

Tlamati Sabiduría



Aves de la Sierra Norte, una región poco explorada y prioritaria para la conservación en el estado de Guerrero

Edson A. Alvarez-Alvarez^{1,2,*}

¹Laboratorio Integral de Fauna Silvestre (área de Ornitología), Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero. Av. Lázaro Cárdenas s/n, 39000, Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México

²Posgrado en Recursos Naturales y Ecología, Facultad de Ecología Marina, Universidad Autónoma de Guerrero. Av. Gran vía tropical, Fraccionamiento Las Playas, 39390, Acapulco, Guerrero, México

*Autor de correspondencia
alvarez.ea@outlook.com

Resumen

La Sierra Norte del estado de Guerrero es una región con amplia trascendencia biológica. Sin embargo, aún existen vacíos de información sobre la distribución, historia natural y ecología de las aves en esta región prioritaria para la conservación. En este estudio, se analizó la composición, riqueza y el recambio de especies de aves en ambientes naturales y antropogénicos (bosque mesófilo de montaña, bosque de cedro, bosque de encino, bosque tropical seco, vegetación secundaria y cultivos agrícolas) en la Sierra Norte del estado de Guerrero. El trabajo de campo se realizó en 17 meses repartidos de 2017 a 2020. Las especies de aves se registraron de manera visual y auditiva. Las aves se categorizaron por su estacionalidad, endemismo, categoría de riesgo y gremios alimentarios. Se registró un total de 170 especies de aves pertenecientes a 35 familias y 12 órdenes. El bosque de cedro presentó la mayor riqueza (82 especies de aves). El bosque tropical seco y el bosque de cedro obtuvieron el mayor número de aves residentes y migratorias (57 y 26, respectivamente). El bosque tropical seco tuvo más especies endémicas (14). Las aves insectívoras e insectívoro-frugívoras estuvieron mejor representadas en el bosque de cedro, las frugívoras y granívoras en el bosque tropical seco, y las omnívoras en la zona agrícola. La composición y riqueza de especies de aves son resultado de las condiciones ecológicas y orográficas de la zona. Las actividades antropogénicas también contribuyeron con la agregación de especies de aves, principalmente generalistas. Se obtuvieron 38

Como citar el artículo:

Alvarez-Alvarez, E.A. (2022). Aves de la Sierra Norte, una región poco explorada y prioritaria para la conservación en el estado de Guerrero. *Tlamati Sabiduría*, 13, 63-76.
(Incluye material suplementario)

registros nuevos de aves para la Sierra Norte. La riqueza taxonómica incrementó un 16% (234 especies en total) para la Sierra Norte, que representan el 43% de la avifauna estatal. Esto resalta a la Sierra Norte como un área prioritaria para la conservación de los recursos naturales a nivel estatal.

Palabras clave: avifauna, conservación, diversidad, gremios alimentarios, recambio taxonómico.

Abstract

The Sierra Norte of the state of Guerrero is an important biodiversity region. However, information gaps on the distribution, natural history, and ecology of birds are found in this priority region for the conservation. In this study, the bird species composition, richness, and turnover in natural and anthropogenic environments (cloud forest, cedar forest, oak forest, tropical dry forest, secondary vegetation, and agricultural crops) across the Sierra Norte of the state of Guerrero were analyzed. Field work was carried out in 17 months distributed from 2017 to 2020. Bird species records were obtained through sightings and vocal identification. Birds were categorized based on their seasonality, endemism, risk category, and trophic guilds. A total of 170 bird species belonging to 35 families and 12 orders were recorded. Cedar forest had the greatest richness (82 bird species). Tropical dry forest and the cedar forest had the highest number of resident and migratory birds (57 and 26, respectively). Tropical dry forest had more endemic species (14). Insectivorous and insectivorous-frugivorous birds were better represented in the cedar forest, frugivorous and granivorous birds in the tropical dry forest, and the omnivorous birds in the agricultural crops. The bird species composition and richness are the result of the ecological and orographic conditions of the study region. Anthropogenic activities also contributed to the species addition, mainly generalist birds. Thirty-eight bird new records for the Sierra Norte were obtained. Bird taxonomic richness increased by 16% (234 species in total) for the Sierra Norte, which represents 43% of the state avifauna. This highlights the Sierra Norte as a priority region for the conservation of natural resources at the state level.

Keywords: avifauna, conservation, diversity, taxonomic turnover, trophic guilds.

Introducción

El estado de Guerrero es una de las entidades con mayor diversidad biológica en México. Guerrero está formado por cuatro provincias bióticas: Sierra Madre del Sur, Cuenca del Balsas, Planicie Costera del Pacífico y Sierra Norte, que han dado lugar a paisajes heterogéneos que favorecen la presencia de un total de 549 especies de aves (Sierra-Morales *et al.*, 2019), lo que representa el 51% de la avifauna nacional (Navarro, 2014). La distribución de varias de estas especies muestra asociaciones particulares a cada una de las cuatro provincias bióticas dentro de la entidad. Por ejemplo, *Lophornis*

brachylophus, *Eupherusa poliocerca* y *Cyanolyca mirabilis* habitan los bosques montanos húmedos de la Sierra Madre del Sur (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2016; Almazán-Núñez *et al.*, 2020), *Megascops seductus* los bosques tropicales secos de la Cuenca del Balsas (Navarro, 1998; Almazán-Núñez y Navarro-Sigüenza, 2006), *Aramides cajaneus*, *Cyanocorax sanblasianus* y *Porphyrio martinicus* los ambientes costeros de la franja del Pacífico (Navarro, 1998; Jacinto-Flores *et al.*, 2017), y *Arremon virenticeps*, *Campylorhynchus megalopterus* y *Toxostoma ocellatum* los bosques templados de la Sierra Norte (Morales-Pérez y

Navarro-Sigüenza, 1991; Navarro-Sigüenza *et al.*, 2007; Almazán-Núñez, 2009).

La Sierra Norte de Guerrero forma parte de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT). La FVT está formada por sistemas montañosos que fueron originados por distintos eventos volcánicos que datan del Mioceno-Plioceno (Ferrari, 2000; Gómez-Tuena *et al.*, 2005). La complejidad fisiográfica ha dado lugar a una amplia variedad de ecosistemas que van de los bosques tropicales secos hasta los bosques templados (Luna *et al.*, 2007). Los eventos geológicos y paleoecológicos han potenciado la diversidad biológica, originando que algunas especies de aves como *Aphelocoma ultramarina*, *Arremon virenticeps* y *Campylorhynchus megalopterus* desarrollen un alto grado de especialización a los bosques templados montañosos de la región (Howell y Webb, 1995; Navarro-Sigüenza, 1998; Navarro-Sigüenza *et al.*, 2007). Por tal razón, la FVT ha sido considerada como un centro de diversificación y endemismo para muchas especies de animales y plantas a nivel nacional (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2007; Gámez *et al.*, 2012; Suárez-Mota *et al.*, 2013).

