversity and Conservation*, 26(9), pp. 2251–2270. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1356-2>

- Ralph, C.J., Geupel, G.R., Pyle, P., Martin, T.E., DeSante, D.F. and Milá, B., 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Albany: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. <https://doi.org/10.2737/PSW-GTR-159>
- Rebollo, S., Benayas, J., Villar-Salvador, P., Pérez-Camacho, L., Castro, J., Molina-Morales, M., Leverkus, A., Baz, A., Martínez-Baroja, L., Quiles Tundidor, P., Gómez-Sánchez, D., Fernández-Pereira, J., Meltzer, J., Monteagudo, N., Ballesteros, L., Cayuela, L., de Las Heras-Bravo, D., García-Salgado, G. and Martínez-Hesterkamp, S., 2019. Services provided by birds (high-mobile link species) in farmland and forest mosaics: forest regeneration and plague regulation. *Ecosistemas*, 28, pp.32–41. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1736>
- Romero-Día, C., Lezama, S., García-Núñez, R., Marcos Rivera, U. and Cruz-Miranda, Y., 2020. Comportamiento trófico de aves insectívoras en sistemas agroforestales inmersos en bosque mesófilo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(2), pp.241–252. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i2.2298>
- Ruiz-Guerra, B., Velázquez-Rosas, N. and López-Acosta J.C., 2014. Plant diversity in live fences and pastures, two examples from the Mexican humid tropics. *Environmental management*, 54 (1), pp. 656-667. [online] Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24981271/> [Accessed 9 September 2024].
- Sáenz, J.C., Villatoro, F., Ibrahim, M.A., Fajardo, D. and Pérez, M., 2013. Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. *Agroforestería en las Américas*, 45, pp. 37–48. [online] Available at: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7723> [Accessed 21 March 2024].
- Sáenz, L.C., 2020. *Influencia de áreas Ganaderas sobre el Ensamble de Aves en el Norte de Veracruz, México (México)*. [bachelor thesis] Available at: <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/3696> [Accessed 19 July 2024].
- Sánchez, D., Vilchez, S.J. and DeClerck, F.A.J., 2013. Complementariedad de la vegetación como provisión de recursos para la comunidad de aves en el agropaisaje de Copán Ruinas, Honduras. *Agroforestería en las Américas*, 48, pp. 130– 136. [online] Available at: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7764> [Accessed 23 March 2024].
- Sekercioglu, C.H., Wenny, D. and Whelan, C., 2016. *Why Birds Matter: Avian Ecological Function and Ecosystem Services*. Chicago: University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226382777.001.0001>
- Sekercioglu, C.H., 2002. Effects of forestry practices on vegetation structure and bird community of Kibale National Park, Uganda. *Biological Conservation*, 107(2), pp.229–240. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00097-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00097-6)
- SEMARNAT., 2010. *NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. [online] Available at: <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm> [Accessed 06 March 2024].
- Serna-Lagunes, R., Torres-Cantú, G. B. and García-Martínez, M. Á., 2023. Avifauna en fragmentos de Bosque Mesófilo de Montaña y vegetación secundaria en el municipio de Huatusco, Veracruz. *CienciaUAT*, 18(1), pp. 6-24.
- Shwartz, A., Shirley, S. and Kark, S., 2008. How do habitat variability and management regime shape the spatial heterogeneity of birds within a large Mediterranean urban park? Landsc Urban Plan. *Landscape and Urban Planning*, 84, pp.219–229. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.08.003>
- Soto Huaira, S., Gamarra-Toledo, V., López Tejeda, E. and Medina, C., 2019. Composición de la dieta de las aves de los bosques de Queñua (*Polylepis rugulosa*) en Arequipa, Suroeste del Perú. *Ornitología Neotropical*, 30, pp. 217 –223 <https://doi.org/10.58843/ornneo.v30i0.443>

- Ter-Braak, C.J.F. and Smilauer, P., 2002. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). [online] Available at: <https://research.wur.nl/en/publications/canoco-reference-manual-and-canodraw-for-windows-users-guide-soft> [Accessed 20 May 2024].
- Thrupp, L.A., 2000. Linking Agricultural Biodiversity and Food Security: The Valuable Role of Agrobiodiversity for Sustainable Agriculture. *International Affairs*, 76(2), pp.265–281. <https://doi.org/10.1111/1468-2346.00133>.
- Tscharntke, T., Sekercioglu, C.H., Dietsch, T.V., Sodhi, N.S., Hoehn, P. and Tylianakis, J.M., 2008. Landscape constraints on functional diversity of birds and insects in tropical agroecosystems. *Ecology*, 89(4), pp.944–951. <https://doi.org/10.1890/07-0455.1>
- Van Der Wal, H., Pea-Lvarez, B., Arriaga-Weiss, S. and Hernández-Daums, S., 2012. Species, functional groups, and habitat preferences of birds in five agroforestry classes in Tabasco, Mexico. *Wilson Journal of Ornithology*, 124, pp.558–571. <https://doi.org/10.1676/10-111.1>
- Vilchez Mendoza, S., Harvey, C., Sánchez-Merlo, D., Medina, A., Hernández, B., Taylor, R. and Saenz, J., 2007. Diversidad y composición de aves en un agropaisaje de Nicaragua. In: C.A. Harvey and J. C. Saénz, Eds. *Evaluación y conservación de Biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Santo Domingo de Heredia: Editorial Instituto Nacional de Biodiversidad. pp. 547–576.
- Villacis, J. and Chiriboga, C., 2016. Relaciones entre las variables socioeconómicas y la cobertura arbórea de fincas ganaderas del trópico húmedo del Ecuador. *Revista Cubana De Ciencias Forestales*, 4(2), pp. 149–163. [online] Available at: <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/179> [Accessed 29 March 2024].
- Walther, B.A. and Moore, J.L., 2005. The concepts of bias, precision and accuracy, and their use in testing the performance of species richness estimators, with a literature review of estimator performance. *Ecography*, 28(6), pp.815–829. <https://doi.org/10.1111/j.2005.0906-7590.04112.x>
- Wiens, J.A. and Moss, M.R., 2005. *Issues and Perspectives in landscape Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511614415>
- Wilson, J., Morris, A., Arroyo, B., Clark, S. and Bradbury, R., 1999. A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 75, pp.13–30. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00064-X](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00064-X)