



Variación de la diversidad de aves en cafetales bajo sombra en Zongolica, Veracruz

Variation in bird diversity of shade coffee plantations in Zongolica, Veracruz

Jhoseline Gutiérrez Zúñiga¹, José Rodrigo Carral Domínguez² , y Noé Velázquez-Rosas^{1*} 

¹ Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana. Xalapa-Enríquez, Veracruz, México

² Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa-Enríquez, Veracruz, México

* Autor de correspondencia: novelazquez@uv.mx

Resumen

Los cafetales bajo sombra mantienen una gran diversidad de aves; sin embargo, aún no se ha explorado la avifauna en algunas zonas cafetaleras asociados al bosque mesófilo de montaña en Veracruz. En este estudio documentamos la riqueza, diversidad y composición de la comunidad de aves en cafetales bajo sombra de dos localidades de Zongolica, Veracruz. Realizamos el muestreo en 10 cafetales bajo sombra en temporadas de seca y lluvia, utilizando transectos y redes de niebla. Registramos 119 especies, con 12 especies en riesgo a nivel nacional, incluyendo tres especies amenazadas. La mayoría de las especies fueron residentes (95 spp), con 22 migratorias y dos residentes de verano. *Chlorospingus flavopectus* y *Cardellina pusilla* fueron especies abundantes en ambas localidades y temporadas, pero hubo cambios en el resto de las especies dominantes en las localidades entre temporadas. La diversidad de Shannon difirió significativamente entre las dos localidades y hubo baja similitud entre localidades en temporada de seca (Jaccard = 30%) y lluvia (Jaccard = 41%). Esta diferencia en diversidad alfa y la baja similitud entre localidades probablemente están asociadas a la heterogeneidad de la vegetación y el manejo de los cafetales. Nuestros resultados resaltan la importancia de los cafetales bajo sombra de la Sierra de Zongolica como zonas para la conservación de aves.

Palabras clave: avifauna, bosque mesófilo de montaña, diversidad alfa y beta, manejo tradicional de cafetales, México.

Abstract

Shade-grown coffee plantations support a wide variety of birds; however, the avifauna of some coffee-growing areas associated with cloud forests in Veracruz has not yet been explored. In this study, we documented the richness, diversity, and composition of the bird community in shade-grown coffee plantations in two localities in Zongolica, Veracruz. We conducted surveys in 10 shade-grown coffee plantations during the dry and rainy seasons, using transects and mist-nets. We recorded 119 species, with 12 species at risk nationally, including three threatened species. Most species were

INFORMACIÓN SOBRE EL ARTÍCULO

Recibido:

21 de febrero de 2024

Aceptado:

5 de agosto de 2025

Editora Asociada:

Iriana Leticia Zuria Jordan

Contribución de cada uno de los autores:

JGZ: idea original, diseño de muestreo, trabajo de campo, elaboración y revisión del manuscrito. JRCD: trabajo de campo, elaboración y revisión del manuscrito. NVR: idea original, diseño de muestreo, colaboración en campo, elaboración y revisión del manuscrito.

Cómo citar este documento:

Gutiérrez Zúñiga J, Carral Domínguez JR, Velázquez-Rosas N. 2025. Variación de la diversidad de aves en cafetales bajo sombra en Zongolica, Veracruz. Huitzil Revista Mexicana de Ornitología 26(1):e683. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2025.26.1.786>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento No Comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

resident (95 sp), with 22 migratory and two summer residents. *Chlorospingus flavopectus* and *Cardellina pusilla* were abundant species in both localities and seasons, but other dominant species varied between localities and seasons. Shannon diversity index differed significantly between the two localities, and there was low similarity between localities in the dry (Jaccard = 30%) and rainy (Jaccard = 41%) seasons. This difference in alpha diversity and low similarity between localities is probably associated with heterogeneity of the vegetation and the management of coffee plantations. Our results highlight the importance of the shade-grown coffee plantations of the Sierra de Zongolica for avian conservation.

Key words: alpha and beta diversity, avifauna, cloud forest, Mexico, traditional management of coffee plantations.

Introducción

Las actividades agrícolas y sus prácticas intensivas son responsables de la pérdida y fragmentación del hábitat y son las principales amenazas para el mantenimiento de la biodiversidad (Tejeda-Cruz y Sutherland 2004, Sarukhán et al. 2009). Sin embargo, sistemas agroforestales como los cafetales bajo sombra han sido considerados un complemento para la conservación biológica (Moguel y Toledo 1999, Perfecto et al. 2003, Manson et al. 2008). Los cafetales bajo sombra tienen una estructura similar a la de un bosque, por lo cual poseen una alta riqueza de especies vegetales y el dosel está constituido por una amplia variedad de árboles nativos (Williams-Linera y López-Gómez 2007). Por ello, los cafetales bajo sombra mantienen una alta diversidad de diferentes grupos biológicos y proveen diversos servicios ambientales como retención y mantenimiento de la fertilidad del suelo (Jiménez-Ávila y Gómez-Pompa 1982, Manson et al. 2008), la infiltración de agua, captación de carbono y regulación del clima regional (Manson et al. 2008, Barradas et al. 2010, Soto-Pinto et al. 2010).

