

Conservación

Diversidad de aves y recambio taxonómico en los diferentes hábitats del municipio de Misantla, Veracruz, México: una comparación de especies a través del tiempo

Bird diversity and taxonomic turnover in the different habitats in Misantla, Veracruz, Mexico: species comparison over time

Arturo Olvera-Vital, M. Fanny Rebón-Gallardo * y Adolfo G. Navarro-Sigüenza

Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Depto. de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado postal 70-399, 04510 Ciudad de México, México

*Autor para correspondencia: fannyrebon@ciencias.unam.mx (M.F. Rebón-Gallardo)

Recibido: 23 mayo 2019; aceptado: 19 noviembre 2019

Resumen

Presentamos un análisis de la diversidad de aves del municipio de Misantla, Veracruz. El inventario se realizó por medio de puntos de conteo, transectos, observaciones libres, reconocimiento de cantos o llamados y recolecta de especímenes mediante redes de niebla. Además, realizamos una búsqueda de literatura de aves de la región depositados en colecciones biológicas del mundo, para comparar los cambios a través del tiempo. Estimamos la riqueza, abundancia relativa, estacionalidad, endemismo, grado de conservación y especies exóticas. Registramos 161 especies de aves. La mayoría son residentes permanentes, incluyendo un nuevo registro para la región. Generamos dendrogramas de disimilitud para conocer cómo la composición de especies varía entre los tipos de vegetación y encontramos una diferenciación entre la zona norte y sur del municipio. Encontramos una relación de dependencia entre el número de hábitats que ocupa una especie y su abundancia relativa, además observamos una mayor dominancia en los tipos de vegetación perturbados. Realizamos una comparación con los datos disponibles del siglo XIX y encontramos pocos cambios en la proporción de especies según su tipo de vegetación, migratorias o en una categoría de protección. Sin embargo, es imposible evaluar si han ocurrido modificaciones en su abundancia.

Palabras clave: Biodiversidad; Recambio de especies; Inventario; Aves; Siglo XIX

Abstract

We present an analysis of the bird diversity of Misantla, Veracruz. We made an inventory from data collected through point counts, transects, non-systematic observations, identifications through vocalizations, and specimen collections using mist nets. Additionally, we made a literature search of birds of this region deposited in biological collections of the world in order to compare its changes over time. We estimate species richness, relative abundance, seasonality, endemism, conservation status, and exotic species. We recorded 161 bird species, most of them permanent

residents, including a new record for the region. We generated dissimilarity dendrograms to understand how species composition varies among vegetation types and we found a differentiation between the north and south zones of the study area. We found a relation of dependent between the number of habitats occupied by a species and the species relative abundance. We compared our data versus data from the 19th century, and found small changes in the proportion of species in vegetation types, migration status or protection category. However, is impossible to evaluate if have happened modifications in abundances.

Keywords: Biodiversity; Species turnover; Inventory; Birds; 19th Century

Introducción

México, al igual que el resto del mundo, atraviesa una crisis de la biodiversidad debido a un aumento en la tasa de extinción de especies causada por factores como la contaminación, sobreexplotación, introducción de especies exóticas y, especialmente, la pérdida de los hábitats naturales (Martínez-Meyer et al., 2013). Además, este problema se exagera porque todavía existen muchos vacíos en nuestro conocimiento de la diversidad de especies, especialmente en el ámbito local; por ejemplo, para muchas regiones aún no existen inventarios o estudios adecuados sobre su biodiversidad, por lo que es importante continuar con los estudios a esta escala (Gallardo y Aguilar-Rodríguez, 2011; Rojas-Soto y de Ita, 2005; Villa-Bonilla et al., 2008).

En México se ha documentado la presencia de 1,150 especies de aves, alrededor de 10% del total mundial (Gill y Donsker, 2017; Navarro-Sigüenza et al., 2014; Robles et al., 1989). Esta diversidad se debe a la gran variedad de climas y ecosistemas que hay en nuestro territorio, producto de su compleja orografía, y a la confluencia de las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical (Escalante et al., 1993; Navarro-Sigüenza et al., 2014). En el estado de Veracruz se ven reflejadas esta biodiversidad y complejidad geográfica, ya que encontramos áreas de costa, planicies y zonas montañosas surcadas por cañadas (Alcántara-Carbajal, 1993; Gallardo y Aguilar-Rodríguez, 2011; Hernández-Baz e Iglesias, 2001; Moreno-Casasola et al., 2010; Villaseñor, 2003).

Veracruz es uno de los estados con mayor número de investigaciones ornitológicas publicadas (Alcántara, 1993; Bojorges-Baños y López-Mata, 2001; Ferrari-Pérez, 1886; Loetscher, 1941, 1955; Lowery y Dalquest, 1951; Rodríguez-Yáñez et al., 1994; Ruelas-Inzunza, 2007; Stresemann, 1954), en parte debido a que desde el siglo XVI el puerto de Veracruz fue un importante punto de llegada para naturalistas e investigadores extranjeros y una transitada vía de comunicación con la capital del país (González, 1999). Asimismo, algunos de los temas recientes de especial interés para los investigadores, han sido las aves migratorias (p. ej., Blidstein, 2004; Loetscher, 1941; Ruelas-Inzunza et al., 2010) y las plantaciones de

café como refugios de la biodiversidad (p. ej., Cruz-Angón y Greenberg, 2005; Gallina et al., 1996; Gordon et al., 2007; Leyequien et al., 2010; Moguel y Toledo, 1999; Pineda et al., 2005).

Algunos estudios avifaunísticos se han realizado en regiones cercanas al municipio de Misantla (Bojorges-Baños y López-Mata, 2001, 2005). Esta región, por su localización geográfica en el centro norte del estado y en el paso entre la Cd. de México y el puerto de Veracruz, ha sido moderadamente estudiada desde el punto de vista de su diversidad biológica. Destacan los estudios realizados en botánica (Lascuráin et al., 2007; Zamora y Avedaño, 1998), de los cuales el trabajo de investigación más completo sobre la caracterización de la vegetación de Misantla lo realizó Gómez-Pompa (1966), en el que describe las principales comunidades vegetales de la zona.

Rzedowski (2006) basándose en el trabajo de Gómez-Pompa, además identifica para Misantla a las selvas de *Pseudolmedia oxyphyllaria* y de *Brosimum alicastrum* como bosques tropicales perennifolios y a la selva de lauráceas como bosque mesófilo de montaña según su esquema de clasificación.

El estudio científico de las aves de Misantla se inició formalmente en el siglo XIX con el trabajo de algunos exploradores y recolectores como Ferdinand Deppe y Frederic D. Godman (Alcántara-Carbajal, 1993; Stresemann, 1954; Warner y Harrell, 1957), sin embargo, a la fecha no se ha publicado un estudio avifaunístico completo del municipio y sus áreas de influencia (Martínez-Gómez, 1996; Rodríguez-Yáñez et al., 1994). En el presente trabajo presentamos un inventario completo de las aves de la región. Con base en esta información, caracterizamos la riqueza y composición de especies por localidad y tipo de vegetación. Adicionalmente, comparamos la diversidad actual con la reportada por los naturalistas del siglo XIX para evaluar el estado de conservación actual de las comunidades de aves.

Materiales y métodos

El área de estudio comprendió al municipio de Misantla, ubicado en la región centro-norte del estado

de Veracruz, aproximadamente a 40 km al norte de la ciudad de Xalapa, en la región centro-norte del estado de Veracruz (fig. 1). La cabecera municipal y principal asentamiento es la ciudad de Misantla que se encuentra en las coordenadas 19.93° N, -96.85° O, a una altitud de 300 m (EMM, 2005). El municipio pertenece a la cuenca hidrológica Nautla y Otros, de la vertiente del golfo (CNA, 1998) y es atravesado por el río Misantla, al oeste se encuentra el río Quilate y al norte el río Nautla. El resto del municipio es recorrido por una multitud de arroyos, afluentes de los ríos principales (CNA, 1998).

Orográficamente, la zona norte del municipio es de baja altitud y está dominada por planicies por debajo de los 600 m snm como el cerro de la Espaldilla y el cerro Quebrado. La zona sur corresponde a una cañada profunda flanqueada por 2 líneas montañosas derivadas de la sierra de Chiconquiaco que alcanzan los 1,800 m snm (fig. 1). El municipio de Misantla, con una superficie de 538 km², se encuentra además en la zona de colindancia de la provincia biogeográfica de la Planicie Costera del Golfo y la provincia de la Sierra Madre Oriental (Morrone, 2005). Existe un gradiente de menor a mayor precipitación de la zona costera hacia el interior y de norte a sur. Además, la sierra de Chiconquiaco actúa como un frente de lluvia generando una mayor precipitación en sus faldas. El gradiente de temperatura también tiene una dirección noreste-suroeste de mayor a menor y se encuentra ligada a las diferencias de altitud (Gómez-Pompa, 1966). La vegetación original fue bosque tropical perennifolio en las tierras bajas, bosque mesófilo de montaña y vegetación ribereña en el borde de los ríos (Gómez-Pompa, 1966; Rzedowski, 2006).

El muestreo de campo lo realizamos de marzo de 2010 a abril de 2011. Elegimos las localidades a muestrear de manera que abarcaran todos los tipos de vegetación, tanto primaria, como aquella con distinto grado de perturbación (tabla 1).

La información sobre la composición de las aves se obtuvo a través de puntos de conteo de radio fijo de 50 m, ubicados cada 150 m con el fin de minimizar las posibilidades de recuento (Ralph et al., 1996). A lo largo de una ruta de puntos de conteo de aproximadamente 1,500 m de longitud, registramos cada especie de ave identificada por avistamiento, cantos o llamados, anotamos el número de individuos y el tipo de vegetación en que fueron observados. En cada sitio de muestreo se realizaron 4 rutas de puntos, procurando seguir los puntos cardinales. Las observaciones fueron realizadas por una sola persona (AOV) y cada localidad fue visitada en 2 ocasiones para abarcar tanto la temporada reproductiva como la de migración. Realizamos una recolecta científica selectiva (permiso de colecta FAUT-0169), con el fin de formar una

colección de referencia de las aves de la zona mediante el uso de redes de niebla de 12 m de largo por 3 m de alto. Las redes fueron ubicadas en terrenos particulares alejados de la ruta de puntos de conteo, en momentos diferentes respecto a las observaciones. Los ejemplares capturados fueron recolectados y depositados para su conservación en la colección ornitológica del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (MZFC-AV). Además, con el fin de detectar especies no registradas por los otros métodos, realizamos observaciones libres fuera de las redes, puntos de conteo y durante la estancia en la zona de estudio. La lista de especies resultante sigue el orden taxonómico propuesto por el International Ornithological Committee (Gill y Donsker, 2017)

Para evaluar qué tan completo fue nuestro muestreo, estimamos una curva de acumulación de especies basada en los registros por salida aleatorizados, usando el programa EstimateS (Colwell, 2013) para reducir el sesgo por el orden en que se registraron las especies. A partir de la curva estimada, utilizamos el modelo de Clench (Clench, 1979; Soberón y Llorente, 1993) para estimar la riqueza esperada. Como parte de la caracterización de la diversidad de aves de la región, obtuvimos de la literatura el estatus de estacionalidad (de acuerdo con Howell y Webb, 1995), endemismo (siguiendo a González-García y Gómez-de Silva, 2003), conservación (IUCN, 2017; Semarnat, 2010) y si se trataba de especies exóticas (Conabio, 2016).

