

Toxostoma longirostre

Imagen de: Ricardo Serna Lagunes



Trogon caligatus

Imagen de: Irving de Jesús Morales Leal

# Avifauna en fragmentos de Bosque Mesófilo de Montaña y vegetación secundaria en el municipio de Huatusco, Veracruz

## Birds in patches of cloud forest and secondary forest in the municipality of Huatusco, Veracruz

Ricardo Serna-Lagunes\*, Gerardo Benjamín Torres-Cantú, Miguel Ángel García-Martínez

### RESUMEN

El Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) del centro de Veracruz, México, representa un paisaje alterado por actividades antrópicas, por lo que es necesario evaluar el potencial evolutivo y adaptativo de las aves refugiadas en el sitio, las cuales se enfrentan a un paisaje con un gradiente heterogéneo. El objetivo de este estudio fue determinar la diversidad de aves en fragmentos de BMM y vegetación secundaria (VS), en el predio Finca La Pastoría, Huatusco, Veracruz, así como, asociar su presencia y/o alimentación a cada hábitat evaluado. Se identificaron las especies y número de individuos en 14 sitios de observación de aves, con el método de muestreo basado en conteo por puntos con radio fijo de 30 m. Se registraron 100 especies pertenecientes a 33 familias y 15 órdenes. En el BMM se identificaron 916 individuos, correspondientes a 89 especies, y en VS 331 individuos de 54 especies, encontrando diferencias significativas de diversidad de aves entre coberturas de muestreo. Destacan los registros de *Dendrortyx barbatus*, *Leptotila verreauxi* y *Vireo griseus*, por ser endémicas. La primera está clasificada en peligro de extinción, mientras que la segunda se encuentra sujeta a protección especial y la tercera amenazada. También se registraron *Pionus senilis*, especie amenazada; *Falco peregrinus*, *Micrastur semitorquatus*, *Passerina ciris*, *Psarocolius montezuma*, *Myadestes occidentalis* y *Amazona albifrons*, sujetas a protección especial. Este estudio brinda información sobre cómo la avifauna hace uso diferencial de dos coberturas de vegetación, la cual puede servir para generar estrategias sustentables para el manejo y conservación del bosque.

**PALABRAS CLAVE:** bosques húmedos, cobertura vegetal, diversidad avifaunística, estado de conservación, perturbación.

### ABSTRACT

The Cloud Forest (CF) in central Veracruz, Mexico, represents a landscape that has been altered by anthropic activities. Therefore, it is necessary to evaluate the evolutionary and adaptive potential of the birds sheltered in the site, which face a landscape with a heterogeneous gradient. The objective of the study was to describe the diversity of birds in fragments of CF and secondary vegetation (VS), in the property "Finca La Pastoría", Huatusco, Veracruz. The species and number of individuals in 14 bird watching sites were identified, with the sampling method based on counting points with a fixed radius of 30 m. 100 species from 33 families and 15 orders were recorded. In the CF, 916 individuals were identified, corresponding to 89 species, and in VS 331 individuals of 54 species, finding significant differences in bird diversity between sampling coverages. The records of *Dendrortyx barbatus*, *Leptotila verreauxi* and *Vireo griseus* stand out for being endemic and classified as endangered and threatened, respectively. Furthermore, *Pionus senilis*, a threatened species, as well as *Falco peregrinus*, *Micrastur semitorquatus*, *Passerina ciris*, *Psarocolius montezuma*, *Myadestes occidentalis* and *Amazona albifrons*, subject to special protection, were also recorded. This study provides information on how the birds make differential use of two vegetation covers, which can be used to generate sustainable strategies for forest management and conservation.

**KEYWORDS:** humid forests, vegetation cover, bird diversity, conservation status, disturbance.

\*Correspondencia: [rserna@uv.mx](mailto:rserna@uv.mx)/Fecha de recepción: 9 de febrero de 2022/Fecha de aceptación: 26 de abril de 2023/Fecha de publicación: 20 de julio de 2023.

Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Región Córdoba-Orizaba, calle Josefa Ortiz de Domínguez s/n, colonia Centro, Peñuela, Amatlán de Los Reyes, Veracruz, México, C. P. 94945.