La Sierra Norte es una región de alta prioridad para la conservación de los recursos naturales a nivel estatal. Esta región alberga 175 especies de aves (Morales-Pérez y Navarro-Sigüenza, 1991; Navarro, 1998; Almazán-Núñez, 2009). No obstante, el conocimiento de su avifauna es aún incompleto y fragmentado, y existen muy pocas evaluaciones que describen a las comunidades de aves en asociación con diferentes tipos de ambientes (Morales-Pérez y Navarro-Sigüenza, 1991). La falta de estudios biológicos en la región se relaciona principalmente con la inaccesibilidad de algunos sitios (*e.g.* orografía accidentada, falta de caminos) y a problemas socioambientales (*e.g.* comercialización de narcóticos; Martínez-Hernández, 2021). Esto ha originado que información sobre la biología, ecología, demografía y biogeografía de las aves de esta región presenten vacíos, lo que limita el diseño de estrategias para la conservación de la avifauna en una región biológicamente prioritaria (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2007).

La Sierra Norte es un escenario de relaciones socioambientales altamente complejas. El

crecimiento poblacional, el cultivo de enervantes y la delincuencia organizada que se ha establecido en esta región son factores que inciden negativamente en el estudio de su biodiversidad (Martínez-Hernández, 2021; SEDATU, 2015). Las actividades antropogénicas (*e.g.* agricultura, ganadería, tala clandestina) también afectan negativamente a las especies de aves, modificando la vegetación primaria de bosques (SEMARNAT, 2013). Además, aunque la Sierra Norte cuenta con tres áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAs; Arizmendi y Márquez, 2000), posee una baja representatividad de áreas naturales protegidas (ANPs), una problemática que es de hecho para todo el estado de Guerrero. La ausencia de ANPs en la región junto con las actividades antropogénicas y los problemas socioambientales comprometen la conservación de la avifauna a largo plazo. Como consecuencia, varios grupos de aves como las insectívoras, frugívoras y nectarívoras que realizan funciones ecológicas importantes (*e.g.* polinización, dispersión de semillas, control de plagas) se ven severamente afectadas (Şekercioğlu, 2006; Şekercioğlu *et al.*, 2016). Esto resalta la necesidad de realizar estudios biológicos y ecológicos que puedan ser herramientas para el desarrollo de estrategias de manejo y conservación de las especies y sus hábitats.

En el presente trabajo se analizó la riqueza, composición y el recambio de especies de aves a lo largo de distintos ambientes naturales y antropogénicos en la Sierra Norte del estado de Guerrero. Se presenta información sobre la estacionalidad, endemismo, estatus de riesgo y gremios alimentarios en cada uno de los ambientes del área de estudio. La información presentada puede ayudar al diseño de propuestas de manejo y conservación en una región poco explorada, pero prioritaria para la conservación de los recursos biológicos a nivel estatal.

Materiales y métodos

Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en una porción de la Sierra Norte del estado de Guerrero (18.52°-18.47° N y -99.79°--99.73° O; Figura 1).

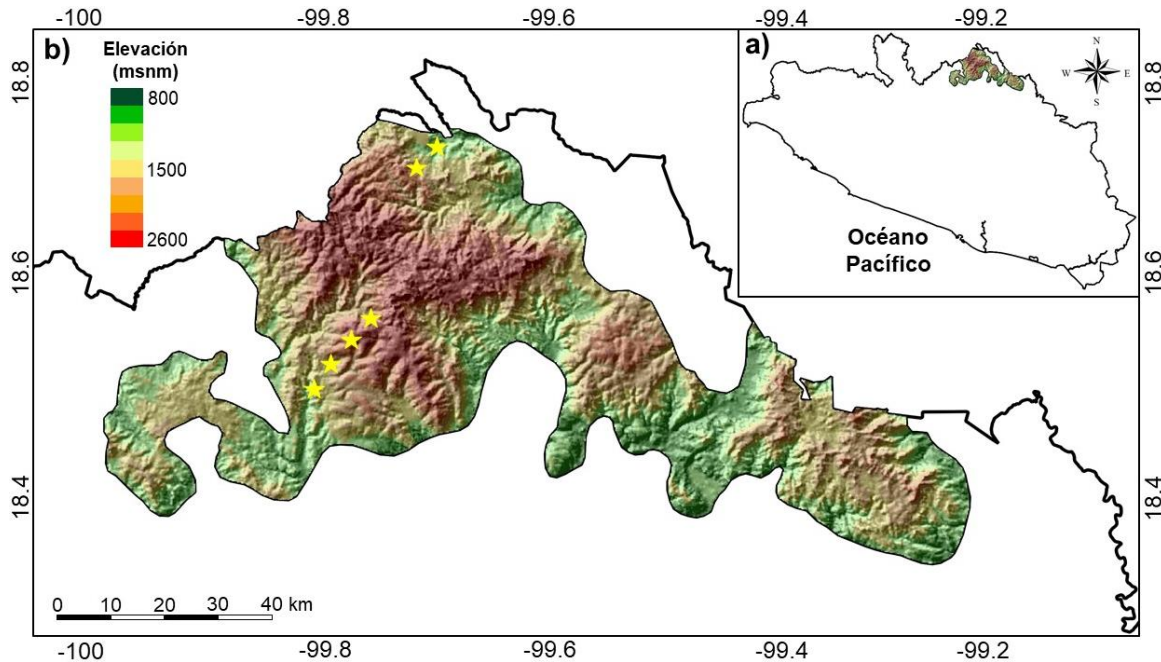


Figura 1. (a) Ubicación geográfica de la Sierra Norte en el estado de Guerrero; (b) ubicación geográfica de los ambientes de estudio en la Sierra Norte. Las estrellas amarillas denotan los sitios de estudio.

Los climas dominantes son los semicálidos subhúmedos (A)C(w₁) y (A)C(w₂) con una temperatura media anual entre los 18-22 °C (García, 2004). El área presenta un régimen climático bien marcado a lo largo del año: una época lluviosa de mayo a octubre y una época de secas de noviembre a abril. El intervalo altitudinal fluctúa entre los 1,200-2,400 msnm. Los principales tipos de vegetación son el bosque mesófilo de montaña, bosque de encino, bosque de cedro (*Juniperus flaccida*) y bosque tropical seco. También se pueden encontrar áreas agrícolas, vegetación secundaria, potreros de uso ganadero y asentamientos humanos (INEGI, 2021).