En el caso particular de la avifauna, en cafetales bajo sombra se han reportado entre 90 y 181 especies de aves, cifra similar a la composición de aves en bosques tropicales conservados (Tejeda-Cruz y Sutherland 2004, Chandler 2011). En cafetales bajo sombra, las especies migratorias son frecuentes, registrándose 90 de las 190 especies que migran hacia la región neotropical (Tejeda-

Cruz y Sutherland 2004, Leyequien et al. 2010). Las especies insectívoras son las más abundantes seguidas por las frugívoras y nectarívoras (60% y 40% respectivamente; Leyequien et al. 2010). Esto se debe a la variación estructural de la vegetación de los cafetales bajo sombra, que ofrece diversos recursos alimenticios (néctar, insectos y frutos), así como sitios para refugiarse y anidar (Perfecto et al. 1996, Tejeda-Cruz y Sutherland 2004, Cruz-Angón y Greenberg 2005, Leyequien et al. 2010).

En los cafetales asociados al bosque mesófilo de montaña de Veracruz se reporta una alta diversidad de avifauna. En cafetales de la zona Coatepec – Teocelo se han registrado hasta 136 especies de aves, 93 residentes y 43 migratorias (Aguilar-Ortiz 1982, Tejeda-Cruz y Sutherland 2004, Cruz Angón y Greenberg 2005). No obstante, en esta zona existen regiones cafetaleras de importancia ecológica y cultural en donde no se ha explorado la asociación de la avifauna con los sistemas cafetaleros. Entre estas se incluye la Sierra de Zongolica, que está ubicada en uno de los 12 municipios de producción de café en Veracruz (Manson et al. 2008).

En la Sierra de Zongolica se ha documentado la presencia de 426 especies de aves residentes, migratorias de verano, migratorias de invierno y transitorias (AvesMx 2015) y 255 de acuerdo a los registros de e-Bird México (Fink et al. 2023). Sin embargo, no se ha evaluado la contribución de los cafetales bajo sombra para la diversidad de aves en esta región. Esta información es relevante para establecer estrategias de conservación y manejo sustentable de estos sistemas agroforestales, manteniendo la biodiversidad que resguardan. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar la riqueza, diversidad y abundancia de especies de aves residentes y migratorias presentes en cafetales bajo sombra de dos localidades de Zongolica, Veracruz.

Métodos

Área de estudio

En las localidades de San José Independencia (18°45'20.00 N, 96°56'39.00" O) y Tlaixco (18°41'57.00 N, 96°56'26.99" O) ubicadas en el municipio de Zongolica, Veracruz, se seleccionaron 10 cafetales bajo sombra; cinco en cada localidad. Los tipos de vegetación presentes en la región de estudio fueron de selva mediana subperennifolia y bosque mesófilo de montaña (INEGI 2010). Los 10 cafetales de estudio se localizaron en la franja

altitudinal del bosque mesófilo de montaña en un gradiente de entre 1200 y 1400 msnm. Todos los cafetales de estudio correspondieron a policultivos tradicionales con manejo orgánico, donde se utiliza una variedad de plantas, tanto nativas como introducidas, como sombra del café (Moguel y Toledo 1999).

En los cinco cafetales de San José Independencia, las especies arbóreas estructuralmente más importantes fueron jonote (*Heliocarpus appendiculatus*), coyolillo (*Trichospermum mexicanum*) e ixpepe (*Trema micrantha*). Otros árboles abundantes fueron el vainillo (*Inga jinicuil*) y fresno (*Fraxinus uhdei*). La altura de la vegetación varió entre 4 y 20 m (Gutiérrez-Zúñiga 2021). Para los cinco cafetales ubicados en Tlaixco, la cobertura de árboles de sombra fue más abierta y menos diversa (Gutiérrez-Zúñiga 2021). Las especies arbóreas estructuralmente más importantes fueron ilite (*Alnus acuminata*), palo popotoca (*Lippia myriocephala*), aguacate (*Persea schiedeana*), cafecillo (*Vismia baccifera*) e ixpepe (*T. micrantha*). La altura de la vegetación fue desde los 5 a 16 m (Gutiérrez-Zúñiga 2021).

Registro de aves en cafetales

Realizamos el muestreo durante tres días consecutivos en cada temporada de seca (enero y febrero) y de lluvia (junio y julio) de 2019. En cada cafetal bajo sombra recorrimos una vez un transecto de 600 m de longitud, registrando las aves detectadas de forma visual y auditiva (Hutto et al. 1986, Ralph et al. 1996). Los recorridos en los transectos se realizaron de las 07:00 a las 11:00 h, cada uno con duración de 90 mins aproximadamente. En cada transecto registramos la especie y número de individuos, las cuales fueron determinadas con el apoyo de guías de campo (Peterson y Chalif 1994, Howell y Webb 1995).

Utilizamos como metodología complementaria redes de niebla que fueron ubicadas en las veredas de los cafetales de ambas localidades. Instalamos tres redes (12 m de largo x 2.5 m de alto; 13 mm de luz de malla) en cada cafetal, para un total de 15 redes de niebla. Las 15 redes se abrieron de manera simultánea con la finalidad de reducir la variación temporal, de las 07:00 a 11:00 h, obteniendo 60 h-red por día en cada uno de las dos localidades, y fueron revisadas cada 15 o 30 mins (Ralph et al. 1996). En cada localidad, se acumularon 180 h-red por temporada, sumando 360 h-red por

temporada en las dos localidades, con un total de 720 h-red acumulado para todos los sitios en ambas temporadas.