Para estimar la abundancia relativa utilizamos el método de porcentaje de representatividad (Pettingill, 1970), comparando el número de días en que se registró cada especie residente con el número de días de trabajo totales (Howell y Webb, 1995), el número de días que se registró cada especie migratoria con los días de trabajo correspondientes a la época de presencia de las especies visitantes de invierno y las reproductoras de verano, según fuera el caso. Para las especies accidentales y transeúntes se utilizó como referencia el número de días en las salidas en que fueron registradas respecto al número de días de trabajo de esas salidas. Debido a que no obtuvimos valores de representatividad de 100%, ajustamos las categorías de abundancia relativa y las definimos de la siguiente forma: rara de 0 a 9%, no común de 10 a 27%, común de 28 a 81% y abundante de 81 a 90%.

Para conocer la similitud en la composición de las comunidades de aves, usamos los datos de presencia-ausencia de especies por localidad para generar una matriz de disimilitud utilizando el coeficiente de Sørensen (Koleff et al., 2003; Sørensen, 1948), y con ella generar (empleando el promedio de sus valores) un dendrograma mediante el método jerárquico de ligamiento promedio (Sokal y Michener, 1958)

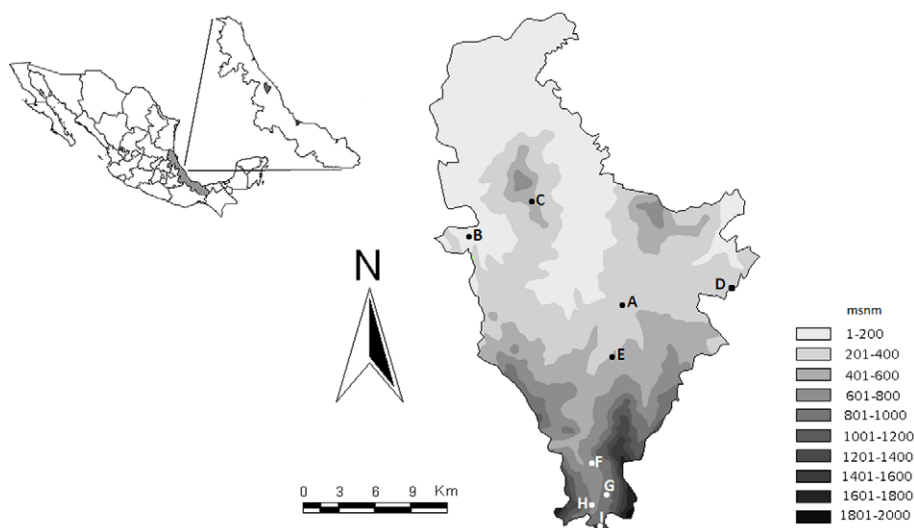


Figura 1. Ubicación del municipio de Misantla y localidades muestreadas. A) Ciudad de Misantla, B) Ignacio Zaragoza, C) cerro Quebrado, D) cerro Gordo, E) Los Ídolos, F) Pueblo Viejo, G) Gutiérrez Nájera, H) Díaz Mirón, I) Villa Nueva.

Tabla 1

Localidades visitadas y tipo de vegetación encontrados en cada una. BT= Bosque tropical perennifolio. BM= Bosque mesófilo de montaña. VR= Vegetación ribereña. SBT= Vegetación secundaria derivada de bosque tropical perennifolio. SBM= Vegetación secundaria derivada de bosque mesófilo de montaña. CA= Cafetal de sombra. CU= Cultivos. PG= Pastizal ganadero. PU= Pueblos

Localidad	Coordenadas (N, O)	Altitud m snm	Tipos de vegetación
Cerro Gordo	19.935°, 96.769°	378	BT, VR, SBT, CU, PG, PU
Cerro Quebrado	20.009°, 96.916°	434	BT, VR, SBT CA, CU, PG, PU
Díaz Mirón	19.785°, 96.872°	865	BM, SBM, CA, CU, PG, PU
Gutiérrez Nájera	19.792°, 96.861°	846	VR, SBM, CA, CU, PU
Ignacio Zaragoza, 1.7 km O	19.983°, 96.963°	137	VR, SBT, CU, PG
Los Ídolos	19.894, 96.857°	373	VR, SBT, CA, CU, PG, PU
Misantla, alrededores	19.333, 96.85°	300	VR, CU, PG
Pueblo Viejo	19.815°, 96.872°	730	BM, SBM, VR, CA, CU, PG, PU
Villa Nueva	19.773°, 96.867°	970	BM, SBM, VR, CA, CU, PG, PU

Para conocer la variación en la composición de especies de aves por tipo de vegetación, conformamos un dendrograma de disimilitud siguiendo el mismo método usado en el análisis de las localidades. Los tipos de vegetación naturales, de acuerdo con Gómez-Pompa (1966) y Rzedowski (2006) y observaciones propias, fueron: 1) bosque tropical perennifolio (BTP), 2) bosque mesófilo de montaña (BMM), 3) vegetación ribereña (VR).

Los tipos de vegetación modificados fueron: 1) vegetación secundaria de bosque tropical perennifolio (SBTP), 2) vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña (SBMM), 3) cafetal de sombra (CA), 4) cultivos

y sus bordes (CU), 5) pastizal ganadero y sus bordes (PG), 6) pueblos (PU), 7) zona urbana (ZU) que corresponde a la ciudad Misantla. Dado que en la ciudad no se realizó un muestreo sistemático, no se le incluye en los análisis de los tipos de vegetación, pero se le reporta en el listado de especies (apéndice 1).

Para explorar si existía independencia entre la abundancia relativa de las especies y la cantidad de tipos de vegetación que puede ocupar, realizamos una prueba gama de Goodman-Kruskal, que mide el grado de relación entre variables categóricas ordinales en una tabla de contingencia (Goodman y Kruskal, 1954). También realizamos curvas

de rango abundancia o curvas de Whittaker (Feinsinger, 2001), para evaluar de forma gráfica el grado de dominancia y las especies dominantes por tipo de vegetación.

Para conocer la composición de las comunidades de aves anterior a este estudio, llevamos a cabo una búsqueda amplia de literatura (Loetscher, 1955; Miller et al., 1957; Warner y Harrell, 1957) y en bases de datos especializadas (GBIF, 2017; Navarro-Sigüenza et al., 2003; VertNet, 2017) de las que se recabó información de ejemplares de la región depositados en las colecciones biológicas del mundo. Para comparar los cambios en la avifauna, primero, elaboramos una base de datos que integró todos los registros de encontrados tanto en la literatura como en el presente estudio. Posteriormente, para cada especie, se homogenizaron las siguientes variables utilizando únicamente los valores reportados en la literatura especializada: tipo de vegetación: (F-bosques y selvas, E-bordes de bosques y selvas, N-hábitat abiertos, A-acuático; Parker et al., 1996); estacionalidad (R-residente permanente, W-visitante de invierno, S-residente de verano, T-transeúnte, A-accidental; Howell y Webb, 1995); categoría de protección (P-en peligro, A-amenazada, Pr-bajo protección especial; Semarnat, 2010); época (siglo XIX, para todos los registros realizados entre 1829 y 1897; GBIF, 2017; Loetscher, 1955; Miller et al., 1957; Navarro-Sigüenza et al., 2003; Warner y Harrell, 1957; VertNet, 2017) y siglo XXI, para todos los registros realizados entre 2009 y 2014 (eBird, 2017; GBIF, 2017). Del siglo XX, únicamente encontramos 3 registros de 1956 y 1965 (GBIF, 2017), por lo que los asignamos al siglo XXI por su mayor cercanía temporal. Para evaluar las diferencias en la composición de especies el siglo XIX y XXI, realizamos una prueba de *t* pareada para cada variable explicativa, (categoría de hábitat, estacionalidad y de protección), usando la proporción de especies como variable de dependiente. Todas estas pruebas y análisis fueron realizadas utilizando el software R (R Core Team, 2013) y los paquetes vegan (Oksanen et al., 2013) y vcdExtra (Friendly, 2016).

Resultados

Durante el presente estudio se obtuvieron 6,412 registros de 161 especies de aves pertenecientes a 40 familias y 15 órdenes (apéndice 1). Con 3,072 horas red, recolectamos 110 ejemplares de 63 especies pertenecientes a 17 familias y a 5 órdenes. Estos ejemplares se integraron a la colección de aves del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias con los números de catálogo MZFC-AV 24145 a 24254.

La curva de acumulación de especies no llega a una asíntota y con el modelo de Clench estimamos 207 especies, por lo que se infiere que durante el presente trabajo registramos el 77.7% de las especies esperadas (fig. 2). Del

total de las especies, 104 son residentes permanentes y 56 migratorias y, de éstas últimas, 5 son residentes de verano, 45 son visitantes de invierno y 6 son transitorias. Registramos 4 especies cuasiendémicas (*Campylopterus curvipennis*, *Amazilia yucatanensis*, *Icterus graduacauda* y *Arremonops rufivirgatus*), 2 semiendémicas (*Empidonax oberholseri* e *Icterus cucullatus*) y 3 exóticas invasoras (*Bubulcus ibis*, *Columba livia* y *Passer domesticus*). Además, registramos 24 especies en categoría de protección, lo que representa un 14% del total. La mayor parte de las especies presentaron valores bajos de abundancia relativa, solo *Cardellina pusilla* fue abundante y 95 especies raras (apéndice 1).

Las localidades con un mayor número de especies fueron Los Ídolos con 87 y Villa Nueva con 82. Las localidades con menos registros fueron Gutiérrez Nájera con 38 y cerro Gordo con 41 especies. El dendrograma de disimilitud entre localidades muestra que las principales agrupaciones corresponden a la altitud y tipo de vegetación primaria en que se encuentran, de hecho, parecen corresponder a 3 pisos altitudinales, dado que la primera está formada por las localidades de la zona baja del municipio (Ignacio Zaragoza a 1.7 km O, cerro Gordo, los alrededores de la ciudad de Misantla, cerro Quebrado y Los Ídolos); todas ellas con elevaciones de 100 a 500 m snm. Otro grupo está formado por las localidades de la zona alta del municipio; ésto es, Díaz Mirón, Gutiérrez Nájera y Pueblo Viejo, que se encuentran a altitudes de 600 a 950 m snm, mientras que la localidad de Villa Nueva (970 m snm) se encuentra en un tercer piso altitudinal (tabla 1, fig. 3).

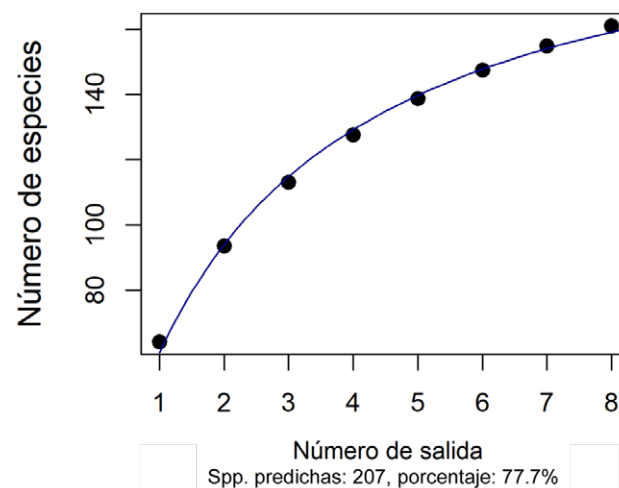


Figura 2. Curva de acumulación de especies. Los círculos negros muestran el número estimado de especies acumuladas por número de salida según el resultado de la aleatorización realizada por el software EstimateS (Colwell, 2013). La línea continua corresponde al modelo de Clench ($a = 85.7639$, $b = 0.4137$) ajustado a los datos, con el cual se estima 207 especies esperadas ($a/b = 207.2745$).