## INTRODUCCIÓN

El bosque mesófilo de montaña (BMM) es un ecosistema que abarca apenas el 0.5 % de la superficie del territorio mexicano, pero que sostiene la mayor diversidad de flora y fauna (Villaseñor, 2017). Sin embargo, está frecuentemente amenazado por actividades antropogénicas, como el cambio en el uso del suelo, caza furtiva y sobreexplotación de especies maderables y epífitas de uso ornamental, de acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2010) y a lo reportado por Gual-Díaz y Rendón-Correa (2017). En México, el BMM ocupa aproximadamente 8 809 km<sup>2</sup>, según informes del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2005), y se estima que su superficie se ha reducido a menos de la mitad de su extensión original (Toledo-Aceves, 2017). Dado que representa un importante *hotspot* de diversidad biológica, surge la necesidad de priorizar acciones a mediano y largo plazo para implementar estrategias encaminadas a su conservación, manejo sostenible y restauración (Partida-Sedas y col., 2017).

Las aves juegan un rol ecológico preponderante en el mantenimiento de los BMM (Navarro-Sigüenza y col., 2014). Contribuyen al proceso de dispersión de semillas de una buena cantidad de especies vegetales y fungen un papel determinante en el éxito de la restauración del bosque (Hernández-Ladrón-De-Guevara y col., 2012). Sin embargo, a medida que se pierden y fragmentan áreas de BMM, quedan islas de este, en remanentes geográficamente distantes entre sí, divididos por una matriz antrópica con actividades como cultivos agrícolas, ganadería e infraestructura humana (Williams-Linera y col., 2002), por lo que las aves tienen menor hábitat para forrajear. Esto disminuye su oportunidad de encontrar recursos y su capacidad para llevar a cabo su función ecológica de dispersión de semillas y de regeneración pasiva del ecosistema (Hernández-Ladrón-De-Guevara y col., 2012). Al respecto, el BMM ubicado en el centro del estado de Veracruz ha sido reducido a fragmentos aislados entre sí, creando

un paisaje agroecológico con parches en forma de mosaico, algunos a modo de corredores biológicos y otros más sin conexión alguna, lo que irrumpe su estructura y función, afectando la dinámica de la comunidad biológica (Williams-Linera y col., 2002; Partida-Sedas y col., 2017).

En diferentes municipios del centro de Veracruz se ha estudiado el papel de las aves en la restauración pasiva del BMM y se ha documentado el efecto del gradiente de perturbación de este ecosistema en relación a la diversidad de aves (Hernández-Ladrón-De-Guevara y col., 2012). En fragmentos de BMM con distinto grado de perturbación, cafetales bajo sombra y café bajo sol, se han realizado estudios sobre el comportamiento de la diversidad avifaunística en cada tipo de cobertura (Tejeda-Cruz y Gordon, 2008), y se han evaluado los cambios en la comunidad de aves asociada a los tamaños de parche de BMM (Rueda-Hernández y col., 2015).

Los estudios sobre cómo las aves usan el paisaje de BMM y otros tipos de cobertura, como una matriz agropecuaria, son necesarios para evaluar los efectos de la fragmentación sobre los cambios en la comunidad de la avifauna (Cruz-Angón y col., 2008). Debido a que los remanentes de BMM, del municipio de Huatusco, Veracruz, México, son un importante reservorio de la avifauna de la región (Ugalde-Lezama y col., 2022), es relevante su constante monitoreo para evaluar el impacto de las actividades antrópicas sobre el potencial evolutivo y adaptativo de las aves, las cuales se enfrentan a un paisaje con un gradiente heterogéneo (Romero-Díaz y col., 2022). Sin embargo, a la fecha, no se han realizado evaluaciones del uso de coberturas de BMM y vegetación secundaria por las aves en esta región.

El objetivo de este estudio fue determinar la diversidad de aves en fragmentos de bosque mesófilo de montaña y vegetación secundaria, en el predio Finca La Pastoría, Huatusco, Veracruz, así como, asociar su presencia y/o alimentación a cada hábitat evaluado.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