Muestreo de aves

El muestreo de aves se llevó a cabo en 17 meses transcurridos entre diciembre de 2017 y diciembre de 2020. En total se invirtieron 36 días efectivos de trabajo de campo, que se repartieron en seis días para seis ambientes: 1) bosque mesófilo de montaña, 2) bosque de encino, 3)

bosque de cedro, 4) bosque tropical seco, 5) vegetación secundaria y 6) áreas agrícolas. Estos ambientes son los más representativos en el área de estudio. No se muestrearon otros ecosistemas debido a su inaccesibilidad (*i.e.* orografía accidentada, falta de caminos), así como a problemas sociales (*e.g.* comercialización de narcóticos, inseguridad) en algunas zonas de la región. Las observaciones se realizaron en transectos lineales de 3 km de longitud (Emlen, 1971). Esta distancia recorrida se debió principalmente al tamaño y accesibilidad de los sitios de estudio. El muestreo se realizó en las mañanas (07:00 a 10:30 h) y tardes (16:00 a 18:30 h) para abarcar los horarios de mayor actividad de las aves. Los registros e identificación de las aves se obtuvieron con ayuda de binoculares (Eagle Optics 10 x 42) y guías de campo especializadas (Howell y Webb, 1995; Sibley, 2000; National Geographic Society, 2014).

Las especies de aves fueron categorizadas de acuerdo con su estacionalidad (residentes permanentes, migratorias de invierno y verano) con base en observaciones en campo y

complementado con la propuesta de [Howell y Webb \(1995\)](#). El endemismo se determinó con base en [González-García y Gómez de Silva \(2003\)](#). Las categorías de riesgo (sujeta a protección especial y amenazada) se establecieron de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 ([SEMARNAT, 2010](#)). Se incluyeron aquellas especies de aves consideradas como invasoras (*i.e.* especies cuyo origen y distribución natural no pertenecen al territorio mexicano, pero llegaron al país debido a la intervención humana ([Álvarez-Romero et al., 2008](#))). Las especies se clasificaron en gremios alimentarios (*i.e.* carnívoros, frugívoros, granívoros, insectívoros, nectarívoros, omnívoros, piscívoros) mediante observaciones directas en campo y literatura especializada ([González-Salazar et al., 2014](#); [Lopes et al., 2016](#); [Wilman et al., 2014](#)). También se incluyeron categorías con dietas mixtas (*e.g.* granívoro-frugívoros, insectívoro-frugívoros) cuando se observó este comportamiento en campo. Los nombres comunes de las aves se obtuvieron de [Berlanga et al. \(2019\)](#). La nomenclatura taxonómica y el orden sistemático se basaron en la propuesta de la American Ornithological Society ([Chesser et al., 2020](#)).

Análisis de datos

Se analizó el esfuerzo de muestreo para cada ambiente con base en el estimador de riqueza no paramétrico de Chao 2 (basado en incidencia) en el programa EstimateS 9.1.0 ([Colwell, 2013](#)). Chao 2 es menos dependiente del esfuerzo de muestreo en comparación con otros estimadores ([Colwell y Coddington, 1994](#); [Hortal et al., 2006](#)). Se comparó la riqueza de especies de aves entre ambientes mediante las curvas de intra-extrapolación de los datos observados con base en la cobertura de muestra. Para ello, se calculó el primer orden de diversidad ($q = 0$) que corresponde a la riqueza de especies (números de Hill; [Jost, 2006](#)). Estos valores se compararon con intervalos de confianza del 84%, los cuales presentan mayor robustez en pruebas de significancia con un $\alpha \leq 0.05$ ([MacGregor-Fors y Payton, 2013](#)). Se evaluó el recambio espacial de las especies de aves entre ambientes con el índice β_{sim} . Este índice representa una medida independiente de la

riqueza de especies entre comunidades ([Baselga y Orme, 2012](#)). Estos análisis se ejecutaron con ayuda de las librerías *betapart* ([Baselga y Orme, 2012](#)) y *iNEXT* ([Hsieh et al., 2016](#)) en R 4.1.2 (R Development Core Team, 2021).

Resultados

Riqueza y composición de aves

Se registró un total de 170 especies de aves pertenecientes a 35 familias y 12 órdenes en el área de estudio. El orden mejor representado fue Passeriformes con 125 especies. La familia con mayor número de especies fue Tyrannidae con 25, seguido de Parulidae con 20 y Trochilidae con 14. Un total de 23 especies de aves son endémicas de México (*e.g.* *Aphelocoma ultramarina*, *Campylorhynchus megalopterus*, *Lepidocolaptes leucogaster*). Nueve especies se encuentran en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*e.g.* *Heliomaster longirostris*, *Tilmatura dupontii*, *Vireo brevipennis*; Tabla S1).

El estimador Chao 2 sugirió que se obtuvo entre el 77% y 96% del total de especies de aves esperadas para los ambientes estudiados. El bosque de cedro presentó la mayor riqueza de especies de aves (82 especies), seguido del bosque tropical seco (75 especies). El bosque de cedro también tuvo los valores más altos de especies exclusivas (18 especies). El bosque tropical seco presentó el mayor número de especies endémicas (14 especies). Este último ecosistema, junto con el bosque de encino, tuvieron el mayor número de especies en alguna categoría de riesgo (seis especies en total: cinco bajo protección especial y una amenazada; Tabla 1). Los datos de las curvas de intra-extrapolación de todos los ambientes mostraron una tendencia asintótica (Figura 2).

Estacionalidad de aves

Un total de 124 especies de aves son residentes permanentes (de las cuales tres son invasoras), 41 migratorias de invierno y dos migratorias de verano (Tabla S1). El bosque tropical seco y el bosque de cedro presentaron el mayor número de especies residentes permanentes (57 y 56 especies, respectivamente). El bosque de cedro

	BTS	BC	BE	BMM	VS	ZA
Robs	75	82	54	58	47	43
Chao 2	78	107	58	66	49	45
% Chao 2	96%	77%	93%	88%	96%	95%
Spp exclusivas	14	18	9	16	5	6
Spp endémicas	14	10	7	9	7	3
Spp NOM	3	2	3	2	2	0

Tabla 1. Riqueza observada (Robs), esperada (Chao 2), especies de aves exclusivas, endémicas y en riesgo entre ambientes en la Sierra Norte del estado de Guerrero. *Ambientes:* BTS: bosque tropical seco, BC: bosque de cedro, BE: bosque de encino, BMM: bosque mesófilo de montaña, VS: vegetación secundaria, ZA: zona agrícola.