El tipo de vegetación con mayor número de especies de aves fue el cafetal de sombra con 87 especies, seguido del pastizal ganadero con 84. Los tipos de vegetación con menor número de especies fueron el bosque tropical perennifolio, el bosque mesófilo de montaña y los tipos de vegetación secundaria derivada de ambos. En el dendrograma de disimilitud entre tipos de vegetación (fig. 4) se observa que la línea de referencia separa a la mayoría de los tipos de vegetación naturales y la vegetación secundaria en ramas independientes mientras que se forma un grupo que incluye al bosque tropical perennifolio como rama hermana de los tipos de vegetación más perturbados (pastizal ganadero, cultivos, cafetal de sombra y pueblos).

Un 77% de las especies fue registrado en menos de la mitad de los tipos de vegetación, mientras que unas pocas fueron comunes a todos. Se observa también que las especies abundantes ocuparon el mayor número de tipos de vegetación, mientras que las raras lo hicieron en un menor número de ellos (fig. 5). Fue más frecuente registrar a las especies raras en un solo hábitat, mientras que las especies no comunes lo fueron en 5 tipos de vegetación, las comunes en 6 y la única abundante en 9 hábitats diferentes. Por ende, el número de tipos hábitat que ocupa una especie y su abundancia relativa son variables dependientes ($\text{gama} = 0.83, p < 0.05$). Una notable excepción fue *Glaucidium brasilianum*, que siendo una especie categorizada como rara, se le detectó en 6 tipos de vegetación.

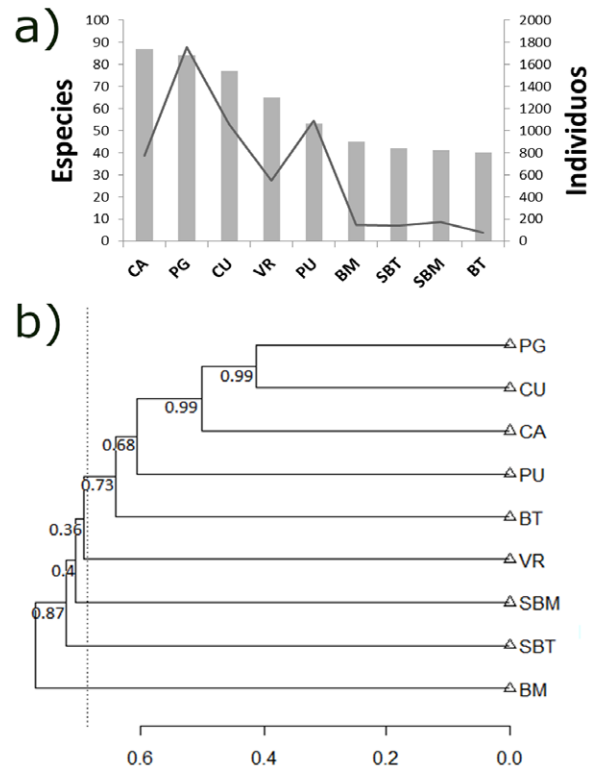
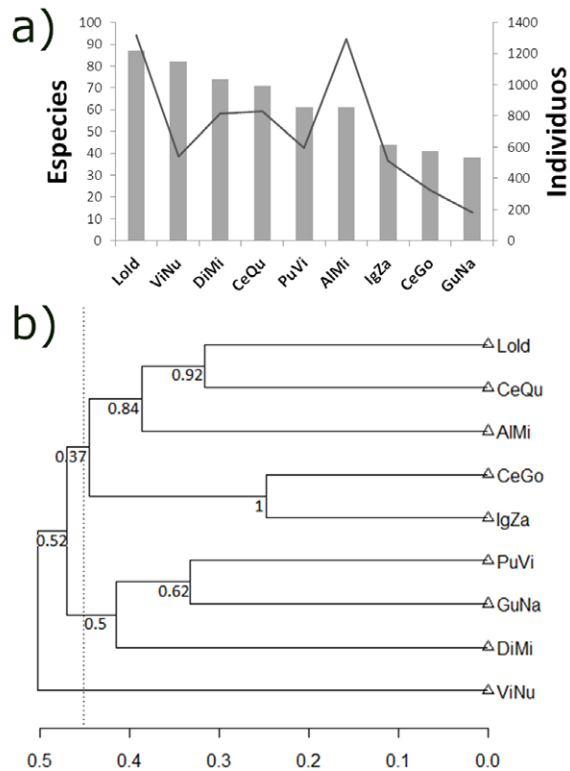


Figura 3. Riqueza y abundancia de especies por localidad. a) Las barras corresponden al número de especies en cada localidad mientras que la línea continua al número de individuos. b) Dendrograma de disimilitud (índice de Sørensen y método de ligamiento promedio) (promedio disimilitud = 0.45) entre localidades. En los nodos se muestra el valor de soporte de ramas (bootstrap, 1,000 repeticiones). Lold-Los Ídolos, ViNu-Villa Nueva, DiMi-Díaz Mirón, CeQu-cerro Quebrado, PuVi-Pueblo Viejo, AlMi-Alrededores de Misantla, IgZa-Ignacio Zaragoza, CeGo-cerro Gordo, GuNa-Gutiérrez Nájera.

Figura 4. Riqueza y abundancia de especies por tipo de vegetación. a) Las barras corresponden al número de especies en cada tipo de vegetación mientras que la línea continua al número de individuos. b) Mean = 0.68. Dendrograma de disimilitud (índice de Sørensen y método de ligamiento promedio) (promedio disimilitud = 0.68) entre hábitat. En los nodos se muestra el valor de soporte de ramas (bootstrap, 1,000 repeticiones). BT-Bosque tropical perennifolio, BM-bosque mesófilo de montaña, VR-vegetación ribereña, SBT-vegetación secundaria derivad de bosque tropical perennifolio, SBM-vegetación secundaria derivad de bosque mesófilo de montaña, CA-cafetal de sombra, CU-cultivos, PG-pastizal ganadero, PU-pueblos.

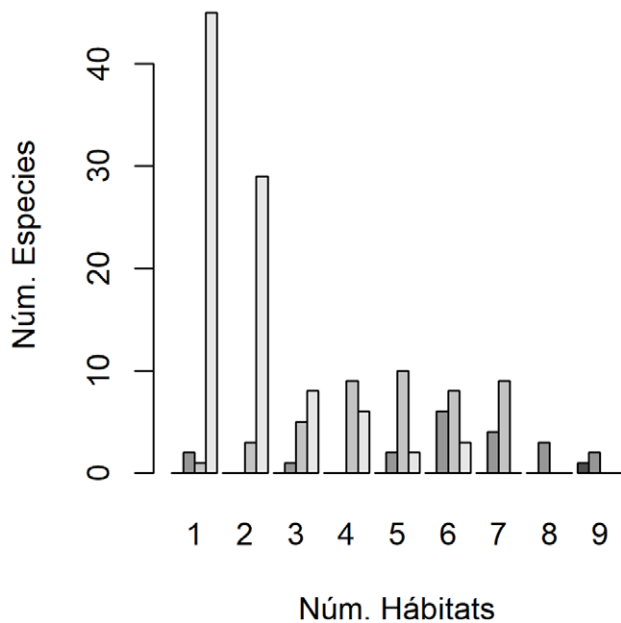


Figura 5. Número de especies en 1 a 9 tipos de vegetación. La abundancia relativa de las especies está representada por una escala de grises en las barras, siendo las barras más claras las que corresponden a las especies raras y las más oscuras a las abundantes. Se observa que la mayoría de las especies raras son observadas en un menor número de tipos de vegetación, mientras que las más comunes se ocupan más tipos de vegetación.

Se observa que, en general, las comunidades de aves de Misantla se encuentran dominadas (fig. 6), pero hay algunos tipos de vegetación en los que el efecto es más notorio, en especial en los pueblos y en la vegetación ribereña. En los primeros destacan las especies generalistas asociadas a ambientes perturbados como *Quiscalus mexicanus* y *Bubulcus ibis*, mientras que en la vegetación ribereña son dominantes especies como *Stelgidopteryx serripennis* y *Chaetura pelagica*.

No obtuvimos diferencias entre la proporción de especies en el siglo XIX y XXI según los tipos de vegetación ($t = -2.75$, $df = 3$, $p = 0.07$), estacionalidad ($t = -1.91$, $df = 4$, $p = 0.12$) y protección ($t = -0.79$, $df = 2$, $p = 0.51$). No obstante, al comparar cualitativamente la proporción de las especies en diferentes categorías por época (fig. 7), conseguimos detectar algunos posibles patrones ecológicos. Por ejemplo, se observa un número mayor de especies acuáticas y de hábitats abiertos en la actualidad, mientras que en el siglo XIX se registraron más especies de bosque y de borde de bosque. Además, no se observaron cambios importantes en la estacionalidad, salvo por una proporción ligeramente mayor de especies transeúntes. Finalmente, se observa un porcentaje mayor de especies actualmente consideradas en peligro o amenazadas, en los estudios históricos en contraste con una proporción mayor de especies bajo protección especial en el siglo XXI.

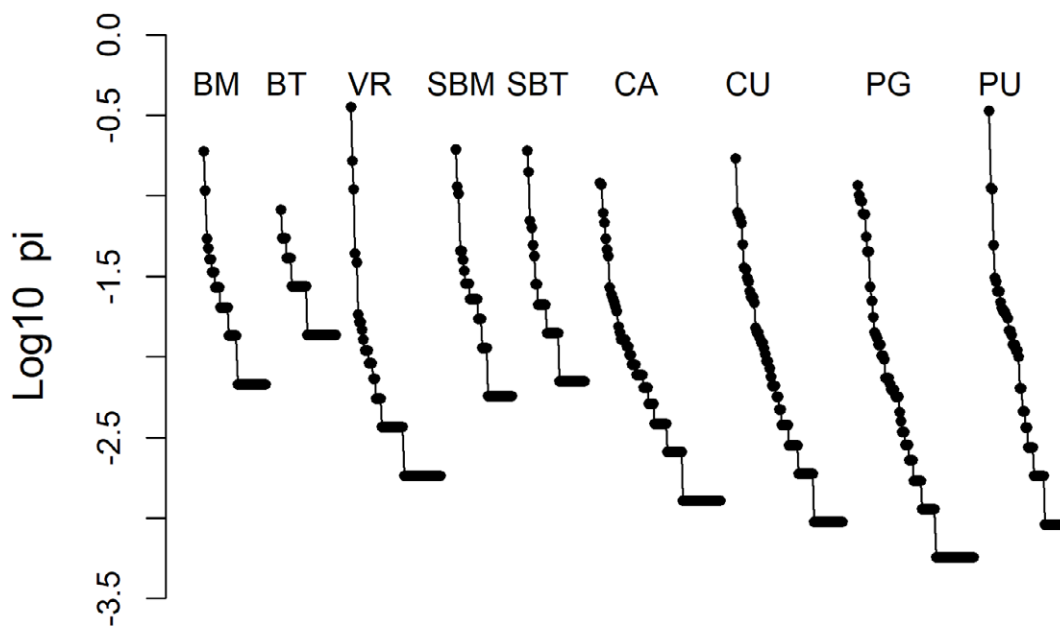


Figura 6. Curvas de dominancia de especies por tipo de vegetación. En el eje horizontal se tiene el número de especies por hábitat (rango) y en el eje vertical el logaritmo de la probabilidad individual de observar cada especie (abundancia). Las comunidades más dominadas son las que presentan una mayor pendiente en el gráfico (e.g., Pueblos), mientras que las más equitativas tienen una pendiente menor (e.g., bosque tropical perennifolio).