Para el listado avifaunístico seguimos el orden taxonómico propuesto por la American Ornithological Society (AOS 2018) hasta su más reciente suplemento (Chesser et al. 2019). La ocurrencia estacional y la categoría de endemismo fueron definidas para el estado de Veracruz de acuerdo con Montejo y McAndrews (2006). Para determinar el estado de conservación a nivel nacional e internacional, utilizamos la NOM-059 (SEMARNAT 2010) y la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2019).

Análisis de los datos

Para determinar la riqueza y diversidad de aves en cada sitio de cafetal, se integraron los datos obtenidos de los transectos y redes de niebla. Para evaluar el esfuerzo de muestreo, en primer lugar se calculó el estimador de riqueza Chao 1 para cada sitio de estudio (Magurran y McGill 2011), utilizando el programa EstimateS 9.1 (Colwell 2013). Posteriormente, calculamos el porcentaje que representan las especies registradas de las estimadas con Chao 1 en cada sitio, con la siguiente fórmula: Esfuerzo de muestreo = (número de especies registradas/especies estimadas con Chao 1)*100.

Para evaluar la diversidad alfa en los sitios de estudio y temporadas, calculamos el índice de diversidad de Shannon ($H' = -\sum p_i \ln p_i$; Magurran y McGill 2011). Realizamos un ANOVA factorial para determinar diferencias estadísticas en la diversidad alfa entre los sitios en las dos temporadas, considerando como variable de respuesta el valor promedio de Shannon para cada localidad y temporada, utilizando los cinco sitios por localidad como replicas. Se comprobó la normalidad de los residuales con la prueba de Shapiro-Wilks. En los casos que registramos diferencias significativas realizamos pruebas pareadas t-Student. Estos análisis fueron realizados con el programa JMP (ver. 8 SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989-2019).

Para evaluar la diversidad beta entre localidades en ambas temporadas, estimamos la similitud de especies en ambas localidades mediante el índice de similitud de Jaccard (Magurran y McGill 2011). Además, realizamos curvas de rango-abundancia (Log_{10}) para comparar la abundancia de las especies

entre ambas zonas cafetaleras por temporada.

Resultados

Composición y riqueza de especies

En total registramos 947 individuos de 119 especies de aves, que pertenecieron a 14 órdenes, 30 familias y 96 géneros. Los cafetales de Tlaixco presentaron mayor riqueza con 91 especies; mientras que en San José Independencia registramos 78 especies. El orden Paseriformes fue el mejor representado en ambas localidades (92 especies), seguido de los Apodiformes (12 especies) y Piciformes (6 especies). Las familias con más especies fueron Tyrannidae (15 especies) y Parulidae (14 especies).

La mayoría de las especies registradas fueron residentes (95 especies), con 22 especies migratorias y dos residentes de verano (*Legatus leucophaeus* y *Myiodynastes luteiventris*). Además, registramos cuatro especies endémicas a México (*Atthis heloisa*, *Melanotis caerulescens*, *Geothlypis nelsoni* y *Catharus occidentalis*), cuatro cuasiendémicas (*Icterus graduacauda*, *Basileuterus rufifrons*, *Arremonops rufivirgatus* y *Ptiliogonys cinereus*) y dos semiendémicas (*Empidonax occidentalis* y *Vireo cassinii*). Respecto al estado de conservación, registramos 12 especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT 2010). Registramos tres especies (*Sclerurus mexicanus*, *Catharus frantzii* y *Pionus senilis*) que se consideran amenazadas a nivel nacional, y nueve especies que se encuentran sujetas a protección especial (*Accipiter cooperii*, *Accipiter striatus*, *Phaethornis striigularis*, *Psarocolius wagleri*, *Psarocolius montezuma*, *Myadestes occidentalis*, *Aulacorhynchus prasinus*, *Amazona albifrons* y *Crypturellus cinnamomeus*).

Registramos 94 especies en temporada de seca y 76 especies en temporada de lluvia. En la temporada seca, hubo 60 especies residentes

en Tlaixco y 36 especies residentes en San José Independencia. El número de especies migratorias fue similar en las dos localidades (Tlaixco = 17, San José Independencia = 11 especies). En la temporada de lluvias registramos un número similar de especies residentes en las dos localidades: 50 en San José Independencia y 55 en Tlaixco. En esta temporada no se registró ninguna especie migratoria.

Riqueza y diversidad de especies

Obtuvimos un esfuerzo de muestreo mayor al 63% para las dos localidades en ambas temporadas, registrando los valores más altos en temporada de lluvia (Tabla 1). El ANOVA demostró diferencias significativas en la diversidad de Shannon entre las dos localidades ($F_{1,16} = 21.8$, $P < 0.0001$). La localidad de Tlaixco presentó la diversidad significativamente más alta en comparación con San José Independencia. No hubo diferencias significativas en el índice de diversidad de Shannon entre temporadas ($F_{1,16} = 0.69$, $P = 0.4$). Referente a la diversidad beta, en temporada de seca las comunidades tuvieron una similitud baja de 30% entre las dos localidades, compartieron 29 especies de aves (Figura 1). En temporada de lluvia, la similitud incrementó ligeramente a 41%, donde se compartieron 31 especies de aves entre las dos localidades (Figura 1).