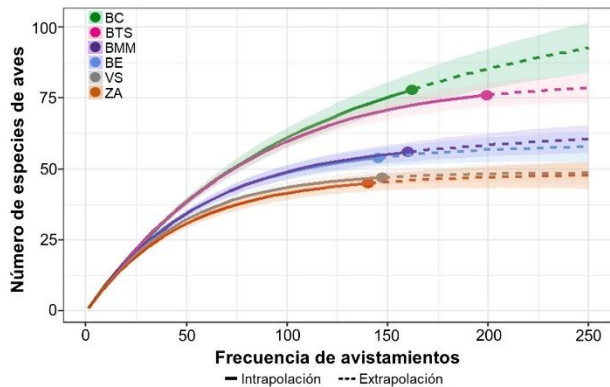


Figura 2. Curvas de intra-extrapolación de las especies de aves entre ambientes en la Sierra Norte del estado de Guerrero. El área sombreada denota los intervalos de confianza del 84%. *Ambientes:* BTS: bosque tropical seco, BC: bosque de cedro, BE: bosque de encino, BMM: bosque mesófilo de montaña, VS: vegetación secundaria, ZA: zona agrícola.

tuvo mayor número de especies migratorias de invierno y verano (24 y dos especies, respectivamente). Las especies invasoras solo se registraron en la zona agrícola (tres especies) y vegetación secundaria (una especie; Figura 3).

Gremios alimentarios de aves

Se registró un total de 62 especies de aves insectívoras, 43 insectívoro-frugívoras, 22 granívoras, 15 nectarívoras, ocho carnívoras, seis

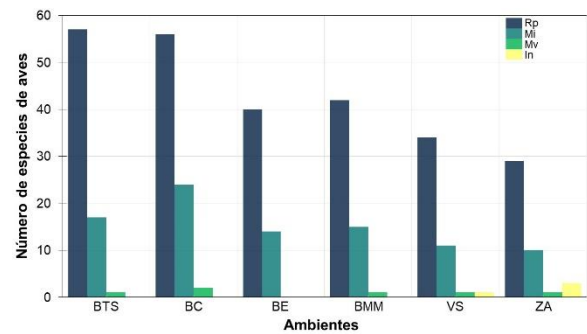


Figura 3. Número de especies de aves por categoría estacional entre ambientes en la Sierra Norte del estado de Guerrero. *Estatus:* residente permanente (Rp), migratoria de invierno (Mi), migratoria de verano (Mv), invasora (In). *Ambientes:* BTS: bosque tropical seco, BC: bosque de cedro, BE: bosque de encino, BMM: bosque mesófilo de montaña, VS: vegetación secundaria, ZA: zona agrícola.

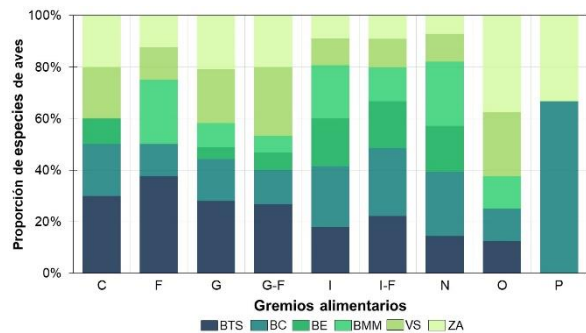


Figura 4. Gremios alimentarios de las aves entre ambientes en la Sierra Norte del estado de Guerrero. *Gremios alimentarios:* carnívoro (C), frugívoro (F), granívoro (G), granívoro-frugívoro (G-F), insectívoro (I), insectívoro-frugívoro (I-F), nectarívoro (N), omnívoro (O), piscívoro (P). *Ambientes:* BTS: bosque tropical seco, BC: bosque de cedro, BE: bosque de encino, BMM: bosque mesófilo de montaña, VS: vegetación secundaria, ZA: zona agrícola.

frugívoras y granívoro-frugívoras, cinco omnívoras y tres piscívoras (Tabla S1). Los gremios alimentarios mejor representados en el bosque tropical seco, fueron los frugívoros (38% = tres especies), carnívoros (30% = tres especies) y granívoros (28% = 12 especies). El bosque de cedro tuvo mayor proporción de piscívoros (67% = dos especies), insectívoro-frugívoros (26% = 26

especies) e insectívoros (23% = 34 especies). El bosque de cedro y el bosque mesófilo de montaña tuvieron más proporción de nectarívoros (25% = ambos siete especies). La zona agrícola presentó mayor proporción de aves omnívoras (38% = tres especies). Otros gremios como los granívoro-frugívoros estuvieron bien representados en el bosque tropical seco y vegetación secundaria (ambos 27% = 24 especies; Figura 4).

	BTS	BC	BE	BMM	VS	ZA
BTS	-	42	20	13	33	28
BC	0.44	-	33	29	19	16
BE	0.63	0.39	-	33	10	6
BMM	0.78	0.50	0.39	-	5	3
VS	0.30	0.60	0.79	0.89	-	33
ZA	0.35	0.63	0.86	0.93	0.23	-

Tabla 2. Matriz de disimilitud de especies de aves entre ambientes en la Sierra Norte del estado de Guerrero. Se muestra el número de especies compartidas (arriba de la diagonal) y los valores del recambio de especies (β_{sim}) entre ambientes (debajo de la diagonal). *Ambientes:* BTS: bosque tropical seco, BC: bosque de cedro, BE: bosque de encino, BMM: bosque mesófilo de montaña, VS: vegetación secundaria, ZA: zona agrícola.

Recambio de especies de aves

El análisis de clasificación mostró dos agrupaciones principales: la primera agrupó al bosque tropical seco, vegetación secundaria y zona agrícola. En esta agrupación, la vegetación secundaria y la zona agrícola tuvieron mayor similitud avifaunística (33 especies compartidas, $\beta_{sim} = 0.23$). La segunda agrupación fue conformada por los bosques de encino y cedro y el bosque mesófilo de montaña. En este grupo, hubo mayor similitud avifaunística entre el bosque de encino y el bosque mesófilo de montaña (33 especies compartidas, $\beta_{sim} = 0.39$). Los ambientes más disímiles fueron el bosque mesófilo de montaña respecto a la vegetación secundaria y la zona agrícola (cinco y tres

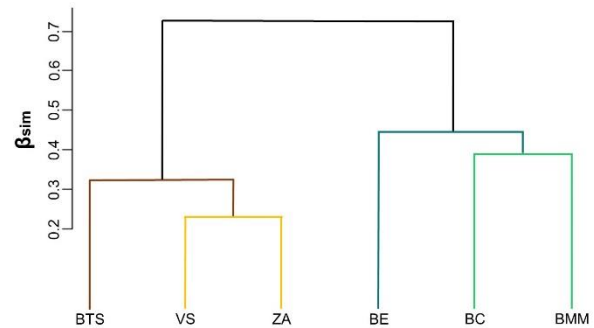


Figura 5. Análisis de agrupación de la avifauna entre ambientes en la Sierra Norte del estado de Guerrero. *Ambientes:* BTS: bosque tropical seco, BC: bosque de cedro, BE: bosque de encino, BMM: bosque mesófilo de montaña, VS: vegetación secundaria, ZA: zona agrícola.

especies compartidas, $\beta_{sim} = 0.89$ y 0.93 , respectivamente; Tabla 2, Figura 5).