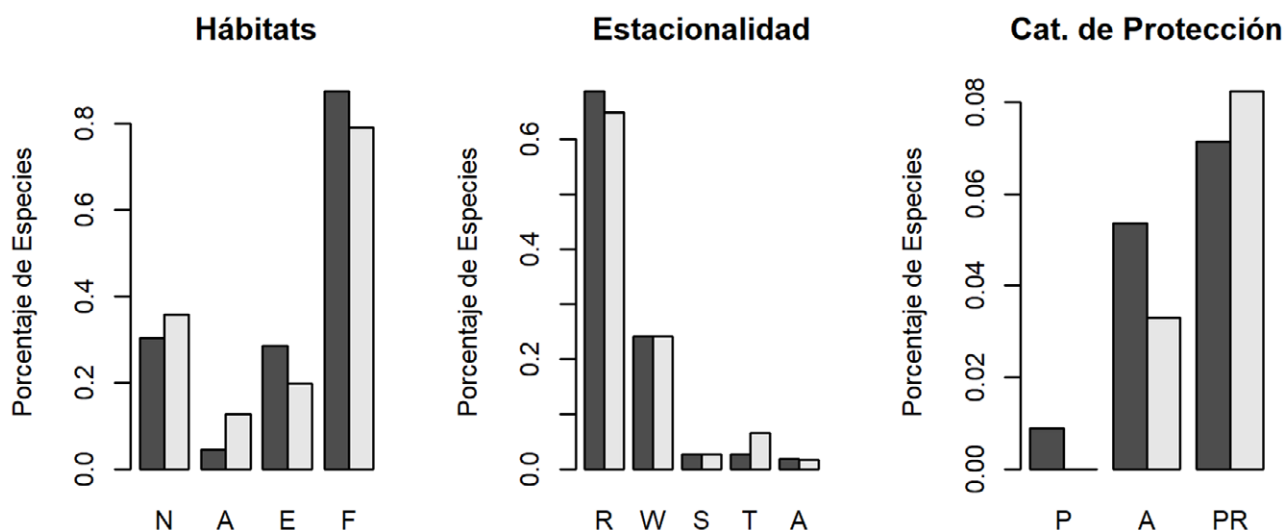


Figura 7. Porcentaje de especies registradas para cada categoría en cada época. Las barras oscuras son las especies registradas en el siglo XIX y las barras claras las registradas en el siglo XXI. No se observaron diferencias estadísticas significativas en ninguna variable: ($t = -2.75$, $df = 3$, $p = 0.07$), estacionalidad ($t = -1.91$, $df = 4$, $p = 0.12$) y protección ($t = -0.79$, $df = 2$, $p = 0.51$).

Discusión

El número de especies registradas durante el presente trabajo, así como la proporción de éstas con respecto a las reportadas para México, es similar al encontrado en estudios realizados en otras regiones del país, con una complejidad ambiental y a una escala semejante (538 km²) (Almazán-Núñez et al., 2009; Bojorges-Baños y López-Mata, 2001, 2005; García-Hernández, 2010; Martínez-Morales, 2007; Villa-Bonilla et al., 2008), en los que se informan entre 117 y 194 especies. Por ejemplo, muchas de las especies reportadas en el presente estudio son similares a las de la zona de protección forestal y faúnica de Santa Gertrudis, Veracruz (Bojorges-Baños y López-Mata, 2001, 2005). Además de la composición de especies, estos 2 trabajos son similares en otros aspectos como la abundancia total, la composición temporal y la abundancia relativa, siendo notoria la dominancia de las especies residentes permanentes y la existencia de un porcentaje importante de especies raras. Esta coincidencia se debe a la cercanía geográfica de ambas áreas, que es de aproximadamente 30 km, y a que comparten muchas características físicas.

Respecto a la riqueza total registrada en el presente estudio, la causa más probable de que no se alcanzaran valores cercanos a 100% en el modelo de Clench fue que la mayoría de las especies son raras o poco abundantes y cabe suponer que las que teóricamente existen y no han sido registradas todavía, también lo son y, por tanto, resultan difíciles de detectar. Sin embargo, registramos todas las familias y géneros considerados omnipresentes para las

aves terrestres de México (Gómez-de Silva y Medellín, 2001), con la única excepción del género *Accipiter*.

Detectamos que las aves que sería necesario reforzar el método para su detección serían las especies acuáticas y las nocturnas. La escasa presencia de las primeras y que requieren mayor atención se debe, en mucho, a que el municipio no posee costas, lagos ni lagunas, sin embargo, la gran cantidad de arroyos y los ríos principales, permiten la presencia de algunas de ellas como *Phalacrocorax brasilianus*, *Cinclus mexicanus*, y especies de las familias Ardeidae y Alcedinidae. En cuanto a las nocturnas, solo se detectaron por algunos llamados (*Glaucidium brasilianum*, *Ciccaba virgata* y *Nyctidromus albicollis*), sugerimos un método más sistemático para su registro.

Al igual que en otras zonas de Veracruz, en Misantla destaca la migración anual de aves rapaces que ocurre principalmente en abril y octubre (Ruelas-Inzunza et al., 2005). Esta migración se caracteriza por el gran número de individuos que viajan juntos y que vuelan de una manera muy visible durante el día, siguiendo las corrientes termales de aire ascendente. Esta migración está dominada por las especies *Cathartes aura*, *Buteo platypterus* y *Buteo swainsoni*, que son las mismas especies mencionadas como las más abundantes en durante la migración de las aves rapaces, según Bildstein (2004). Aparentemente, los individuos migratorios de ambas especies son transeúntes en la zona de estudio, por lo que no permanecen en el área.

Un registro importante fue el de un individuo de *Psarocolius wagleri*, especie que debe ser considerada accidental pues su área de distribución reportada en la literatura (Howell y Webb, 1995; Navarro-Sigüenza y

Peterson, 2007; Peterson y Chalif, 1989) corresponde a la zona sureste del país y al extremo sur del estado de Veracruz. Sin embargo, este registro no es único ya que la especie ha sido reportada también en la región de Xalapa (eBird, 2017), lo que implicaría la ampliación del área de distribución publicada en la literatura.

Respecto a la abundancia relativa, la mayoría de las especies fueron categorizadas como raras o no comunes. Por consiguiente, cabe suponer que las especies no registradas y que fueron predichas por el modelo de acumulación, también son raras y, por tanto, requieren mayor esfuerzo y tiempo para su detección.

De acuerdo con la similitud entre comunidades de aves, observada en el dendrograma de las localidades, sugerimos que existen 2 zonas que pueden ser diferenciadas por su avifauna, además de otras características físicas y de vegetación. Esta división corresponde con las provincias biogeográficas (Morrone, 2005, 2014) presentes en el área de estudio. Con esto afirmamos que tenemos una “zona baja” perteneciente a la provincia de la Planicie Costera del Golfo, con un clima cálido húmedo y una vegetación originaria de bosque tropical perennifolio, aunque en la actualidad se encuentra fuertemente perturbada; también tenemos una “zona alta” perteneciente a la provincia de la Sierra Madre Oriental, con un clima templado húmedo y la vegetación dominada por bosques de galería, bosques mesófilos y cultivos de café de sombra.

La localidad de Villa Nueva se muestra en una rama del dendrograma separada del resto de las localidades. Esta separación probablemente se deba a que fue la localidad de menor tamaño y la más aislada, ya que se encuentra ubicada en la base de un acantilado, y cuenta con algunas especies que solo fueron observadas ahí (e.g., *Cinclus mexicanus*, *Aulacorhynchus prasinus*). También debe considerarse la presencia de especies de aves de ambientes templados (e.g., *Piranga bidentata*, *Passerina caerulea*, *Melospiza lincolni*, *Buteo jamaicensis*), debido a que en la cima de los acantilados, en el municipio vecino de Landero y Coss, se encuentra este tipo de clima. No debe olvidarse que la Sierra Madre Oriental ha sido considerada como parte de una zona de transición entre la región Neotropical y Neártica, particularmente el intervalo de altitudes de 1,500 a 2,000 m snm en su porción sur, donde se ubica el área de estudio, ha sido reconocido como un lugar con una elevada mezcla entre ambas biotas (Ferro et al., 2017).

Para explicar por qué los hábitats modificados por actividades humanas son los que presentaron mayor riqueza de especies de aves, hay que analizar los tipos de vegetación tomando en cuenta que están distribuidos en un mosaico. Este mosaico implica que los tipos de vegetación se encuentran en pequeñas áreas colindando unos con otros, siendo así, que los más extensos, como los campos de cultivo, pastizales ganaderos y los ríos principales,

pueden recibir un importante aporte de especies que se desplazan entre los diferentes tipos de vegetación sin pertenecer exclusivamente a alguno.

También es de notar que los tipos de vegetación perturbados forman un grupo en el dendrograma, a pesar de encontrarse distribuidos por toda el área de estudio y de que cada parcela puede colindar con diferentes ambientes naturales. Esto se debe a que los tipos de vegetación perturbados, tienen características similares, producto de la acción del ser humano, y por tanto, comparten una composición de especies similar (Ortega-Álvarez y MacGregor-Fors, 2009; McKinney, 2006; Le Viol et al., 2012; Vázquez-Reyes et al., 2017). El hecho de que también se agrupen con el bosque tropical perennifolio puede ser efecto de que la mayoría de las áreas perturbadas se ubiquen en la zona baja del municipio, donde predominaba este tipo de vegetación original, y puede ser evidencia de homogenización biótica en esta área.

A su vez, uno de los efectos esperados por la homogenización biótica, es un aumento en la proporción de las especies de hábitos generalistas con respecto a las especializadas en determinados tipos de vegetación, alimentación o anidación (Vázquez-Reyes et al., 2017). En este estudio se encontró una relación de dependencia entre la abundancia de una especie y la capacidad de ocupar un mayor número de ambientes, así las especies más abundantes son generalistas, dominantes en la mayor parte de los tipos de vegetación o relacionadas con tipos de vegetación modificados por la acción humana. Por ejemplo, la especie con una mayor abundancia relativa fue *C. pusilla*, mientras que las especies raras son, en general, las propias de los tipos de vegetación originales de la región, el bosque tropical perennifolio y el bosque mesófilo (Howell y Webb, 1995; Parker et al., 1996).

Además, la distribución de las frecuencias de cada especie por categoría de abundancia relativa según el número de tipos de vegetación en que se les registró (fig. 5) implica que las comunidades de aves, lejos de ser equitativas como podría esperarse de un hábitat conservado, se encuentran fuertemente dominadas por unas pocas especies comunes (i.e., *Coragyps atratus*, *Cathartes aura*, *Psilorhinus morio*, *Quiscalus mexicanus* y *Psarocolius montezuma*), especialmente en los ambientes perturbados, y la causa más probable es la acción humana (fig. 6).

Es importante mencionar que carecemos de un muestreo sistemático para los registros históricos, por lo que cualquier comparación con nuestros datos será de forma parcial. Sin embargo, podemos inferir de estos datos que los ambientes naturales de la región de Misantla se han visto afectados por actividades humanas desde mucho tiempo atrás. En tiempos prehispánicos perteneció al extremo sur del Totonacapan y sus habitantes comerciaban principalmente con productos de los bosques (González,

1999; González-de la Lama, 1990). Sin embargo, con la llegada de los españoles a la región en 1521, la población se concentró en la zona baja y se estableció una economía en la región principalmente basada en la ganadería extensiva (González, 1999; González-de la Lama, 1990). Es difícil determinar el grado de perturbación a la vegetación en esa época puesto que no existe una descripción detallada de la distribución de los parches de vegetación hasta 1966. Sin embargo, es de esperarse que en el mismo siglo XVI ya existieran amplios pastizales ganaderos en toda la zona norte del actual municipio, y desde entonces hasta la actualidad la presión sobre los ecosistemas originales no ha disminuido. Esto queda evidenciado al comparar los primeros registros científicos de aves en la región (1824 y 1888) con los actuales (1960 y 2011), ya que el número de especies por tipo de vegetación no está relacionado con la fecha de su registro. Los cambios menores que se aprecian son los que podrían esperarse de un aumento en el grado de perturbación de la zona, esto es, una disminución de las especies asociadas a los bosques y un aumento en las asociadas a zonas abiertas, producto a su vez de una probable disminución menor en la cobertura de vegetación original sustituida por áreas de ganadería y cultivo. Si bien en el siglo XIX no existía ninguna clasificación de especies en riesgo, resulta interesante hacer una aproximación a través de las categorías actuales de la NOM-059 (Semarnat, 2010). Con ello observamos la pérdida de unas pocas especies por su mayor sensibilidad a la perturbación antrópica. Debido a la falta de datos del siglo XIX, no tenemos la forma de realizar una comparación sobre las modificaciones en la abundancia de las especies de aves, sin embargo, este aspecto puede impactar severamente en la viabilidad de las poblaciones, y se ha reportado recientemente que puede ocurrir una importante caída en la abundancia de un gran número de especies de aves, aun cuando la riqueza sea similar (Pennisi, 2019).