Estructura de comunidades

Las curvas de rango-abundancia demostraron que, de manera general, *Chlorospingus flavopectus* fue una especie abundante en ambas temporadas en las dos localidades de estudio (Figura 2). En la temporada seca, *Cardellina pusilla* fue una especie abundante en ambas localidades (Figura 2). Sin embargo, hubo cambios en el resto de las especies dominantes en las localidades entre temporadas. En temporada de lluvia, otras especies abundantes en San José Independencia fueron *Turdus grayi*, *Campylorhynchus zonatus*, *Euphonia*

Tabla 1. Riqueza, esfuerzo de muestreo y diversidad de aves registradas en temporadas de seca y lluvia de 2019 en los cafetales de San José Independencia y Tlaixco, en el municipio de Zongolica, Veracruz.

Localidad	Temporada	Riqueza	Chao 1	Esfuerzo muestreo (%)	Diversidad Shannon (H')
San José Independencia	seca	45	70.5	63.85	3.45
Tlaixco	seca	78	96.3	80.96	3.95
San José Independencia	lluvia	51	56.5	92.03	3.58
Tlaixco	lluvia	56	64.7	86.53	3.65

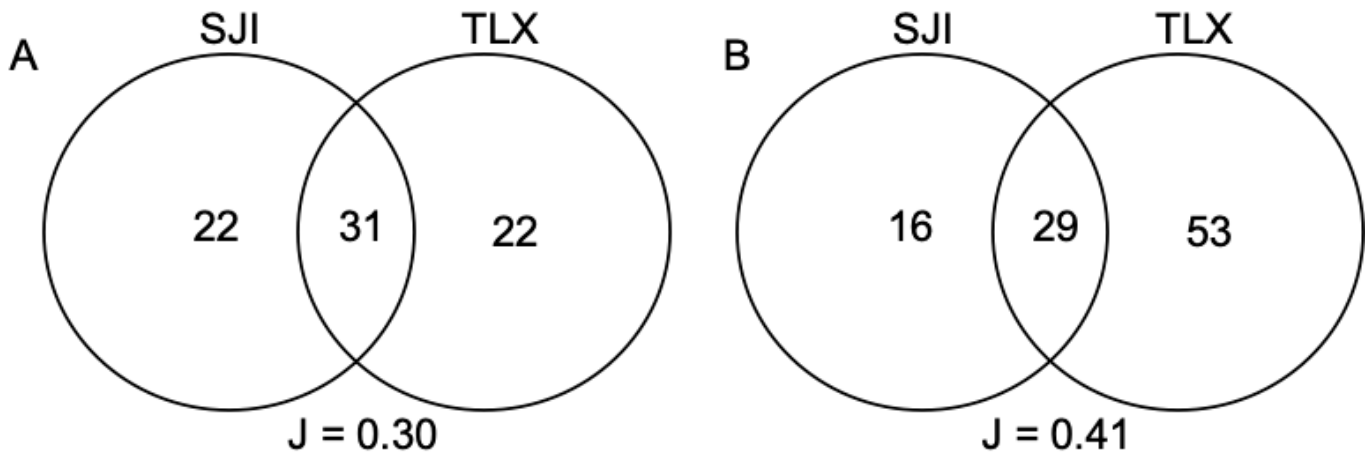


Figura 1. Diagrama de Venn representando la similitud de Jaccard en especies de aves de los cafetales entre dos localidades de San José Independencia (SJI) y Tlaixco (TLX), en temporada de seca (A) y lluvia (B). Valores dentro del diagrama muestran el número de aves compartidas y únicas.

affinis y *Psilorhinus morio*; mientras que en Tlaixco *Pheugopedius maculipectus*, *Catharus aurantirostris*, *Turdus grayi* y *Troglodytes aedon* fueron dominantes (Figura 2A). En temporada seca, en los cafetales de San José Independencia, *Basileuterus rufifrons*, *Amazilia beryllina* y *Basileuterus culicivorus* fueron abundantes, mientras que en los cafetales de Tlaixco las especies más abundantes fueron *Arremon brunneinucha*, *Sporophila morelleti* y *Campylopterus curvipennis* (Figura 2B).

Discusión

En los cafetales bajo sombra de Zongolica logramos confirmar que resguardan una cantidad relevante de

la avifauna de la región. Las 119 especies de aves que registramos en este estudio corresponden al 27.9% de las 426 aves documentadas en la región de Zongolica (AvesMx 2015) y al 16.6% de las 719 especies reportadas para el estado de Veracruz (Gallardo-del Ángel y Aguilar-Rodríguez 2011, Navarro-Sigüenza et al. 2014). La riqueza de los cafetales de Zongolica es mayor a la riqueza registrada en otras zonas cafetaleras con el mismo manejo de la región centro de Veracruz, donde tienen registrado 73 y 91 especies de aves en cafetales de Coatepec y Huatusco respectivamente (Cruz-Angón y Greenberg 2005, De Haro 2006, Tejeda-Cruz y Gordon 2008) y que en otros estados como Oaxaca (96 spp; Aragón y López-Paniagua 2005).