Discusión

Riqueza y composición de aves

Los resultados obtenidos indican que la Sierra Norte alberga una alta riqueza de especies de aves que representa el 31% de la avifauna del estado de Guerrero (549 especies; Navarro, 1998; Sierra-Morales *et al.*, 2019) y el 14% de la Faja Volcánica Transmexicana (705 especies; Navarro-Sigüenza *et al.*, 2007). La alta riqueza de especies de la región es resultado de su heterogeneidad espacial y compleja historia geológica y paleoclimática. Desde el punto de vista fisiográfico, la Sierra Norte forma parte de la Faja Volcánica Transmexicana, un sistema montañoso formado a partir de eventos tectónicos y volcánicos que datan del Mioceno-Plioceno (Ferrari, 2000; Gómez-Tuena *et al.*, 2005). Estos eventos geológicos dieron lugar a diversas condiciones climáticas y ecológicas que incrementaron la diversidad biológica de la región (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2007; Gámez *et al.*, 2012; Suárez-Mota *et al.*, 2013). Como resultado de los rasgos geológico-ambientales, se han originado algunos taxones restringidos a los bosques templados montañosos, como la chara transvolcánica (*Aphelocoma ultramarina*), el rascador cejas verdes (*Arremon virenticeps*) y la

matraca barrada (*Campylorhynchus megalopterus*; Howell y Webb, 1995; Navarro-Sigüenza *et al.*, 2007), lo que incrementa la diversidad de especies de aves de la Sierra Norte.

Los resultados obtenidos incrementaron un 16% la riqueza de especies de aves (234 especies) complementado con estudios previos en la Sierra Norte del estado (Hernández-Baños, 1990; Morales-Pérez y Navarro-Sigüenza, 1991; Navarro, 1998; Almazán-Núñez, 2009). Como resultado adicional, se obtuvieron 38 registros nuevos de aves (*e.g.* *Arremon brunneinucha*, *Ardea herodias*, *Morococcyx erythropygus*, *Sayornis nigricans*; Tabla S1) para la Sierra Norte. Esto resalta la importancia de los inventarios bióticos en áreas biológicamente relevantes y poco exploradas como la región de estudio.

El bosque de cedro presentó la mayor riqueza de especies de aves comparado al resto de los ambientes estudiados. Esta riqueza reportada es resultado de la complejidad estructural de este ecosistema, la cual proporciona mayor disponibilidad de microhábitats y abundancia de recursos alimenticios para las aves (Hernández-Baños, 1990). Otra explicación es que este ecosistema presenta elementos florísticos asociados a bosques tropicales secos, como *Ipomoea murucoides*, *Pithecellobium dulce* y *Spondias purpurea*. Esta combinación de comunidades vegetales promueve una mayor heterogeneidad ecológica que incrementa la diversidad de especies (Kark *et al.*, 2007). La mayor riqueza de especies en el bosque de cedro también puede ser explicada por una mayor presencia de especies exclusivas como *Colibri thalassinus*, *Loxia curvirostra* y *Poecile sclateri* que son típicas de bosques templados (Howell y Webb, 1995; Navarro, 1998). Asimismo, en este ecosistema se registró el mayor número de especies migratorias como *Archilochus colubris*, *Corthylio calendula* y *Leiothlypis celata*, lo que incrementó la riqueza de aves en este sitio.

Por otro lado, el bosque tropical seco tuvo el mayor número de especies de aves endémicas en el área de estudio. Este resultado confirma la gran importancia de este ecosistema no solo por su gran diversidad biológica, sino también por sus altos niveles de endemismo (Ceballos *et al.*, 2010;

Dirzo *et al.*, 2011). Los factores históricos y climáticos han favorecido la presencia de especies de aves endémicas de México (*e.g.* *Cyananthus auriceps*, *Melanerpes chrysogenys*, *Vireo hypochryseus*) y restringidas al bosque tropical seco (*e.g.* *Campylorhynchus jocosus*, *Passerina leclancherii*, *Phaeoptila sordida*; Dirzo *et al.*, 2011; Castillo-Chora *et al.*, 2021). Esto es importante porque las aves endémicas han sido afectadas por perturbaciones antropogénicas en este ecosistema a nivel estatal (Almazán-Núñez *et al.*, 2018). Esto resalta la importancia de incentivar estrategias de conservación como la regulación del aprovechamiento forestal, creación de áreas naturales protegidas, obras de prevención contra incendios forestales e incentivos económicos para servicios ecosistémicos a escala local y estatal en este ambiente globalmente amenazado (Prieto-Torres *et al.*, 2018; Prieto-Torres *et al.*, 2021).

Gremios alimentarios entre ambientes

Las aves insectívoras e insectívoro-frugívoras fueron gremios frecuentes en el bosque de cedro. La presencia de estos gremios se debe a la alta densidad de artrópodos y frutos asociados a este ecosistema, como fue reportado por Hernández-Baños (1990). Se observó que algunas especies de papamoscas, vireos y parúlidos (*e.g.* *Leiothlypis ruficapilla*, *Myiarchus tuberculifer*, *Vireo hypochryseus*) consumieron insectos y frutos para complementar su dieta. Estos grupos de aves responden a la variación temporal de recursos, ya que necesitan balancear su alimentación consumiendo alimento rico en proteínas, lípidos y carbohidratos, como se ha observado en los bosques tropicales secos de Guerrero (Almazán-Núñez *et al.*, 2016; Almazán-Núñez *et al.*, 2021; Rodríguez-Godínez *et al.*, 2022). Las aves piscívoras como *Ardea herodias* y *Chloroceryle americana* también se asociaron al bosque de cedro. Es probable que su asociación a este tipo de vegetación se deba a la presencia de estanques y arroyos en este ecosistema, así *A. herodias* y *C. americana* pueden consumir peces y artrópodos asociados a estos cuerpos de agua (Howell y Webb, 1995). Otra razón es que *A. herodias* es una especie migratoria. Se ha demostrado que las

aves migratorias suelen utilizar los bosques templados del occidente de México durante sus rutas de migración (Hutto, 1992; Almazán-Núñez *et al.*, 2009; Alvarez-Alvarez *et al.*, 2020).

Las aves frugívoras como *Bombycilla cedrorum*, *Ortalis poliocephala* y *Trogon collaris*, fueron más frecuentes en el bosque tropical seco. Se ha documentado que este ecosistema proporciona altas cantidades de frutos (Almazán-Núñez *et al.*, 2015; Almazán-Núñez *et al.*, 2021), lo que podría explicar el incremento de aves frugívoras en este ecosistema. Las interacciones entre aves frugívoras y plantas pueden ayudar a revertir los efectos negativos de la fragmentación en el bosque tropical seco (Ceballos *et al.*, 2010; Dirzo *et al.*, 2011). Las aves granívoras también se asociaron con este ecosistema. Esta alta riqueza se favoreció debido a la presencia de especies de la familia Emberizidae (*Peucaea ruficauda*, *Melospiza kieneri*) y Cardinalidae (*Passerina leclancherii*, *P. ciris*), especies típicas de bosques tropicales secos (Howell y Webb, 1995; Navarro, 1998). Otro factor es que las hierbas y arbustos son plantas características de los bosques tropicales secos (Almazán-Núñez *et al.*, 2012; Carreto-Pérez *et al.*, 2015; Guillermo-Sandoval *et al.*, 2021). Estos grupos de plantas pueden brindar altas densidades de semillas que tienden a incrementar el número de especies granívoras en este ecosistema (Gray *et al.*, 2007).