Una revisión de la información presentada hasta ahora muestra que el municipio ha sufrido un alto grado de perturbación desde tiempos históricos y que esto se ve reflejado sobre todo en la mayor abundancia de especies generalistas y una disminución de las especies amenazadas. Sin embargo, aun permanecen zonas de bosque mesófilo de montaña, donde se registró un mayor número de especies de aves y donde se encuentran las áreas con un menor grado de perturbación. También en la sierra de Misantla existen grandes extensiones de bosque que son utilizadas cada año por las aves migratorias (Ruelas-Inzunza et al., 2005), por lo que sería importante establecer un plan de manejo para conservar la gran diversidad que existe en el área. Por otro lado, en la zona norte del municipio, las localidades de cerro Quebrado y Los Ídolos fueron las que presentaron una mayor riqueza de especies y que poseen zonas de vegetación original, por lo que también deben

considerarse como prioritarias para la conservación. Estas áreas de vegetación remanente se encuentran en las zonas más escarpadas (Gómez-Pompa, 1966) y probablemente son las mismas desde tiempos históricos, lo que las vuelve factibles de conservarlas a largo plazo, especialmente si reciben un manejo de protección.

Debido a la naturaleza fragmentaria de los parches remanentes de vegetación original, el método de protección más viable sería el basado en pequeñas reservas de propiedad privada o por unidades de manejo ambiental (UMA). También se puede aprovechar de forma sustentable el gran número de recursos naturales que las comunidades de la zona alta pueden obtener de sus bosques y la importancia de éstos en la captura de agua de lluvia, afianzamiento del suelo para prevenir deslaves y reducción en la crecida de los ríos en tierras bajas, mediante un esquema de conservación por pago de servicios ecosistémicos (Almeida-Leñero et al., 2007; Camargo et al., 2012). Finalmente, no se puede dejar de lado la posibilidad de utilizar el ecoturismo de observación de aves como una forma de educación ambiental y también para generar un ingreso económico para los pobladores, favoreciendo la conservación de las aves y sus hábitats (Cantú et al., 2011). El área de estudio presenta potencial para dicha actividad ya que en un breve recorrido se puede observar una avifauna, y en general una biodiversidad, asociada a dos zonas biogeográficas, a varios tipos de vegetación y un importante aporte de aves migratorias, incluidas las del río de rapaces. El éxito de cualquier medida tomada en favor de la conservación de las aves de la región dependerá de la concientización y participación de sus habitantes, pues son ellos quienes viven diariamente en contacto con el medio y quienes tienen una mayor influencia en su conservación o perturbación. Así, es de suma importancia que los estudios de biodiversidad, como el presente, se realicen con el acuerdo y la contribución de los pobladores y que la información generada pueda volver a ellos de diversas formas además de los productos científicos.

Los estudios faunísticos a escala local son importantes como un método para detectar áreas de gran diversidad o de importancia para la conservación, que podrían pasar desapercibidas cuando se realizan a escalas mayores, y para reunir información sobre los procesos que ocurren a nivel de comunidades (Rojas-Soto y de Ita, 2005; Villa-Bonilla et al., 2008). El presente estudio nos permitió ejemplificar cómo se organiza la diversidad de aves una zona que presenta mucha heterogeneidad de ambientes, incluyendo zonas conservadas y otras muy perturbadas, tanto de afinidad tropical como templada. Como era de esperarse encontramos una mayor diversidad de aves en las zonas con menor perturbación y destacamos que dichas áreas también son una fuente desde donde las aves pueden desplazarse a áreas con mayor perturbación. La

comparación con los registros históricos, nos permitió concluir que cuando hay una lenta modificación en el ambiente, la composición de especies de aves puede mantenerse aproximadamente estable, sin embargo, esto no descarta que pueda ocurrir un deterioro constante, en particular en la abundancia de las especies.

Agradecimientos

A todos los habitantes del municipio de Misantla, quienes nos permitieron trabajar en sus comunidades y nos brindaron tanta ayuda y facilidades para la realización de este proyecto. A nuestros compañeros de trabajo en campo con quienes convivimos, nos apoyamos y también

realizaron proyectos de biodiversidad de la región de Misantla, Mónica Rodríguez Macedo, Arturo Arellano Covarrubias, Eric Centenero Alcalá, Marisol Ocampo Sandoval, Uri García, Marysol Trujano, Arturo Sánchez y Gándara y Rosa Alicia Castillo. Recursos financieros para este proyecto fueron obtenidos a través de la Asociación para el Desarrollo Integral de la Región de Misantla (ASODIREMI A.C.), el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias (MZFC) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el proyecto PAPIIT IN 217212. Los ejemplares fueron recolectados con el permiso de la Dirección General de Vida Silvestre (Semarnat; FAUT-0169). Por último a Alejandro Gordillo Martínez por la revisión de las últimas versiones.

Apéndice 1. Lista de las aves de Misantla, Veracruz. Se sigue el orden taxonómico propuesto por el IOC (Gill y Donsker, 2017). Esta = Estacionalidad (Howell y Webb, 1995), R = residentes permanentes, S = residentes de verano, W = visitantes de invierno, T = transitorias, A = tccidental; Ende = endemismo (González-García y Gómez de Silva, 2003; Conabio, 2016), END = endémica, CUA = cuasiendémica, SEM = semiendémica, EXO = exótica; IUCN = categoría en la lista roja de la IUCN (IUCN, 2017), LC = preocupación menor, NT = casi amenazada, E = en peligro de extinción; NOM-059 = categoría en la NOM-059-SEMARNAT (SEMARNAT, 2010), PR = protección especial; A = amenazada, P = peligro de extinción, Hab1 = tipo de hábitat según la literatura (Parker et al., 1996), F = bosques y selvas, E = bordes de bosques y selvas, N = hábitat abiertos, A = acuático; Hab2 = tipo de vegetación según éste trabajo, BT = bosque tropical perennifolio, BM = bosque mesófilo de montaña, VR = vegetación rivereña, SBT = vegetación secundaria derivada de bosque tropical perennifolio, SBM = vegetación secundaria derivada de bosque mesófilo de montaña, CA = cafetal, CU = cultivos, PG = pastizal ganadero, PU = pueblos, ZU = zona urbana; AR = abundancia relativa según éste trabajo, Ab = abundante, Co = común, NC = no Común, Ra = rara, Zona = zona geográfica según éste trabajo, A = zona alta o sur, B = zona baja o norte; S XIX = registrada en el siglo XIX (Loetscher, 1955; Miller et al., 1957; Warner y Harrell, 1957; Navarro et al., 2003; GBIF, 2017; VertNet, 2017); S XXI = registrada en los últimos 60 años (eBird, 2017; GBIF, 2017).

Taxón	Esta	Ende	IUCN	NOM-059	Hab1	Hab2	A-R	Zona	S XIX	S XXI
Orden ANSERIFORMES										
Familia Anatidae										
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	R		LC		A					1
<i>Dendrocygna bicolor</i>	R		LC		A					1
<i>Anas crecca</i>	W		LC		A					1
Orden GALLIFORMES										
Familia Cracidae										
<i>Ortalis vetula</i>	R		LC		F	BT/BM/SBT/CA/ CU/PG/PU	NC	A/B		1
<i>Penelope purpurascens</i>	R		LC	A	F	SM/PG	Ra	A	1	1
Familia Odontophoridae										
<i>Dactylortyx thoracicus</i>	R		LC	PR	F				1	
Orden PELECANIFORMES										
Familia Threskiornithidae										
<i>Eudocimus albus</i>	W		LC		A-F					1
<i>Plegadis chihi</i>	W		LC		A	VR	Ra	B		1
Familia Ardeidae										
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	R		LC		A					1
<i>Butorides virescens</i>	R		LC		F-A	VR	Ra	B		1
<i>Bubulcus ibis</i>	R	EXO	LC		N	VR/SBM/CA/ CU/PG/PU/ZU	Co	A/B		1

Apéndice 1.
 Continuación

Taxón	Esta	Ende	IUCN	NOM-059	Hab1	Hab2	A-R	Zona	S XIX	S XXI
<i>Ardea herodias</i>	W		LC		F-A	VR/PG	Ra	B		1
<i>Ardea alba</i>	R		LC		A	VR/ZU	Ra	A/B		1
<i>Egretta tricolor</i>	W		LC		F-A	VR	Ra	B		1
<i>Egretta caerulea</i>	W		LC		F-A	VR	Ra	B		1
<i>Egretta thula</i>	R		LC		A	VR	Ra	B		1
Orden SULIFORMES										
Familia Phalacrocoracidae										
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	R		LC		A	VR	Ra	B	1	1
Orden ACCIPITRIFORMES										
Familia Cathartidae										
<i>Cathartes aura</i>	R		LC		F-N	VR/SBT/SBM/ CA/CU/PG/PU	Co	A/B		1
<i>Coragyps atratus</i>	R		LC		F-E-N	VR/SBM/CA/ CU/PG/PU/ZU	Co	A/B		1
Familia Accipitridae										
<i>Elanus leucurus</i>	R		LC		N					1
<i>Elanoides forficatus</i>	T		LC	PR	F			B		1
<i>Buteogallus anthracinus</i>	R		LC	PR	F	BT/BM/VR/SBM/ CA/CU/PG	NC	A/B		1
<i>Rupornis magnirostris</i>	R		LC		F-E-N	BT/VR/CA/CU/PG/PU	Co	A/B		1
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	R		LC	PR	N	PG	Ra	B		1
<i>Buteo plagiatus</i>	R		LC	PR	F	PG	Ra	B		1
<i>Buteo swainsoni</i>	T		LC	PR	N	PG	Co	A/B		1
<i>Buteo jamaicensis</i>	W		LC		F-E-N	SBM/CA	Ra	A		1
<i>Buteo lagopus</i>	A		LC	PR	N					1
Orden										
CHARADRIIFORMES										
Familia Scolopacidae										
<i>Actitis macularius</i>	W		LC		A	VR	Ra	B		1
Orden COLUMBIFORMES										
Familia Columbidae										
<i>Columba livia</i>	R	EXO	LC		F-N	CU/PU/ZU	Ra	A/B		1
<i>Patagioenas flavirostris</i>	R		LC		F	BT/SBM/SBT/CA/ CU/PG/PU/ZU	Ra	A/B	1	1
<i>Columbina inca</i>	R		LC		N	VR/CA/CU/PG/PU/ZU	NC	A/B		1
<i>Columbina passerina</i>	R		LC		N					1
<i>Columbina talpacoti</i>	R		LC		N	PG/PU	Ra	B		1
<i>Leptotila verreauxi</i>	R		LC		F-E				1	1
<i>Leptotila plumbeiceps</i>	R		LC		F	PG/PU	NC	A/B		1
<i>Zentrygon albifacies</i>	R		LC	A	F				1	
<i>Zenaida asiatica</i>	R		LC		F-N	SBT/ZU	Ra	B		1
Orden CUCULIFORMES										
Familia Cuculidae										
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	R		LC		N	SBT/CA/CU/ PG/PU/ZU	Ra	A/B		1
<i>Piaya cayana</i>	R		LC		F	BT/CU/PG/PU	Ra	B	1	1