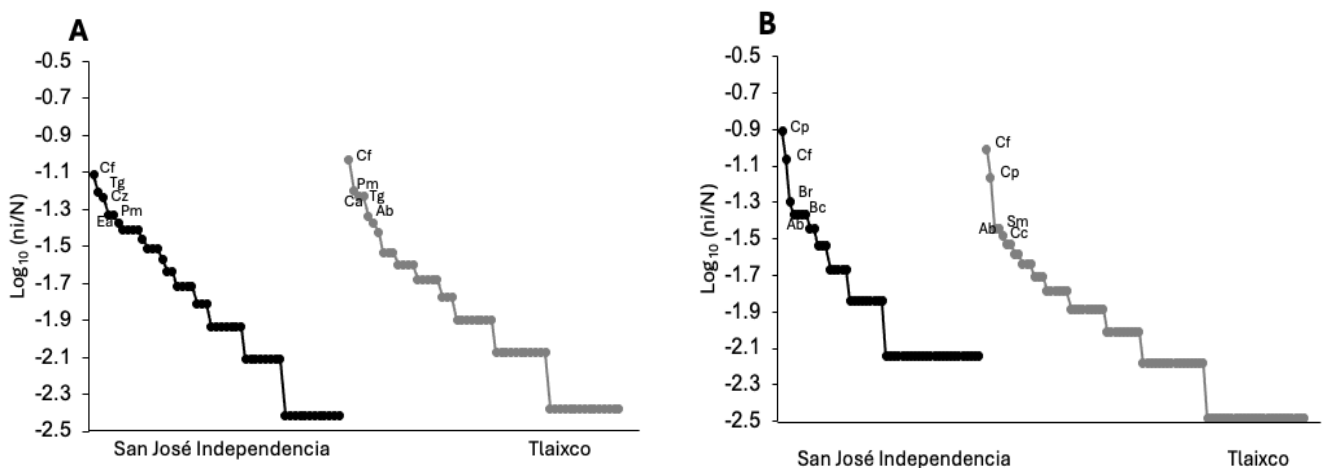


Figura 2. Curvas de rango-abundancia (Log_{10}) de las especies de aves registradas en los cafetales de San José Independencia y Tlaixco, Veracruz, en temporada de lluvia (A) y seca (B). Se muestran las cinco especies más abundantes en cada localidad en las dos temporadas. *Arremon brunneinucha* = Ab, *Basileuterus culicivorus* = Bc, *Basileuterus rufifrons* = Br, *Cardellina pusilla* = Cp, *Campylopterus curvipennis* = Cc, *Campylorhynchus zonatus* = Cz, *Catharus aurantirostris* = Ca, *Chlorospingus flavopectus* = Cf, *Euphonia affinis* = Ea, *Pheugopedius maculipectus* = Pm, *Psilorhinus morio* = Pmo, *Sporophila morelleti* = Sm, *Troglodytes aedon* = Ta y *Turdus grayi* = Tg.

La riqueza que registramos en el presente estudio es consistente con otros estudios que muestran que los cafetales bajo sombra resguardan una cantidad importante de la biodiversidad de los ecosistemas en los que se encuentran asociados (Moguel y Toledo 1999, Tejeda-Cruz y Sutherland 2004, Chandler 2011).

En otras zonas cafetaleras de México y Guatemala se ha documentado una mayor riqueza de especies que la que reportamos para los cafetales de Zongolica (131 spp, Aguilar-Ortiz 1982; 180 spp, Greenberg et al. 1997; 181 spp, Leyequién et al. 2010). Sin embargo, en estos trabajos la superficie de estudio es mayor, así como el número y tipo de cafetales, el tiempo de observación, metodologías distintas y en varios trabajos se incluyen fragmentos de bosque. Nuestro estudio incluyó solo el tipo de manejo de cafetal de policultivo tradicional, por lo cual es probable que la riqueza registrada pueda ser mayor si incluimos otros tipos de manejo de cafetal. Aun así los cafetales bajo sombra de Zongolica mantienen una alta diversidad de especies de aves, lo que la convierte en una zona relevante para la conservación de la avifauna.

Además, la baja similitud que registramos en la composición de aves en los cafetales entre las dos localidades, posiblemente está asociada con la heterogeneidad en composición y estructura de la vegetación de estos agrosistemas. El paisaje donde se encuentran inmersos los cafetales estudiados es muy parecido, en términos de los usos de suelo (agropecuario, zonas urbanas), cobertura forestal y nivel de fragmentación (Gutiérrez-Zúñiga 2021). Sin embargo, la composición y estructura de las comunidades vegetales a las que están asociados los cafetales son muy heterogéneas (Gutiérrez-Zúñiga 2021). Esta heterogeneidad ambiental determina que exista un mosaico de diversos recursos en términos espaciales y temporales para las aves residentes y migratorias (Gutiérrez-Zúñiga 2021). Debido a la variedad de especies arbóreas utilizadas para dar sombra al café y a su fenología, los cafetales ofrecen una diversidad de recursos disponibles en diferentes estaciones del año e influyen en la distribución de aves (De Stefano et al. 2012, Philpott y Bichier 2012).