Las especies nectarívoras como *Colibri thalassinus*, *Lampornis clemenciae*, *Saucerottia beryllina* y *Diglossa baritula*, estuvieron mejor representadas en el bosque de cedro y el bosque mesófilo de montaña. Estas especies son típicas de bosques templados y suelen disminuir en zonas perturbadas (Howell y Webb, 1995; Navarro, 1998). Esta vulnerabilidad está relacionada con sus requisitos específicos de hábitat como sitios de anidación, refugio y alimentación (estructuras florales y artrópodos) en zonas forestales (Şekerciöglü, 2012; Alvarez-Alvarez *et al.*, 2022). Por lo tanto, la pérdida de este grupo de aves puede afectar el proceso ecológico en el que participan (*i.e.* polinización), que es clave para mantener la dinámica y estructura de los ecosistemas (Şekerciöglü, 2011; Anderson *et al.*, 2021). La mayor riqueza de omnívoros se registró

en la zona agrícola. Las aves omnívoras como *Passer domesticus*, *Pitangus sulphuratus* y *Quiscalus mexicanus*, comúnmente se asocian con ambientes antropogénicos como asentamientos humanos, vegetación secundaria, cultivos agrícolas y potreros (Gray *et al.*, 2007; Alvarez-Alvarez *et al.*, 2018). Además, presentan una mayor amplitud en su nicho trófico (*e.g.* frutos, semillas, néctar, artrópodos y vertebrados pequeños), por lo que se ven menos afectadas cuando un recurso disminuye (Şekerciöglü, 2012; Alvarez-Alvarez *et al.*, 2022).

Recambio de especies entre ambientes

El análisis de clasificación mostró que hay especies de aves con afinidad templada y tropical. La similitud en la composición de especies de aves es un reflejo de las condiciones antropogénicas, microclimáticas y topográficas (clima, humedad, altitud) de los ecosistemas. Por un lado, una agrupación estuvo formada por los bosques de cedro, encino y mesófilo de montaña. Estos ecosistemas presentan condiciones climáticas similares y están ubicados entre los 1,800-2,200 msnm. Se ha documentado que las condiciones climáticas pueden determinar la composición de especies entre comunidades vegetales (Kent *et al.*, 2014; Carrasco *et al.*, 2022). Estas condiciones hicieron que varias especies de aves como *Baeolophus wollweberi*, *Catharus occidentalis*, *Myadestes occidentalis*, *Saucerottia beryllina* y *Setophaga nigrescens* estuvieran presentes solo en estos ecosistemas. La distribución de estas especies de aves abarca principalmente bosques templados (Howell y Webb, 1995; Navarro, 1998). La distancia geográfica también pudo influir en la similitud de las avifaunas de estos ecosistemas. Los tres ambientes están ubicados en la localidad de Ixcateopan de Cuauhtémoc, por lo que esta cercanía pudo originar que varias especies de aves como *Campylorhynchus megalopterus*, *Heliomaster constantii* y *Myiopagis viridicata* se desplazaran entre estos ambientes buscando alimento o sitios de reproducción, anidación o descanso, como se ha descrito en estudios previos (Ornelas y Arizmendi, 1995; Arizmendi, 2001; Vega-Rivera *et al.*, 2010).

La otra agrupación estuvo conformada por el bosque tropical seco, vegetación secundaria y zona agrícola. Varias especies de aves registradas en el bosque tropical seco como *Columbina inca*, *Melanerpes chrysogenys*, *Passerina caerulea* y *Sporophila torqueola* son especies generalistas que suelen ser abundantes en áreas abiertas o perturbadas como vegetación secundaria y cultivos agrícolas (Howell y Webb, 1995; Almazán-Núñez *et al.*, 2015; Alvarez-Alvarez *et al.*, 2018). En este caso, las condiciones de manejo y el grado de perturbación, independientemente de la estructura vegetal, parecen ser los factores que determinan la composición de especies de aves en estos sitios.

Conclusiones

Este estudio incrementó en un 16% la riqueza de especies de aves (un total de 234 especies), lo que contribuye al conocimiento de la distribución y composición de la avifauna en la Sierra Norte, una región poco explorada y prioritaria para la conservación en el estado de Guerrero. Es recomendable que se desarrollen estudios que incluyan aspectos biológicos, ecológicos, demográficos y biogeográficos de las aves en la región. Finalmente, si bien este estudio puede ser una herramienta en el diseño de estrategias de conservación de la avifauna a largo plazo, es necesario que las iniciativas de conservación promuevan la participación social, así como el desarrollo de proyectos productivos sustentables en las comunidades locales en regiones con amplia trascendencia biológica.

Agradecimientos

A Stephanía Castellanos, Adrián Cano y Jan Alvarez por su ayuda en el trabajo de campo. A Iliana Alarcón por el diseño del mapa del área de estudio. A los revisores anónimos por sus recomendaciones para mejorar este trabajo.

Referencias

Almazán-Núñez, R.C. (2009). Información adicional sobre la avifauna de la Sierra Norte de Guerrero, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 25, 537–550.

- Almazán-Núñez, R.C., Alvarez-Alvarez, E.A., Sierra-Morales, P., Rodríguez-Godínez, R., Ruíz-Reyes, D.C., Peñaloza-Montaño, M.A., Salazar-Miranda, R.I., Morales-Martínez, M., López-Flores, A.I., Gómez-Mendoza, J.I., Poblete-López, D., Estrada-Ramírez, A. (2020). Diversidad alfa y beta de la avifauna en bosques tropicales húmedos y semihúmedos de la sierra de Atoyac, una región prioritaria para la conservación del sur de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91, e913344.
- Almazán-Núñez, R.C., Alvarez-Alvarez, E.A., Sierra-Morales, P., Rodríguez-Godínez, R. (2021). Fruit size and structure of zoochorous trees: identifying drivers for the foraging preferences of fruit-eating birds in a Mexican successional dry forest. *Animals*, 11, 3343.
- Almazán-Núñez, R.C., Arizmendi, M.C., Eguiarte, L.E., Corcuera, P. (2012). Changes in composition, diversity and structure of woody plants in successional stages of tropical dry forest in southwest Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 1096–1109.
- Almazán-Núñez, R.C., Arizmendi, M.C., Eguiarte, L.E., Corcuera, P. (2015). Distribution of the community of frugivorous birds along a successional gradient in a tropical dry forest in south-western Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 31, 57–68.
- Almazán-Núñez, R.C., Eguiarte, L.E., Arizmendi, M.C., Corcuera, P. (2016). *Myiarchus flycatchers* are the primary seed dispersers of *Bursera longipes* in a Mexican dry forest. *PeerJ*, 4, e2126.
- Almazán-Núñez, R.C., Navarro-Sigüenza, A.G. (2006). Avifauna de la subcuenca del río San Juan, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 77, 103–114.
- Almazán-Núñez, R.C., Puebla-Olivares, F., Almazán-Juárez, Á. (2009). Diversidad de aves en bosques de pino-encino del centro de Guerrero, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 25, 123–142.
- Almazán-Núñez, R.C., Sierra-Morales, P., Rojas-Soto, O.R., Jiménez-Hernández, J., Méndez-Bahena, A. (2018). Effects of land-use modifications in the potential distribution of endemic bird species associated with tropical