Apéndice 1.
 Continuación

Taxón	Esta	Ende	IUCN	NOM-059	Hab1	Hab2	A-R	Zona	S XIX	S XXI
Orden STRIGIFORMES										
Familia Strigidae										
<i>Strix virgata</i>	R		LC		F	BM/VR/SBT/CA/PG	Ra	A/B		1
<i>Glaucidium brasilianum</i>	R		LC		F-E-N	BM/VR/SBM/ CA/PG/PU	Ra	A/B	1	1
Orden										
CAPRIMULGIFORMES										
Familia Caprimulgidae										
<i>Nyctidromus albicollis</i>	R		LC		F-E	VR/PG/PU	Co	A/B		1
Orden APODIFORMES										
Familia Apodidae										
<i>Streptoprocne zonaris</i>	R		LC		F-N	SBM/CA/CU/PG/PU	Ra	A/B		1
<i>Chaetura vauxi</i>	R		LC		F-N					1
<i>Chaetura pelagica</i>	T		NT		F-E-N	VR/PG	NC	B		1
Familia Trochilidae										
<i>Campylopterus curvipennis</i>	R	CUA	LC		F	BT/SBT/CA/ CU/PG/PU	NC	A/B	1	1
<i>Colibri thalassinus</i>	R		LC		F-N	BM	Ra	A		1
<i>Anthracothorax prevostii</i>	S		LC		F				1	1
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	R		LC		F-E-N				1	
<i>Amazilia yucatanensis</i>	R	CUA	LC		F-E	SM/VR/SBT/CA/ CU/PG/PU	NC	A/B	1	1
<i>Amazilia candida</i>	R		LC		F				1	
<i>Lamprolaima rhami</i>	R		LC	A	F	CA	Ra	A		1
<i>Eugenes fulgens</i>	R		LC		F	BM/SBM	NC	A		1
<i>Tilmatura dupontii</i>	R		LC	A	F-E-N				1	
<i>Archilochus colubris</i>	T		LC		F-N	SBT/CU/PU	NC	B		1
<i>Atthis heloisa</i>	R	END	LC		F-E				1	
Orden TROGONIFORMES										
Familia Trogonidae										
<i>Trogon melanocephalus</i>	R		LC		F					1
<i>Trogon caligatus</i>	R		LC		F				1	
<i>Trogon collaris</i>	R		LC	PR	F				1	
<i>Trogon mexicanus</i>	R		LC		F				1	
Orden CORACIIFORMES										
Familia Alcedinidae										
<i>Chloroceryle americana</i>	R		LC		F-A	VR	Ra	A/B	1	1
<i>Megaceryle torquata</i>	R		LC		F-A	VR	NC	B		1
<i>Megaceryle alcyon</i>	W		LC		A	VR	Ra	B		1
Familia Momotidae										
<i>Momotus coeruliceps</i>	R		LC		F	CA	Ra	A	1	1
Orden PICIFORMES										
Familia Ramphastidae										
<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	R		LC	PR	F	BM	NC	A	1	1
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	R		LC	A	F	BT/BM/VR/ SBT/CA/CU	Ra	A/B	1	1

Apéndice 1.
 Continuación

Taxón	Esta	Ende	IUCN	NOM-059	Hab1	Hab2	A-R	Zona	S XIX	S XXI
Familia Picidae										
<i>Melanerpes santacruzi</i>	R		LC		F-N	BT/BM/VR/SBT/SBM/ CA/CU/PG/PU/ZU	Ra	A/B	1	1
<i>Sphyrapicus varius</i>	W		LC		F	SBT/CA	Ra	A/B		1
<i>Leuconotopicus fumigatus</i>	R		LC		F	BM/CA	NC	A		1
<i>Colaptes rubiginosus</i>	R		LC		F	BM/CA	Ra	A		1
<i>Dryocopus lineatus</i>	R		LC		F-E	BT/CA/CU/PG	Ra	A/B	1	1
<i>Campephilus guatemalensis</i>	R		LC	PR	F-E				1	1
Orden FALCONIFORMES										
Familia Falconidae										
<i>Caracara cheriway</i>	R		LC		N	SBT/CU/PG/PU	Co	A/B		1
<i>Micrastur ruficollis</i>	R		LC	PR	F				1	
<i>Falco sparverius</i>	W		LC		F-N	PG	Ra	B	1	1
<i>Falco ruficularis</i>	R		LC		F-E					1
Orden PSITTACIFORMES										
Familia Psittacidae										
<i>Pionus senilis</i>	R		LC	A	F	CA/CU	Ra	A	1	1
<i>Amazona albifrons</i>	A		LC	PR	F					1
<i>Amazona autumnalis</i>	R		LC		F-E	BM/VR/SBT/SBM/ CA/CU/PG/PU	NC	A/B		1
<i>Amazona oratrix</i>	R	CUA	E	P	F				1	
<i>Eupsittula nana</i>	R		LC	PR	F-E	SBT/CA	Ra	A/B	1	1
<i>Psittacara holochlorus</i>	R	END	LC	A	F				1	
Orden PASSERIFORMES										
Familia Furnariidae										
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	R		LC		F	BM/VR/CA	NC	A	1	1
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	R		LC		F				1	
<i>Lepidocolaptes affinis</i>	R		LC		F	CA	Ra	A		1
Familia Thamnophilidae										
<i>Thamnophilus doliatus</i>	R		LC		F-N				1	
Familia Tyrannidae										
<i>Camptostoma imberbe</i>	R		LC		F-N					1
<i>Mionectes oleagineus</i>	R		LC		F	CA	Ra	A	1	1
<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	A		LC		F				1	
<i>Sayornis phoebe</i>	W		LC		N	CA/CU/PG	NC	A/B	1	1
<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	R		LC		F-E	VR	Ra	B		1
<i>Contopus cooperi</i>	T		NT		F				1	
<i>Contopus pertinax</i>	R		LC		F	SBM/CA/PG	Ra	A		1
<i>Empidonax flaviventris</i>	W		LC		F	SBT/CA	Ra	A/B		1
<i>Empidonax traillii</i>	T		LC		F-N					1
<i>Empidonax hammondi</i>	W		LC		F-N				1	
<i>Empidonax oberholseri</i>	W	SEM	LC		F-N	BM/VR	Ra	A/B		1
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	R		LC		F-E-N	VR/CU/PG	Ra	B	1	1
<i>Legatus leucophaeus</i>	S		LC		F-E	PG/PU	NC	B	1	1
<i>Myiozetetes similis</i>	R		LC		F-E	SBT/SBM/CA/ CU/PG/PU/ZU	Co	A/B	1	1

Apéndice 1.
 Continuación

Taxón	Esta	Ende	IUCN	NOM-059	Hab1	Hab2	A-R	Zona	S XIX	S XXI
<i>Pitangus sulphuratus</i>	R		LC		F-N	VR/SBT/CA/CU/ PG/PU/ZU	NC	A/B	1	1
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	S		LC		F	BM/VR/SBM/CU/PG	Co	A/B		1
<i>Megarynchus pitangua</i>	R		LC		F				1	1
<i>Tyrannus melancholicus</i>	R		LC		F-E-N	VR/CA/CU/PG/PU/ZU	NC	A/B		1
<i>Tyrannus couchii</i>	R		LC		F-N				1	
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	R		LC		F	BT/BM/CA/CU/PG	Ra	A/B	1	1
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	R		LC		F-N	CA/PG/PU	Ra	A/B		1
Familia Tityridae										
<i>Tityra semifasciata</i>	R		LC		F	VR/SBT/SBM/ CA/CU/PG	Co	A/B	1	1
<i>Pachyramphus aglaiae</i>	R		LC		F-E	BT/VR/SBM/CA/ CU/PG/PU	NC	A/B	1	1
Familia Vireonidae										
<i>Vireo griseus</i>	W		LC		F-N	VR/CA/CU/PG	NC	A/B	1	1
<i>Vireo solitarius</i>	W		LC		F	SBM/CA/CU/PG	NC	A/B	1	1
<i>Vireo gilvus</i>	T		LC		F	BM	Ra	A		1
<i>Vireo leucophrys</i>	R		LC		F	CA	Ra	A		1
<i>Vireo flavoviridis</i>	S		LC		F-E				1	
Familia Corvidae										
<i>Cyanocorax luxuosus</i>	R		LC		F	BM/VR/SBM/CA/CU	NC	A	1	1
<i>Psilorhinus morio</i>	R		LC		F-E	BT/BM/VR/SBT/ SBM/CA/CU/PG/PU	Co	A/B	1	1
Familia Bombycillidae										
<i>Bombycilla cedrorum</i>	W		LC		F	BM	Ra	A		1
Familia Paridae										
<i>Baeolophus atricristatus</i>	R		LC		F	SBT/CU/PG	Ra	B	1	1
Familia Hirundinidae										
<i>Riparia riparia</i>	T		LC		N-A					1
<i>Progne chalybea</i>	S		LC		N	VR	Ra	B		1
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	R		LC		N-A	BM/VR/SBM/ CU/PG/PU/ZU	NC	A/B		1
<i>Hirundo rustica</i>	R		LC		N	PG/PU/ZU	Ra	A/B		1
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	T		LC		N					1
Familia Regulidae										
<i>Regulus calendula</i>	W		LC		F	CA/PG	Ra	A/B		1
Familia Troglodytidae										
<i>Campylorhynchus zonatus</i>	R		LC		F-E-N	SBT/SBM/CA/ CU/PG/PU	Ra	A/B	1	1
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	R		LC		F-E	BT/BM/VR/SBT/ CA/CU/PG	NC	A/B	1	1
<i>Troglodytes aedon</i>	W		LC		N	SBM/CA	Co	A	1	1
<i>Uropsila leucogastra</i>	R	CUA	LC		F					1
<i>Henicorhina leucosticta</i>	R		LC		F	VR	Ra	A	1	1
Familia Polioptilidae										
<i>Polioptila caerulea</i>	W		LC		F-N	BT/VR/SBM/CA/ CU/PG/PU/ZU	Co	A/B	1	1