Las dos especies más dominantes en los cafetales bajo sombra, *Cardellina pusilla* y *C. flavopectus*, se alimentan principalmente de insectos encontrados en el follaje y vegetación epífita, complementada

por pequeños frutos de plantas de las familias Melastomataceae y Ericaceae (Peterson y Chalif 1994, InBio 2010). En el caso de *C. flavopectus* es una especie residente común que suele alimentarse en grupos en el sotobosque y estrato bajo arbustivo, lo cual puede explicar su presencia abundante en los cafetales estudiados. Por su parte, *C. pusilla* es una especie migratoria frecuente de observar en temporada seca, en matorrales de zonas bajas y montañosas, generalmente se alimenta en el sotobosque en arbustos pequeños (Ammon y Gilbert 2020). Su presencia en cafetales bajo sombra es abundante, ya que en temporada migratoria estos sistemas agroforestales son utilizados como refugios, sitios de alimentación y descanso por las especies migratorias (Gordon et al. 2007, Tejeda-Cruz y Gordon 2008, González-Medina et al. 2016).

Los Apodiformes (colibrís) fue el segundo grupo de aves mejor representado en los cafetales estudiados, registrando 12 especies. Esto es similar a la riqueza de 12 y 14 especies de colibrís en cafetales de la región centro de Veracruz (De Haro 2006) y en Chiapas (Greenberg et al. 1997), respectivamente. Sin embargo, estos estudios incluyen más sistemas de manejo de cafetal (policultivo y monocultivo). Por otra parte, la riqueza de especies de colibrís en cafetales de Zongolica es el doble de las cinco especies de colibrís registradas en otros sistemas agroforestales de Coatepec y la Sierra Norte de Oaxaca (Aragón y López-Paniagua 2005, Cruz-Angón y Greenberg 2005). Esto podría ser debido a que las especies arbóreas utilizadas en los cafetales bajo sombra, como las del género *Inga*, las especies epífitas de la familia Bromeliaceae y las flores de la familia Heliconiaceae proveen recursos nectaríferos y favorecen la presencia de insectos (González-Medina et al. 2016, Arizmendi et al. 2016, Johnson 2000). Estos recursos son aprovechados por individuos de la familia Trochilidae, por lo cual su presencia es común en los cafetales (De Haro 2006, Tejeda-Cruz y Gordon 2008). Esto indica que estos cafetales son importantes para la diversidad de colibrís, considerando que solo estudiamos una pequeña parte del área cafetalera de la región (10 cafetales), en parcelas de extensión reducida.

Igualmente, registramos 12 especies de aves bajo alguna categoría de riesgo nacional, incluyendo tres especies Amenazadas: *Pionus senilis*, *Catharus frantzii* y *Sclerurus mexicanus*, esta última considerada como una especie rara (Peterson y Chalif 1994, Cooper et al. 2021). Ambos *C. frantzii* y *S.*

mexicanus se alimentan de insectos en el sotobosque y estratos bajos del bosque (Taylor et al. 2020, Cooper et al. 2021), mientras que *P. senilis* consume las semillas de árboles como *Inga* spp, *Erythrina* spp. y algunas palmas (Salinas-Melgoza y Renton 2008). Esto demuestra que los cafetales bajo sombra pueden ofrecer recursos para las especies de aves vulnerables, posiblemente asociados a aspectos del manejo de los cafetales. De manera particular, el manejo libre de podas, insecticidas y de eliminación de plantas epífitas, así como la heterogeneidad propia de los bosques mesófilos, se han asociado a la conservación de especies sensibles o vulnerables a la transformación del hábitat (Stotz et al. 1996, Cruz-Angón y Greenberg 2005, Gordon et al. 2007, Leyequién et al. 2010, Gutiérrez-Zúñiga 2021).

Nuestros resultados confirman la importancia de los cafetales bajo sombra para la conservación de la avifauna. Por ello, es relevante establecer estrategias de conservación y manejo sustentable de estos sistemas agroforestales. Se debe promocionar el manejo de policultivo tradicional y rusticano, que mantenga una mayor complejidad estructural de los cafetales. Además, promover una composición vegetal heterogénea en dosel, que en conjunto aumenten la disponibilidad de recursos para las aves y permitan su permanencia a mediano y largo plazo.

Agradecimientos

A los propietarios de los diez cafetales A. A. Zavaleta, M. L. Apale y P. S. Colohua. A los ornitólogos E. Ruelas Inzunza por su apoyo en el diseño del muestreo, ayuda económica y equipo de trabajo; a E. Córdoba, I. Chávez, A. Beltrán, G. Contreras, J. A. Lobato, J. C. Magaña, G. Ramón, M. Gómez y C. Núñez por la determinación taxonómica durante el trabajo de campo.

Literatura citada

Aguilar-Ortiz F. 1982. Estudio ecológico de las aves del cafetal. Estudios ecológicos en el agroecosistema cafetalero. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz, México.