- dry forest in Guerrero, southern Mexico. *Tropical Conservation Science*, 11, 1–11.
- Alvarez-Alvarez, E.A., Almazán-Núñez, R.C., Corcuera, P., González-García, F., Brito-Millán, M., Alvarado-Castro, V.M. (2022). Land use cover changes the bird distribution and functional groups at the local and landscape level in a Mexican shaded-coffee agroforestry system. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 330, 107882.
- Alvarez-Alvarez, E.A., Corcuera, P., Almazán-Núñez, R.C. (2018). Spatiotemporal variation in the structure and diet types of bird assemblages in tropical dry forest in southwestern Mexico. *Wilson Journal of Ornithology*, 130, 457–469.
- Alvarez-Alvarez, E.A., Rodríguez-Godínez, R., Sierra-Morales, P., Medina-Valdivia, S.A., Vázquez-Salgado, E., Brito-Millán, M., Almazán-Núñez, R.C. (2020). Patterns of bird diversity and endemism along an elevational gradient in the southern Mexican highlands. *Zoological Studies*, 59, 69.
- Álvarez-Romero, J.G., Medellín, R.A., Oliveras de Ita, A., Gómez de Silva, H., Sánchez, O. (2008). Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. México, Mex: CONABIO-UNAM-SEMARNAT, 366p.
- Anderson, S.A., Ladley, J.J., Robertson, A.W., Kelly, D. (2021). Effects of changes in bird community composition and species abundance on plant reproduction, through pollination and seed dispersal. *Ibis*, 163, 875–889.
- Arizmendi, M.C. (2001). Multiple ecological interactions: nectar robbers and hummingbirds in a highland forest in Mexico. *Canadian Journal of Zoology*, 79, 997–1006.
- Arizmendi, M.C., Márquez, L. (2000). Áreas de importancia para la conservación de las aves de México. México, Mex: CONABIO.
- Baselga, A., Orme, C.D.L. (2012). Betapart: an R package for the study of beta diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, 3, 808–812.
- Berlanga, H., Gómez de Silva, H., Vargas-Canales, V.M., Rodríguez-Contreras, V., Sánchez-González, L.A., Ortega-Álvarez, R., Calderón-Parra, R. (2019). Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. México, Mex: CONABIO, 18p.
- Carrasco, L., Giam, X., Sheldon, K.S., Papeş, M. (2022). The relative influence of history, climate, topography and vegetation structure on local animal richness varies among taxa and spatial grains. *Journal of Animal Ecology*.
- Carreto-Pérez, B.E., Almazán-Juárez, Á., Sierra-Morales, P., Almazán-Núñez, R.C. (2015). Estudio florístico de la cuenca baja del río Papagayo, Guerrero, México. *Polibotánica*, 40, 1–27.
- Castillo-Chora, V.J., Sánchez-González, L.A., Mastretta-Yanes, A., Prieto-Torres, D.A., Navarro-Sigüenza, A.G. (2021). Insights into the importance of areas of climatic stability in the evolution and maintenance of avian diversity in the Mesoamerican dry forests. *Biological Journal of the Linnean Society*, 132, 741–758.
- Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Creel, J.B., Dirzo, R. (2010). Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México. México, Mex, CONABIO-Fondo de Cultura Económica, 594p.
- Chesser, R.T., Billerman, S.M., Burns, K.J., Cicero, C., Dunn, J.L. Kratter, A.W., Lovette, I.J... (2020). Check-list of North American birds (online). Obtenido de: <http://checklist.americanornithology.org/taxa>
- Colwell, R.K. (2013). EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0. Obtenido de: <https://www.robertkcolwell.org/pages/estimates>
- Colwell, R.K., Coddington, J.A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 345, 101–118.
- Dirzo, R., Young, H.S., Mooney, H.A., Ceballos, G. (2011). Seasonally dry tropical forests: ecology and conservation. Washington DC, USA: Island Press, 392p.
- Emlen, J.M. (1971). Population densities of birds derived from transect counts. *The Auk*, 88, 323–342.
- Ferrari, L. (2000). Avances en el conocimiento de la Faja Volcánica Transmexicana durante la