Apéndice 1.
 Continuación

Taxón	Esta	Ende	IUCN	NOM-059	Hab1	Hab2	A-R	Zona	S XIX	S XXI
Familia Mimidae										
<i>Dumetella carolinensis</i>	W		LC		F-E-N	BM/SBT/CA/CU/PG	NC	A/B	1	1
<i>Mimus polyglottos</i>	R		LC		F-E-N				1	
<i>Toxostoma longirostre</i>	R	CUA	LC		E-N				1	
Familia Turdidae										
<i>Myadestes occidentalis</i>	R		LC	PR	F	BM/VR/SBM/CA	NC	A		1
<i>Myadestes unicolor</i>	R		LC	A	F	BT/CA/CU/PU	Ra	A/B		1
<i>Catharus mexicanus</i>	R		LC	PR	F	VR	Ra	A		1
<i>Catharus ustulatus</i>	T		LC		F	BT/BM/CA/CU/PG	Ra	A/B	1	1
<i>Hylocichla mustelina</i>	W		NT		F	BT/SBT/SBM/CU	NC	A/B		1
<i>Turdus grayi</i>	R		LC		F-E	BT/SBT/SBM/ CA/CU/PG/PU	Co	A/B	1	1
<i>Turdus assimilis</i>	R		LC		F	BM	Ra	A		1
Familia Cinclidae										
<i>Cinclus mexicanus</i>	R		LC	PR	A	VR	Ra	A		1
Familia Passeridae										
<i>Passer domesticus</i>	R	EXO	LC		N	PU	Ra	A		1
Familia Fringilidae										
<i>Hesperiphona abeillei</i>	R	CUA	LC		F				1	
<i>Spinus psaltria</i>	R		LC		N	BM	Ra	A	1	1
<i>Spinus notatus</i>	R		LC		F	PG	Ra	A	1	1
<i>Euphonia affinis</i>	R		LC		F-E	SBT	Ra	B		1
<i>Euphonia hirundinacea</i>	R		LC		F-E	BM/SBM/CA/ CU/PG/PU	NC	A/B	1	1
<i>Chlorophonia occipitalis</i>	R		LC		F	CA	Ra	A		1
Familia Parulidae										
<i>Seiurus aurocapilla</i>	W		LC		F	BT/CU	Ra	B		1
<i>Helmitheros vermivorum</i>	W		LC		F	BM	Ra	A	1	1
<i>Parkesia motacilla</i>	W		LC		F-A	BT/VR/CA/CU	NC	A/B	1	1
<i>Parkesia noveboracensis</i>	W		LC		F-A	BT/CU	Ra	B		1
<i>Vermivora cyanoptera</i>	T		LC		F	CA	Ra	A		1
<i>Mniotilta varia</i>	W		LC		F	BT/BM/VR/CA/ CU/PG/PU	Co	A/B	1	1
<i>Leiothlypis celata</i>	W		LC		F	CA/CU/PG	Ra	A/B	1	1
<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	W		LC		F-E	BT/BM/CA/CU/PG	NC	A/B	1	1
<i>Geothlypis poliocephala</i>	R		LC		N	CU	Ra	B		1
<i>Geothlypis tolmiei</i>	W		LC	A	F-E-N	CA	Ra	A		1
<i>Geothlypis trichas</i>	W		LC		A	BM/SBM/CU/PG/PU	NC	A/B	1	1
<i>Setophaga citrina</i>	W		LC		F	BT/VR/SBT/CA/PG	NC	A/B	1	1
<i>Setophaga ruticilla</i>	W		LC		F	VR/SBT/SBM/ CA/CU/PG	NC	A/B	1	1
<i>Setophaga americana</i>	W		LC		F				1	
<i>Setophaga pitiayumi</i>	R		LC		F	BM/CU	Ra	A/B		1
<i>Setophaga magnolia</i>	W		LC		F	VR/CA/CU/PG	Ra	A/B	1	1
<i>Setophaga fusca</i>	T		LC		F	BM	Co	A		1
<i>Setophaga aestiva</i>	W		LC		F	CU	Ra	B	1	1

Apéndice 1.
 Continuación

Taxón	Esta	Ende	IUCN	NOM-059	Hab1	Hab2	A-R	Zona	S XIX	S XXI
<i>Setophaga pensylvanica</i>	T		LC		F				1	
<i>Setophaga palmarum</i>	A		LC		N				1	
<i>Setophaga coronata</i>	W		LC		F	VR	Ra	B	1	1
<i>Setophaga virens</i>	W		LC		F	BT/BM/VR/SBM/ CA/CU/PG/PU	Co	A/B	1	1
<i>Basileuterus lachrymosus</i>	R		LC		F	VR/CA	Ra	A/B	1	1
<i>Basileuterus rufifrons</i>	R		LC		F-E-N	BT/BM/VR/SBT/ CA/CU/PG	NC	A/B	1	1
<i>Basileuterus belli</i>	R		LC		F	SBM/CA	Ra	A		1
<i>Basileuterus culicivorus</i>	R		LC		F	BT/BM/VR/SBT/CA	NC	A/B	1	1
<i>Cardellina canadensis</i>	T		LC		F	VR/SBT	NC	A/B		1
<i>Cardellina pusilla</i>	W		LC		F-E-N	BT/BM/VR/SBT/SBM/ CA/CU/PG/PU/ZU	Ab	A/B	1	1
<i>Myioborus miniatus</i>	R		LC		F	CA	Ra	A		1
<i>Icteria virens</i>	W		LC		F-N	BT/CA/CU/PG	NC	A/B	1	1
Familia Icteridae										
<i>Amblycercus holosericeus</i>	R		LC		A				1	
<i>Psarocolius wagleri</i>	A		LC	PR	F		Ra	B		1
<i>Psarocolius montezuma</i>	R		LC	PR	F	BT/BM/VR/SBT/ SBM/CA/PG/PU	Co	A/B	1	1
<i>Icterus graduacauda</i>	R	CUA	LC		F	SBM/CA	Ra	A	1	1
<i>Icterus gularis</i>	R		LC		F	BT/SBM/CA/ CU/PG/PU	NC	A/B		1
<i>Icterus galbula</i>	W		LC		F	SBM/CA/CU/PG	NC	A/B		1
<i>Icterus cucullatus</i>	R	SEM	LC		F-N	PU	Ra	A		1
<i>Agelaius phoeniceus</i>	R		LC		A-N					1
<i>Molothrus aeneus</i>	R		LC		F-N	CA/PG/PU	Co	A/B		1
<i>Dives dives</i>	R		LC		F-E	VR/SBT/CA/ CU/PG/PU	NC	A/B	1	1
<i>Quiscalus mexicanus</i>	R		LC		F-N	VR/CA/CU/PG/PU/ZU	Co	A/B		1
Familia Emberizidae										
<i>Melospiza lincolni</i>	W		LC		N	SBM/PG	Ra	A	1	1
<i>Ammodramus savannarum</i>	W		LC		N				1	
<i>Aimophila rufescens</i>	R		LC		F-N	BM/PG	Ra	A		1
<i>Melospiza fusca</i>	R		LC		N	CU/ZU	Ra	B		1
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	R	CUA	LC		F-N	SM/VR/SBT/CA/PG	Ra	A/B	1	1
<i>Arremon brunneinucha</i>	R		LC		F				1	
<i>Atlapetes albinucha</i>	R	END	LC		F-E				1	
<i>Chlorospingus flavopectus</i>	R		LC		F	VR/SBT/CA	NC	A/B	1	1
Familia Thraupidae										
<i>Thraupis episcopus</i>	R		LC		F-E-N	CU/PG	Ra	B	1	1
<i>Thraupis abbas</i>	R		LC		F-E	BT/BM/VR/CA/ CU/PG/PU	NC	A/B	1	1
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	S		LC		F	BM/CA/CU/PG	Ra	A/B		1
<i>Saltator atriceps</i>	R		LC		F-E-N	SBT/SBM/CA/ CU/PG/PU/ZU	NC	A/B	1	1
<i>Saltator coerulescens</i>	R		LC		F-E-N				1	

Apéndice 1.
 Continuación

Taxón	Esta	Ende	IUCN	NOM-059	Hab1	Hab2	A-R	Zona	S XIX	S XXI
<i>Volatinia jacarina</i>	R		LC		N	BT/SBT/CU/PG	NC	A/B	1	1
<i>Sporophila torqueola</i>	R		LC		N	SBT/CU/PG	Ra	A/B	1	1
<i>Tiaris olivaceus</i>	R		LC		N	SBM/CU/PG	Ra	A/B	1	1
Familia Cardinalidae										
<i>Piranga bidentata</i>	R		LC		F	CA	Ra	A		1
<i>Piranga rubra</i>	W		LC		F	BM/SBM/PG	NC	A/B		1
<i>Piranga leucoptera</i>	R		LC		F				1	
<i>Habia rubica</i>	R		LC		F				1	
<i>Habia fuscicauda</i>	R		LC		F-E	BT/VR/CA/CU	Ra	A/B		1
<i>Cardinalis cardinalis</i>	R		LC		F-N	BT	Ra	B	1	1
<i>Rhodothraupis celaeno</i>	R	END	LC		F				1	1
<i>Cyanocompsa parcellina</i>	R		LC		F-E	SBT/CU	Ra	B	1	1
<i>Passerina caerulea</i>	W		LC		F-N	SBM/CU	Ra	A		1
<i>Passerina cyanea</i>	W		LC		F				1	
<i>Passerina ciris</i>	W		NT	PR	N	SBT/CU	Ra	B	1	1

Referencias

- Alcántara-Carbajal, J. L. (1993). *Evaluación avifaunística de Veracruz: un análisis de la distribución espacial para la conservación (Tesis de maestría)*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Almazán-Núñez, R. C., Puebla-Olivares, F. y Almazán-Juárez, A. (2009). Diversidad de aves en bosques de pino-encino del centro de Guerrero, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 25, 123–142. <https://doi.org/10.21829/azm.2009.251604>
- Almeida-Leñero, L., Nava-López, M., Ramos-Elorduy, A., Espinosa, M., Ordoñez-Díaz, M. J. y Ujnovsky-Orlandini, J. (2007). Servicios ecosistémicos en la cuenca del río Magdalena, Distrito Federal, México. *Gaceta Ecológica*, 84, 53–64.
- Bildstein, K. L. (2004). Raptor migration in the Neotropics: patterns, processes and consequences. *Ornitología Neotropical*, 15(Supl.), 83–99.
- Bojorges-Baños, J. C. y López-Mata, L. (2001). Abundancia y distribución temporal de aves en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*, 72, 259–283.
- Bojorges-Baños, J. C. y López-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, 1–20. <https://doi.org/10.21829/azm.2005.2112007>
- Camargo, E. S. C., Carreño, J. A. F. y Barón, E. M. P. (2012). Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 3, 77. <https://doi.org/10.22490/21456453.936>
- Cantú, J. C., Gómez-de Silva, H. y Sánchez, M. E. (2011). *El dinero vuela: el valor económico del ecoturismo de observación de aves*. Washington D.C.: Defenders of Wildlife.
- Clench, H. (1979). How to make regional lists of butterflies: some thoughts. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 33, 216–231.
- CNA (Comisión Nacional del Agua). (1998). Mapa. *Cuencas Hidrológicas. Escala 1:250000. México*.
- Colwell, R. K. (2013). EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Recuperado en septiembre de 2018 de: [Http://Purl.Ocl.org/Estimates](http://Purl.Ocl.org/Estimates)
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2016). *Sistema de información sobre especies invasoras en México*. Recuperado en junio de 2018 de: <http://www.conabio.gob.mx/invasoras>
- Cruz-Angón, A. y 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>
- eBird (2017). eBird: An online database of bird distribution and abundance (web application). eBird, Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. Recuperado en junio de 2018 de: <http://www.ebird.org>
- EMM (Enciclopedia de los Municipios de México). (2005). *Municipios de México*. Recuperado en mayo de 2017 de: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM30veracruz/municipios/30109a.html>
- Escalante, P., Navarro-Sigüenza, A. G. y Peterson, A. T. (1993). A geographic, ecological, and historical analysis of land bird diversity in Mexico. En T. P. Ramamoorth, R. Bye, A. Lot