Ammon EM, Gilbert WM. 2020. Wilson's Warbler (*Cardellina pusilla*), version 1.1. En Schulenberg TS (ed.). *Birds of the World*. Ithaca, Cornell Lab of Ornithology New York. E.U.A. <https://doi.org/10.2173/bow.wlsvar.01> (consultado el 10 de junio 2025).

AOS (American Ornithological Society). 2018. American Ornithological Society's Check-list of North American Birds. <http://checklist.aou.org/> (consultado el 24 de febrero de 2020).

Aragón R, López-Paniagua J. 2005. Aves presentes en los cafetales del Rincón de Ixtlán, Sierra Norte, Oaxaca, México. Grupo Mesófilo, A. C. http://www.grupomeso-filo.org/pdf/proyectos/SAC/SAC_aves.pdf (consultado el 10 de febrero 2020).

Arizmendi MC, Berlanga H, C. Rodríguez-Flores, Vargas-Canales V, Montes-Leyva L, Lira R. 2016. Hummingbird conservation in Mexico: The natural protected areas system. *Natural Areas Journal* 36:366-376. <https://doi.org/10.3375/043.036.0404>

AvesMx (La Red de Conocimiento sobre las Aves de México). 2015. Sierra de Zongolica y Tenango. http://avesmx.conabio.gob.mx/EspeciesRegion.html#AICA_252. (consultado el 20 de enero de 2019).

Barradas VL, Cervantes-Pérez J, Ramos-Palacios R, Puchet-Anyul C, Vázquez-Rodríguez P, Granados-Ramírez R. 2010. Meso-scale climate change in the central mountain region of Veracruz State, Mexico. Pp.549-556. En Bruijnzeel LA, Scatena FN, Hamilton LS (eds.). *Tropical Montane Cloud Forests: Science for Conservation and Management*. Cambridge University Press, Cambridge.

Chandler R. 2011. Avian ecology and conservation in tropical agricultural landscape with emphasis on *Vermivora chrysoptera*. Tesis de Doctorado, Universidad de Massachusetts- Amherst, E.U.A.

Chesser RT, Burns KJ, Cicero C, Dunn JL, Kratter AW, Lovette IJ, Rasmussen PC, Remsen JV, Stotz DF, Winker K. 2019. Sixtieth supplement to the American Ornithological Society's check-list of North American birds. *The Auk* 136:ukz042. <https://doi.org/10.1093/auk/ukaa030>

Colwell RK. 2013. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and Application. <http://purl.oclc.org/estimates>. (consultado el 20 de febrero del 2020).

Cooper JC, Barragán DF, Juárez R, Boesman PFD.

2021. Middle American Leaf-tosser (*Sclerurus mexicanus*), version 1.1. En Schulenberg TS (ed.). Birds of the World. Ithaca, Cornell Lab of Ornithology New York. E.U.A. <https://birdsoftheworld.org/bow/species/tatleal/cur/introduction?lang=es> (consultado el 10 de enero 2025).
- Cruz-Angón A, Greenberg R. 2005. Are epiphytes important for birds in coffee plantations? An experimental assessment. *Journal of Applied Ecology* 42:150-159. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2004.00983.x>
- De Haro GS. 2006. Efecto del manejo del cafetal sobre las aves en el centro del estado de Veracruz, México. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz, México.
- De Stefano K, Merler JA, Magnano AL, Nanni AS, Kandus P, Quintana RD. 2012. Relación entre la heterogeneidad ambiental y el patrón de distribución y la riqueza de aves en dos unidades de paisajes del Delta del Paraná, Argentina. *Ornitología Neotropical* 23:169-84.
- Fink D, Auer T, Johnston A, Strimas-Mackey M, Ligocki S, Robinson O, Hochachka W, Jaromczyk L, Crowley C, Dunham K, Stillman A, Davies I, Rodewald A, Ruiz-Gutiérrez V, Wood C. 2023. Estado y tendencias de eBird, versión de datos: 2022; Publicado: 2023. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, Nueva York. <https://ebird.org/region/MX-VER-209> (consultado el 20 de enero de 2025).
- Gallardo-del Ángel JC, Aguilar-Rodríguez SH. 2011. Aves. Pp. 559-578. En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. La biodiversidad en Veracruz: estudio de estado. Gobierno del estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, AC, México.
- González-Medina JK, Figueroa-Esquivel EM, Puebla-Olivares F. 2016. Avifauna de dos zonas cafetaleras en Nayarit, oeste de México. *Huitzil* 17:18-32. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2016.17.1.212>
- Gordon C, Manson R, Sundberg J, Cruz-Angón A. 2007. Biodiversity, profitability, and vegetation structure in a Mexican coffee agroecosystem. *Agriculture Ecosystems y Environment* 118:256-266. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.05.023>
- Greenberg R, Bichier P, Cruz-Angón A, Reitsma R. 1997. Bird populations in shade and sun coffee plantations in central Guatemala. *Conservation Biology* 11:448-459. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1997.95464.x>
- Gutiérrez-Zuñiga J. 2021. Conservación de aves Passeriformes en sistemas cafetaleros: la influencia de la estructura y composición de la vegetación y los elementos del paisaje. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.
- Hutto RL, Pletschet SM, Hendricks P. 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk* 103:593-602.
- Howell SNG, Webb S. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press. New York, E.U.A.
- INBio (Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica). 2010. *Chlorospingus ophthalmicus*. <https://www.gbif.org/es/search?q=Chlorospingus%20ophthalmicus> (consultado el 6 de junio de 2025).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2010. Cuadernos Estadístico Municipal de Zongolica, Veracruz de Ignacio de la Llave. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2019. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-3. <https://www.iucnredlist.org/> (consultado el 24 febrero de 2020).
- Jiménez-Ávila E, Gómez-Pompa A. 1982. Estudios ecológicos en el agrosistema cafetalero. Instituto Nacional de Investigaciones sobre los Recursos Bióticos y Compañía Editorial Continental. México, D.F.
- Johnson M. 2000. Effects of shade-tree species and crop structure on the winter arthropod and bird communities in Jamaica shade coffee plantation. *Biotropica* 32:133-145. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00456.x>
- Leyequién E, Boer W, Toledo VM. 2010. Bird community composition in a shaded coffee agro-ecological matrix in Puebla, Mexico: the