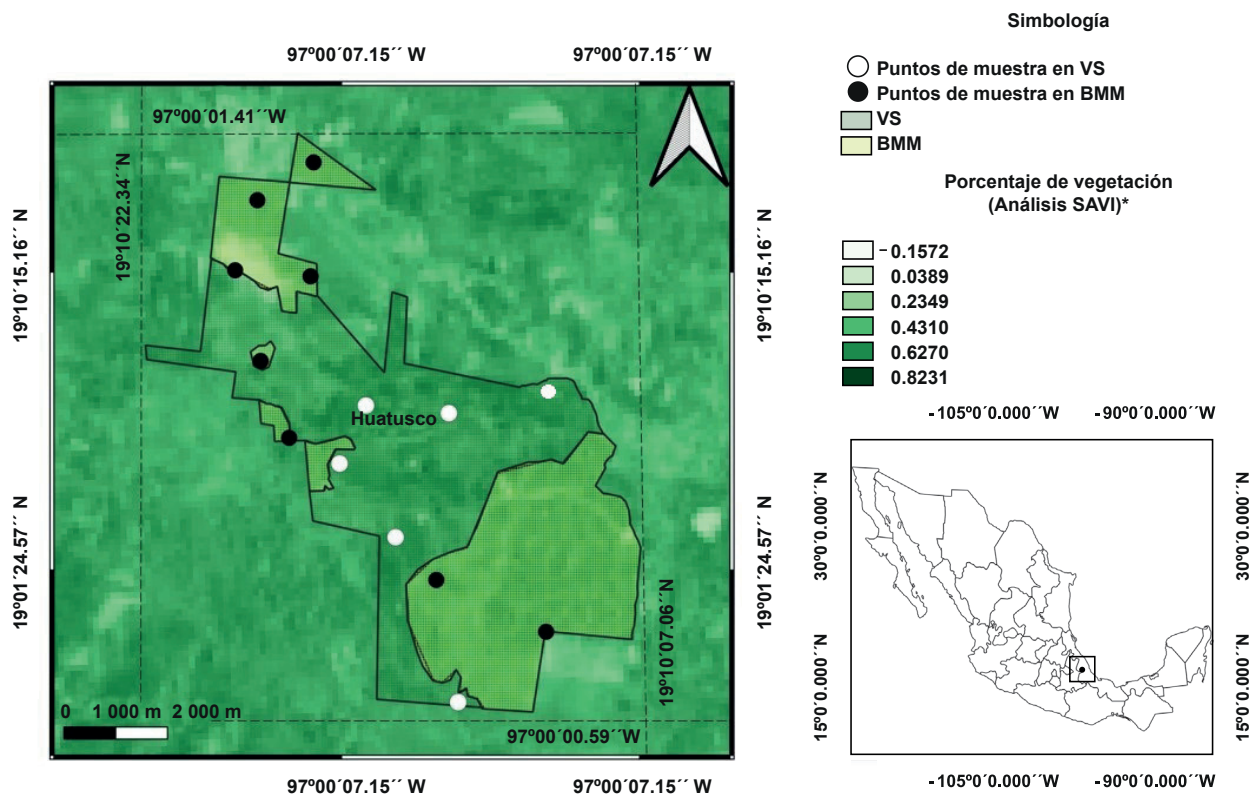
**Área de estudio**

El trabajo se realizó en el predio Finca La Pastoría, ubicado en el km 2.2 de la carretera a Elotepec, cerca de la localidad de Coxolo, municipio de Huatusco, Veracruz, México (Figura 1). El clima predominante es cálido-húmedo, con una temperatura promedio anual de 19 °C y una precipitación media anual de 1 825 mm. La vegetación predominante es BMM, a una altitud de 1 200 m y 1 400 m (Ortiz y Florescano, 2010). La superficie del predio abarca 300 ha y está caracterizada por una proporción del 50 % de vegetación de BMM (aproximadamente 150 ha), donde se encuentran especies como *Liquidambar macrophyla*, *L. styraciflua*, *Quercus sapotifolia*, *Q. insignis*, *Pali-*

*courea padifolia*, *Trema micrantha* y *Ocotea psychotrioides*, las cuales se consideran abundantes y representativas de este tipo de ecosistema (Carvajal-Hernández y col., 2014). En el área de estudio se estimó *in situ* que, de las 150 ha de superficie que no eran de BMM, el 53.3 % de la cobertura correspondía a cultivos de aguacate (80 ha), 33.3 % (50 ha) a vegetación secundaria (VS) en etapa de crecimiento tardío y el restante 13.3 % de la superficie (20 ha) estaba constituida por potreros destinados a la ganadería extensiva.

**Características del monitoreo de aves**

El registro de la diversidad de aves se hizo mediante una modificación del método propuesto por Ralph y col. (1996), que se basa en



\*Índice de Vegetación Ajustado al Suelo, por sus siglas en inglés: Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI).

**Figura 1.** Localización del predio Finca La Pastoría, ubicado en el municipio de Huatusco, Veracruz, México. Los puntos negros representan las zonas de muestreo en el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) y los círculos blancos las de la Vegetación Secundaria (VS).