- y J. Fa (Eds.), *Biological diversity of Mexico: origins and distributions*. (pp. 281–307). New York: Oxford University press.
- Feinsinger, P. (2001). *Designing field studies for biodiversity conservation*. Washington D.C.: Island Press.
- Ferrari-Pérez, F. (1886). Catalogue of animals collected by the geographical and exploring commission of the Republic of Mexico. *Proceedings of United States National Museum*, 9, 125–199. <https://doi.org/10.5479/si.00963801.559.125>
- Ferro, I., Navarro-Sigüenza, A. G. y Morrone, J. J. (2017). Biogeographical transitions in the Sierra Madre Oriental, Mexico, shown by chorological and evolutionary biogeographical affinities of passerine birds (Aves: Passeriformes). *Journal of Biogeography*, 44, 2345–2160. <https://doi.org/10.1111/jbi.13015>
- Friendly, M. (2016). *vcdExtra: 'vcd' Extensions and Additions*. R package version 0.7-0. <https://CRAN.R-project.org/package=vcdExtra>
- Gallardo, J. C. y Aguilar-Rodríguez, S. H. (2011). Aves: diversidad, distribución y conservación. En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), *La biodiversidad en Veracruz: estudio de estado, Vol II*. (pp. 599-78). México D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Gobierno del Estado de Veracruz/ Universidad Veracruzana/ Instituto de Ecología, A.C.
- Gallina, S., Mandujano, S. y González-Romero, A. (1996). Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantations of Central Veracruz, Mexico. *Agroforestry Systems*, 33, 13–27. <https://doi.org/10.1007/bf00122886>
- García-Hernández, M. A. (2010). *Avifauna de la región de Pluma Hidalgo, Oaxaca (Tesis)*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility). (2017). *Global Biodiversity Information Facility*. Recuperado en junio 2017 de: <http://www.gbif.org/>
- Gill, F. y Donsker, D. (Eds). (2017). *IOC World Bird List (v 7.3)*. <http://www.worldbirdnames.org/>
- Gómez-de Silva, G. H. y Medellín, R. A. (2001). Evaluating completeness of species lists for conservation and macroecology: case-study of Mexican land birds. *Conservation Biology*, 15, 1384–1395. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2001.00177.x>
- Gómez-Pompa, A. (1966). *Estudios botánicos en la región de Misantra, Veracruz*. México D.F.: Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables.
- Goodman, L. A. y Kruskal, W. H. (1954). Measures of association for cross classifications. *Journal of the American Statistical Association*, 49, 732–764. <https://doi.org/10.1080/01621459.1954.10501231>
- González, J. A. (1999). Algunas cuestiones sobre el ambiente, la población y la economía en Veracruz central: un ensayo etnohistórico. En J. A. González y R. S. del Amo (Eds.), *Agricultura y sociedad en México: diversidad, enfoques, estudios de caso* (pp. 157–333) México D.F.: Universidad Iberoamericana.
- González-de la Lama, R. (1990). Dos archivos de Misantra, Veracruz: el siglo XIX en el antiguo Totonacapan. La Palabra y el Hombre. *Universidad Veracruzana*, 75, 175–181.
- González-García, F. y Gómez-de Silva, H. (2003). Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. En G. H. Gómez-de Silva y A. Oliveras-de Ita (Eds.), *Conservación de aves: experiencias en México* (pp. 150–194). México D.F.: HCIPAMEX/ Conabio/ NFWF.
- Gordon, C., Manson, R., Sunberg, J. y Cruz-Angón, A. (2007). Biodiversity, profitability, and vegetation structure in a Mexican coffee agroecosystem. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 118, 256–266. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.05.023>
- Hernández-Baz, F. e Iglesias-Andreu, L. G. (2001). La diversidad del orden Lepidóptera en el estado de Veracruz, México: una síntesis preliminar. *Cuadernos de Biodiversidad*, 7, 7–10. <https://doi.org/10.14198/cdbio.2001.07.02>
- Howell, S. N. G. y Webb, S. (1995). *A guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford: Oxford University Press.
- IUCN (International Union for Conservation of Natural Resources). (2017). *IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2*. Recuperado en junio de 2017 de: <http://www.iucnredlist.org>
- Koleff, P., Gaston, K. J. y Lennon, J. J. (2003). Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology*, 72, 367–382. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2003.00710.x>
- Lascuráin, M., Ángeles-Álvarez, G., Ortega-Escalona, F., Ordóñez-Candelaria, V. R., Ambrosio, M. y Avedaño, S. (2007). Características anatómicas y propiedades mecánicas de la madera de *Oecopetalum mexicanum* Greenm. y Thomps. (Icacinaceae) de la sierra de Misantra, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, 13, 83–95. <https://doi.org/10.21829/myb.2007.1321230>
- Le Viol, I., Jiguet, F., Brotons, L., Herrando, S., Lindström, Å., Pearce-Higgins, J. W. y Devictor, V. (2012). More and more generalists: two decades of changes in the European avifauna. *Biology Letters*, 8, 780–782. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2012.0496>
- Leyequien, E., de Boer, W. F. y Toledo, V. M. (2010). Bird community composition in a shaded coffee agro-ecological matrix, in Puebla, Mexico: the effects off landscape heterogeneity and multiple spatial scales. *Biotropica*, 42, 236–245. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00553.x>
- Loetscher, F. W. (1941). *Ornithology of the Mexican state of Veracruz with an annotated list of the birds (Tesis doctoral)*. Cornell University, Ithaca, New York.
- Loetscher, F. W. (1955). North American migrants in the state of Veracruz, Mexico: a summary. *The Auk*, 72, 14–54. <https://doi.org/10.2307/4081386>
- Lowery, G. H. Jr. y Dalquest, W. W. (1951). Birds from the State of Veracruz, Mexico. University of Kansas *Publications Museum of Natural History*, 3, 531–649.
- Martínez-Gómez, J. E. (1996). La ornitofauna veracruzana: una revisión bibliográfica. *La ciencia y el hombre*, 22, 19–48.

- Martínez-Meyer, E., Sosa-Escalante, J. E. y Álvarez, F. (2013). El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección? *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 1–9. <https://doi.org/10.7550/rmb.43248>
- Martínez-Morales, M. A. (2007). Avifauna del bosque mesófilo de montaña del noreste de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78, 149–162. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2007.001.395>
- McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, 127, 247–260. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.005>
- Miller, A. H., Friedmann, H., Griscom, L. y Moore, R. T. (1957). Distributional check-list of the Birds of Mexico Part 2. *Pacific Coast Avifauna*, 33, 1–436.
- Monguel, P. y Toledo, V. M. (1999). Biodiversity conservation in traditional coffee systems off México. *Conservation Biology*, 13, 11–21. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.97153.x>
- Moreno-Casasola, P., Cejudo-Espinosa, E., Capistrán-Barradas, A., Infante-Mata, D., López-Rosas, H., Castillo-Campos, G. et al. (2010). Composición florística, diversidad y ecología de humedales herbáceos emergentes en la planicie costera central de Veracruz, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 87, 29–50. <https://doi.org/10.17129/botsoci.291>
- Morrone, J. J. (2005). Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 76, 207–252. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2005.002.303>
- Morrone, J. J. (2014) Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa*, 3782, 1–110. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3782.1.1>
- Navarro-Sigüenza, A. G. y Peterson, A. T. (2007). *Psarocolius wagleri* (oropéndola cabeza castaña) residencia permanente. Distribución potencial. Extraído del proyecto CE015: 'Mapas de las aves de México basados en WWW'. Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM y University of Kansas, Museum of Natural History. Financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), México. Disponible: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Navarro-Sigüenza, A. G., Peterson, A. T. y Gordillo-Martínez, A. (2003). Museums working together: the atlas of the birds of Mexico. En N. Collar, C. Fisher y C. Feare (Eds.), Why museums matter: avian archives in an age of extinction? *Bulletin British Ornithologists' Club (Supplement) 123A*, 207–225.
- Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A. T., Berlanga-García, H. y Sánchez-González, L. A. (2014). Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad (Supl.)*, 85, S476–S495. <https://doi.org/10.7550/rmb.41882>
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'Hara, R. B. et al. (2013). *Vegan: community ecology package. R package version 2-10*. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Ortega-Álvarez, R. y MacGregor-Fors, I. (2009). Living in the big city: effects of urban land-use on bird community structure, diversity, and composition. *Landscape and Urban Planning*, 90, 189–195. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.11.003>
- Parker, T. A. III, Stotz, D. F. y Fitzpatrick, J. W. (1996). Ecological and distributional databases. En D. F. Stotz, J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker III y D. K. Moskovits (Eds.), *Neotropical birds: ecology and conservation*. Chicago: University of Chicago Press.
- Pennisi, E. (2019). Billions of North American birds have vanished. *Science*, 365, 1228–1229. <https://doi.org/10.1126/science.365.6459.1228>
- Peterson, R. T. y Chalif, E. L. (1989). *Aves de México. Guía de campo, identificación de todas las especies de aves encontradas en México, Guatemala, Belice y El Salvador. Segunda edición 2008*. México D.F.: Diana.
- Pettingill, O. S. Jr. (1970). *Ornithology in the laboratory and field*. Minnesota: Burgess Publishing Company.
- Pineda, E., Moreno, C., Escobar, F. y Halffter, G. (2005). Frog, bat, and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology*, 19, 400–410. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00531.x>
- R Core Team. (2013). *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., De Sante, D. y Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. <https://doi.org/10.2737/psw-gtr-159>
- Robles, G., P., Eccardi, F. y Robles, G. (Eds.). (1989). *El libro de las aves de México*. Monterrey, México: Vitro S.A.
- Rodríguez-Yáñez, C. A., Villalón, R. M. C. y Navarro, S. A. (1994). *Bibliografía de las aves de México (1825–1992)*. Publicaciones especiales del museo de Zoología Núm. 8. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rojas-Soto, O. R. y de Ita, A. O. (2005). Los inventarios avifaunísticos: reflexiones sobre su desarrollo en el neotrópico. *Ornitología Neotropical*, 16, 441–4.
- Ruelas-Inzunza, E. (2007). *Raptor and wading bird migration in Veracruz, México: spatial and temporal dynamics, flight performance, and monitoring applications (Tesis doctoral)*. University of Missouri, Columbia, Missouri. EUA.
- Ruelas-Inzunza, E., Goodrich, L. J. y Hoffman, S. W. (2010). Cambios en las poblaciones de aves rapaces migratorias en Veracruz, México, 1995-2005. *Acta Zoológica Mexicana*, 26, 495–525. <https://doi.org/10.21829/azm.2010.263797>
- Ruelas-Inzunza, E., Hoffman, S. W. y Goodrich, L. J. (2005). *Stopover ecology of Neotropical migrants in central Veracruz, Mexico*. En C. J. Ralph y T.D. Rich (Eds.), Bird conservation implementation and integration in the Americas. General Technical Report PSW-GTR-191, Pacific Southwest Research Station, USDA Forest Service, Albany.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. Edición digital, disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/centrodoc/doctos/librosdigitales/VegetaciondeMexico/>

- Portadaypaglegales.pdf; México D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
- 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, México D.F. 30 de diciembre de 2010.
- Soberón, M. J. y Llorente, B., J. (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species Richness. *Conservation Biology*, 7, 480–488. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030480.x>
- Sokal, R. R. y Michener, C. D. (1958). A statistical method for evaluating systematic relationships. *University of Kansas Science. Bulletin*, 38, 1409–1438.
- Sørensen, T. A. (1948) A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Kongelige Danske Viden- skabernes Selskabs Biologiske Skrifter*, 5, 1–34.
- Stresseman, E. (1954). Ferdinand Deppe's travel in México, 1824-1829. *Condor*, 56, 86–92. <https://doi.org/10.2307/1364664>
- Vázquez-Reyes, L. D., Arizmendi, M. C., Godínez-Álvarez, H. O. y Navarro-Sigüenza, A. G. (2017). Directional effects of biotic homogenization of bird communities in Mexican seasonal forests. *The Condor*, 119, 275–288. <https://doi.org/10.1650/condor-16-116.1>
- VertNet (2017). Recuperado en junio de 2017 de: <http://www.vertnet.org/>
- Villa-Bonilla, B., Rojas-Soto, O. R., Colodner-Chamudis, A. G. y Tejada-Cruz, G. (2008). Inventarios municipales de avifauna y su aplicación a la conservación: el caso de Zacapoaxtla, Puebla, México. *Ornitología Neotropical*, 19, 531–551.
- Villaseñor, J. L. (2003). Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia*, 28, 160–167.
- Warner, D. W. y Harrell, A. B. (1957). The systematics and biology of the singing quail, *Dactylortyx thoracicus*. *The Wilson Bulletin*, 69, 123–148.
- Zamora, C. P. y Avendaño, R., S. (1998). La vegetación del municipio de Yecuatla, Veracruz, México. *La Ciencia y el Hombre*, 28, 27–65.