- effects of landscape heterogeneity at multiple spatial scales. *Biotropica* 42:236-245. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00553.x>
- Magurran AE, McGill BJ. 2011. Biological diversity. Frontiers in measurement and assessment. Oxford University Press, New York, E.U.A.
- Manson R, Contreras A, López-Barrera F. 2008. Estudios de la biodiversidad en cafetales. Pp.1-14. En Manson R, Hernández-Ortiz V, Gallina S, Mehlreter K (eds.). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, Manejo y Conservación. Instituto de Ecología AC, INE- SEMARNAT, México, D.F.
- Moguel P, Toledo VM. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13:11-21. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.97153.x>
- Montejo DJ, McAndrews A. 2006. Listado de las aves de Veracruz. Boletín de Divulgación No. 1. Endémicos Insulares, A. C. Veracruz, Veracruz, México.
- Navarro-Sigüenza AG, Rebón-Gallardo MF, Gordillo-Martínez A, Peterson AT, Berlanga-García H, Sánchez-González LA. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:S476-S495. <https://doi.org/10.7550/rmb.41882>
- Perfecto I, Mas A, Dietsch T, Vandermeer J. 2003. Conservation of biodiversity in coffee agroecosystems: a tri-taxa comparison in southern Mexico. *Biodiversity and Conservation* 12:1239-1252. <https://doi.org/10.1023/A:1023039921916>
- Perfecto I, Rice RA, Greenberg R, Van der Voort ME. 1996. Shade coffee: A disappearing refuge for biodiversity. *BioScience* 46:598-608. <https://doi.org/10.2307/1312989>
- Peterson TR, Chalif E. 1994. Aves de México Guía de campo. 1ra edición, Editorial Diana, México, D.F.
- Philpott SM, Bichier P. 2012. Effects of shade tree removal on birds in coffee agroecosystems in Chiapas, Mexico. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 149:171-180. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.02.015>
- Ralph J, Geupel GR, Pyle P, Martin T, DeSante D, Milá B. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S., Department of Agriculture.
- Salinas-Melgoza A, Renton K. 2008. Ficha técnica de *Pionus senilis*. Pp. 1-6. En Escalante-Pliego P, (compilador). Fichas sobre las especies de Aves incluidas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-ECOL-2000. Parte 2. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W042. México, D.F.
- Sarukhán J, Koleff P, Carabias J, Soberón J, Dirzo R, Llorente-Bousquets J, Halffter G, González R, March I, Mohar A, Anta S, De la Maza J. 2009. Capital Natural de México. Síntesis: el conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 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. Diario Oficial de la Federación. México, DF. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección. <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2454.pdf> (consultado el 24 de febrero de 2020).
- Soto-Pinto L, Anzueto M, Mendoza J, Ferrer G, de Jong B. 2010. Carbon sequestration through agroforestry in indigenous communities of Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems* 78:39-51. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-009-9247-5>
- Stotz DF, Fitzpatrick JW, Parker III TA, Moskovits DK. 1996. Neotropical birds: ecology and conservation. University of Chicago Press. Chicago, Illinois, E.U.A.
- Taylor J, Soberanes-González CA, Rodríguez-Flores CI, Arizmendi MC. 2020. Ruddy-capped Nightingale-Thrush, *Catharus frantzii*. The birds of the World. Ithaca, NY: Cornell Lab of Ornithology. <https://www.hbw.com/node/58369> (consultado el 28 de marzo de 2020).

Tejeda-Cruz C, Gordon C. 2008. Aves. Pp. 149-160. En Manson R, Hernández-Ortiz V, Gallina S, Mehltreter K (eds.). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología AC, INESEMARNAT, México, D.F.

Tejeda-Cruz C, Sutherland W. 2004. Bird responses to shade coffee production. *Animal Conservation* 7:169-179. <https://doi.org/10.1017/S1367943004001258>

Williams-Linera G, López-Gómez AM. 2007. Estructura y diversidad de la vegetación leñosa en fincas cafetaleras. Pp. 55-68. En Manson R, Hernández-Ortiz V, Gallina S, Mehltreter K (eds.). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, Manejo y Conservación. Instituto de Ecología AC, INESEMARNAT, México, D.F.