Figure 1. Location of the Finca La Pastoría property, located in the municipality of Huatusco, Veracruz, Mexico. The black dots represent the sampling stations in the Cloud Forest (CF) and the white dots the sampling stations in the Secondary Vegetation (VS).



el establecimiento de puntos de muestreo con radio fijo de 25 m o 50 m según la densidad de vegetación. En el presente trabajo, los puntos fueron distribuidos aleatoriamente en las coberturas de BMM y VS, y debido a las diferentes condiciones topográficas y de acceso a diferentes zonas del área de estudio, se asignó un radio fijo de 30 m. Se establecieron 14 puntos de muestreo, 8 en remanentes de BMM y 6 en VS, a una distancia estimada de 350 m entre puntos. Los fragmentos de BMM y VS se ubicaron mediante imágenes satelitales de Google Earth Pro® y sistemas de información geográfica con el software QGIS® v. 3.18. Posteriormente, los puntos de muestreo se verificaron con recorridos en campo, de acuerdo con el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza/Comisión Nacional Forestal/Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Servicio Forestal de los Estados Unidos (FMCN/CONAFOR/USAID/USFS, 2018).

En cada punto de muestreo se registró a la especie y el número de individuos de la misma, durante el periodo de enero a noviembre de 2018. En total se desarrollaron 10 salidas de campo, cada una de 2 d consecutivos de duración (48 h), con un intervalo promedio entre salidas de campo de 33 d. En cada salida de campo se realizaron 2 monitoreos, uno matutino y otro vespertino. Se verificó en los puntos de muestreo, durante 30 min, el registro de cada especie observada y el número de individuos. Al finalizar el tiempo de registro en el sitio, se continuó el monitoreo en el punto de muestreo más cercano y, se dejaron pasar de 3 min a 5 min para que las aves retomaran su actividad normal (Ralph y col., 1996).

La observación de los caracteres diagnósticos de identificación de las aves se realizó con binoculares (Bushnell®, Overland Park, Kansas, USA) de 7 x 35 y una cámara digital Sony® modelo DSC-H400 (Tokio, Japón). Las especies de aves fueron identificadas taxonómicamente con las guías de campo de Peterson y Chalif (1989), Howell y Webb (1995), Sibley (2001), Ferguson y Christie (2005), y la de

National Geographic (Dunn y Alderfer, 2017). En estas guías también se determinó el gremio trófico conductual con base en la preferencia alimentaria de cada ave registrada. La identificación de las especies de aves se complementó por medio de su canto, mismo que se comparó *in situ* con los espectogramas de vocalización de la base de datos de la aplicación web Merlin® (The Cornell Lab Ornithology, 2021); dicha aplicación se ha utilizado por ser confiable en la identificación de registros de aves por vocalización. Además, se verificó su posible presencia en la localidad, con el mapa de distribución de la especie (Barbosa y col., 2021; Tejeda y col., 2023). En el caso de registrar un ave imitadora de cantos, esta se verificó con sus caracteres de campo para asignarla a la especie correspondiente, lo que permitió descartar aves imitadoras de cantos registradas en la grabación de la aplicación de Merlin®.

El arreglo del orden y nomenclatura científica de las especies de aves, se basó en el tratado taxonómico establecido en la lista de la Sociedad Americana de Ornitología (AOS, por sus siglas en inglés: American Ornithological Society) (Chesser y col., 2021) y los nombres comunes en el listado de Escalante y col. (2014). Se registró la condición de estacionalidad de las especies basándose en Howell y Webb (1995) y Ridgely y col. (2005), y las categorías de endemismo en González-García y Gómez-de-Silva (2002). El estado de conservación de cada especie se basó en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2010).

#### **Análisis de la diversidad (riqueza) de aves**

Se calculó la suma de las probabilidades de las clases observadas, mediante el estimador de cobertura de la muestra, denominado  $\hat{C}_n$ , utilizando la metodología descrita por Chao y Shen (2003). Este parámetro se obtiene a partir de la proporción del número total de individuos de la comunidad a la que pertenecen las especies representadas en la muestra. El método evalúa la completitud del inventario y

el esfuerzo del muestreo a partir de la  $\hat{C}_n$ , ya que mide la proporción que representan los individuos de cada especie en la muestra, con respecto al total de individuos y estandariza comunidades (Chao y Jost, 2012; López-Mejía y col., 2017), por lo que permite compararlas cuando  $\hat{C}_n$  se aproxima a 100 en cada cobertura estudiada (Chao y Jost, 2012; Chao y col., 2016). También permite estimar el número probable de especies que debieron ser avistadas en el hábitat de estudio con base en la proporción de aves registradas. Para ello, se realizaron curvas de acumulación de la riqueza y abundancia de cada cobertura (BMM y VS) (Chao y Jost 2012), mismas que fueron comparadas mediante 100 réplicas bootstrap de inter y extrapolaciones, usando el software iNEXT (Chao y col., 2016). Se utilizaron intervalos de confianza al 95 % de las curvas de acumulación para determinar diferencias entre la comunidad de aves en el BMM y VS, cuando estos no se traslapaban (Gotelli y Colwell, 2001). Asimismo, se construyeron curvas de rango-abundancia por tipo de hábitat (BMM y VS) con la finalidad de comparar la abundancia absoluta de las 20 especies de aves con mayor presencia en el área de estudio (Aguilar y col., 2017).