- última década. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 53, 84–92.
- Gámez, N., Escalante, T., Rodríguez, G., Linaje, M., Morrone, J.J. (2012). Caracterización biogeográfica de la Faja Volcánica Transmexicana y análisis de los patrones de distribución de su mastofauna. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 258–272.
- García E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México, Mex: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 90p.
- Gómez-Tuena, A., Orozco-Esquivel, M.A., Ferrari, L. (2005). Petrogénesis ígnea de la Faja Volcánica Transmexicana. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 57, 227–283.
- González-García, F., Gómez de Silva, H. (2003). Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación; en H. Gómez de Silva y O. A. de Ita (Eds), *Conservación de aves: experiencias en México*. México, Mex: CIPAMEX-CONABIO, NFWF, 150–194.
- González-Salazar, C., Martínez-Meyer, E., Lopez-Santiago, G. (2014). A hierarchical classification of trophic guilds for North American birds and mammals. *Revista Mexicana de Biodiveridad*, 85, 931–941.
- Gray, M.A., Baldauf, S.L., Mayhew, P.J., Hill, J.K. (2007). The response of avian feeding guilds to tropical forest disturbance. *Conservation Biology*, 21, 133–141.
- Guillermo-Sandoval, E.E., Leopardi-Verde, C.L., Cayetano-Ramírez, F., Alvarado-Segura, A.A., Escobedo-Sarti, G.J. (2021). Composición y estructura florística de una porción de selva baja caducifolia en Tecomán, Colima, México. *Madera y Bosques*, 27, e2712091.
- Hernández-Baños, B.E. (1990). Hábitos alimenticios y descripción de las comunidades de aves de bosque de encino y bosque de Juniperus en Ixcateopan, Guerrero. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 53 p.
- Hortal, J., Borges, P. A. V., Gaspar, C. (2006). Evaluating the performance of species richness estimators: sensitivity to sample grain size. *Journal of Animal Ecology*, 75, 274–287.
- Howell, S.N.G., Webb, S. (1995). *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. New York, USA: Oxford University Press, 851p.
- Hsieh, T.C., Ma, K.H., Chao, A. (2016). iNEXT: an R package for interpolation and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7, 1451–1456.
- Hutto, R.L. (1992). Habitat distributions of migratory landbird species in western Mexico; en J.M. Hagan III y D.W. Johnston (Eds), *Ecology and Conservation of Neotropical migrant landbirds*. Washington DC, USA: Smithsonian Institution Press, 221–239.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2021). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/>
- Kark, S., Allnutt, T.F., Levin, N., Manne, L.L., Williams, P.H. (2007). The role of transitional areas as avian biodiversity centres. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 187–196.
- Kent, R., Bar-Massada, A., Carmel, Y. (2014). Bird and mammal species composition in distinct geographic regions and their relationships with environmental factors across multiple spatial scales. *Ecology and Evolution*, 4, 1963–1971.
- Jacinto-Flores, N.E., Sánchez-González, L.A., Almazán-Núñez, R.C. (2017). Patrones de distribución y zonas prioritarias para la conservación de la avifauna de la costa del Pacífico de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 960–977.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113, 363–375.
- Lopes, L.E., Fernandes, A.M., Medeiros, M.C.I., Marini, M.A. (2016). A classification scheme for avian diet types. *Journal of Field Ornithology*, 87, 309–322.
- Luna, I., Morrone, J.J., Espinosa, D. (2007). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. México, Mex: Universidad Nacional Autónoma de México.
- MacGregor-Fors, I., Payton, M.E. (2013). Contrasting diversity values: statistical inferences based on overlapping confidence intervals. *PloS ONE*, 8, e56794.

- Martínez-Hernández, R.A. (2021). Violencia social en Guerrero: una aproximación fenomenológica. *Sociológica*, 36, 75–108.
- Morales-Pérez, J.E., Navarro-Sigüenza, A.G. (1991). Análisis de distribución de la avifauna en la Sierra Norte del estado de Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología*, 62, 497–510.
- National Geographic Society. (2014). *Field guide to the birds of North America*. Washington DC, USA: National Geographic Society, 574p.
- Navarro, A.G.S. (1998). Distribución geográfica y ecológica de la avifauna del estado de Guerrero, México. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 182p.
- Navarro-Sigüenza, A.G., Blancas-Calva, E., Almazán-Núñez, R.C., Hernández-Baños, B.E., García-Trejo, E.A., Peterson, A.T. (2016). Diversidad y endemismo de las aves de la Sierra Madre del Sur; *en* I. Luna-Vega, D. Espinosa y R. Contreras-Medina (Eds), *Biodiversidad de la Sierra Madre del Sur: una síntesis preliminar*. Libros UNAM, México, 381–412.
- Navarro-Sigüenza, A.G., Lira-Noriega, A., Peterson, A.T., Oliveras de Ita, A., Gordillo-Martínez, A. (2007). Diversidad, endemismo y conservación de las aves; *en* I. Luna, J.J. Morrone y D. Espinosa (Eds), *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. Libros UNAM, 462–483.
- Navarro-Sigüenza, A.G., Rebón-Gallardo, M.F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A.T., Berlanga-García, H., Sánchez-González, L.A. (2014). Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 476–495.
- Ornelas, J.F., Arizmendi, M.C. (1995). Altitudinal migration: implications for the conservation of the Neotropical migrant avifauna of western Mexico; *en* M.H. Wilson y S.A. Sader (Eds), *Conservation of Neotropical migratory birds in Mexico*. Orono, Can: Maine Agricultural and Forest Experiment Station, 98–112.
- Prieto-Torres, D.A., Nori, J., Rojas-Soto, O.R., Navarro-Sigüenza, A.G. (2021). Challenges and opportunities in planning for the conservation of Neotropical seasonally dry forests into the future. *Biological Conservation*, 257, 109083.
- Prieto-Torres, D.A., Nori, J., Rojas-Soto, O.R. (2018). Identifying priority conservation areas for birds associated to endangered Neotropical dry forests. *Biological Conservation*, 228, 205–214.
- R Development Core Team. (2021). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Version 4.1.2. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Obtenido de <http://www.R-project.org>
- Rodríguez-Godínez, R., Sánchez-González, L.A., Arizmendi, M.C., Almazán-Núñez, R.C. (2022). Bursera fruit traits as drivers of fruit removal by flycatchers. *Acta Oecologica*, 114, 103811.
- SEDATU (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano). (2015). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015*. México, Mex: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, Consejo Nacional de Población, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 286p.
- Şekercioğlu, Ç.H. (2006). Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology & Evolution*, 21, 464–471.
- Şekercioğlu, Ç.H., (2011). Functional extinctions of bird pollinators cause plant declines. *Science*, 331, 1019–1020.
- Şekercioğlu, Ç.H., (2012). Bird functional diversity in tropical forests, agroforests and open agricultural areas. *Journal of Ornithology*, 153, 153–161.
- Şekercioğlu, Ç.H., Wenny, D.G., Whelan, C.J. (2016). *Why birds matter: avian ecology function and ecosystem services*. Chicago, USA: The University of Chicago Press, 387p.
- SEMARNAT (Secretaría del 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 30 diciembre, 2010.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2013). *Inventario estatal*

- forestal y de suelos del estado de Guerrero. México, Mex: Comisión Nacional Forestal, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Sibley, D.A. (2000). *The Sibley guide to birds*. New York, USA: Alfred A. Knopf, 598p.
- Sierra-Morales, P., Almazán-Núñez, R.C., Meléndez-Herrada, A., García-Vega, C.S., Peñaloza-Montaña, M.A., Alvarez-Alvarez, E.A., Contreras-Rodríguez, A.I., Fuentes-Vega, A.S. (2019). Nuevos registros e información sobresaliente sobre la distribución de algunas aves del estado de Guerrero, México. *Huitzil*, 20, e-520.
- Suárez-Mota, M.E., Téllez-Valdés, O., Lira-Saade, R., Villaseñor, J.L. (2013). Una regionalización de la Faja Volcánica Transmexicana con base en su riqueza florística. *Botanical Sciences*, 91, 93–105.
- Vega-Rivera, J.H., Arizmendi, M. del C., Morales-Pérez, L. (2010). Aves: *en* G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J.B. Creel, R. Dirzo (Eds), *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. México, Mex: CONABIO-Fondo de Cultura Económica, 145–164.
- Wilman, H., Belmaker, J., Simpson, J., de la Rosa, C., Rivadeneira, M.M., Jetz, W. (2014). EltonTraits 1.0: species-level foraging attributes of the world's birds and mammals. *Ecology*, 95, 2027.