La comunidad de la avifauna registrada, entre la cobertura de BMM y VS, fue evaluada mediante la comparación del número efectivo de especies (Hill, 1973) del orden  $q^0$  (análogo de la riqueza de especies),  $q^1$  (exponencial del índice de Shannon) y  $q^2$  (inverso del índice de Simpson) (Jost, 2006; Chao y col., 2014), en el software iNEXT (Chao y col., 2016), donde se estiman los intervalos de confianza al 95 % de probabilidad y se asumen diferencias significativas entre la comunidad de la avifauna si los intervalos de confianza no se traslapan (Cumming y col., 2007). Adicionalmente, dado que se consideraron condiciones ecológicas en la diversidad de aves, se realizó una prueba de Kruskal-Wallis. Este es un análisis de varianza no paramétrico que se aplicó con el fin de robustecer y dar mayor soporte al contraste de la diversidad de aves entre condiciones de hábitat a nivel de la estimación

beta. Dicho análisis se realizó posterior a probar los supuestos de normalidad con una prueba de Shapiro-Wilks, y con una prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov se evaluó la homogeneidad de varianzas de los datos de la comunidad de aves, los cuales no fueron normales y presentaron varianzas desiguales (ver resultados). Estos análisis se desarrollaron en el software Infostat (Di-Rienzo y col. 2021).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registró un total de 100 especies de aves pertenecientes a 33 familias y 15 órdenes (Tabla 1). El orden con mayor número de especies fue Passeriformes con 66. La familia con mayor número de especies fue *Tyrannidae* con 13. Las especies *Psilorhinus morio* y *Myadestes occidentalis* fueron las más abundantes y su presencia fue observada con mayor frecuencia en BMM, con 98 y 82 individuos respectivamente; en tanto que, en VS se detectaron solo 18 y 22, respectivamente (Tabla 1; Figura 2). La especie *Pionus senilis* fue la tercera más abundante en BMM, pero su distribución fue más equitativa entre ambos hábitats con solo 53 individuos en BMM, y 41 individuos en VS, donde registró el segundo lugar en abundancia, mientras que la especie *Stelgidopteryx serripennis* reportó el primer lugar en este sitio, donde se obtuvieron 55 individuos. En la Figura 2 se observa que, en general, las especies mostraron mayor abundancia en BMM que en VS.

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, se registraron 10 especies de aves en alguna categoría de riesgo (Tabla 1). La codorniz-coluda veracruzana (*D. barbatus*) es una especie omnívora considerada en peligro de extinción y endémica del país, y fue avistada en una ocasión en el BMM. El loro corona blanca (*Pionus senilis*) y el vireo ojos blancos (*Vireo griseus*) son 2 especies amenazadas que habitan en la zona. Existen además 7 especies en la categoría sujetas a protección especial, la paloma arroyera (*Leptotila verreauxi*), el halcón selvático de collar (*Micrastur semitorquatus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*),

■ Tabla 1. Listado taxonómico de las especies de aves observadas en Finca Pastoría, Huatusco, Veracruz.

Table 1. Taxonomic list of bird species observed at Finca Pastoría, Huatusco, Veracruz.

Taxonomía	Nombre común	Estacionalidad	Endemismo	NOM	BMM	VS	Gremio
<b>Galliformes</b>							
<b>Cracidae</b>							
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	R	NC	NC	8	6	OM
<b>Odontophoridae</b>							
<i>Dendrortyx barbatus</i>	Codorniz-coluda veracruzana	R	E	P	1	0	OM
<b>Columbiformes</b>							
<b>Columbidae</b>							
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	R	ne	NC	48	6	FR
<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	R	ne	NC	2	0	GR
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	R	E	Pr	37	9	GR
<b>Cuculiformes</b>							
<b>Cuculidae</b>							
<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela	R	ne	NC	16	2	IN
<b>Caprimulgiformes</b>							
<b>Caprimulgidae</b>							
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	R	NC	NC	4	0	IN
<b>Apodiformes</b>							
<b>Apodidae</b>							
<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	R	NC	NC	4	6	IN
<b>Trochilidae</b>							
<i>Selasphorus heloisa</i>	Zumbador mexicano	R	NC	NC	1	0	NE
<i>Campylopterus hemileucurus</i>	Fandanguero morado	R	NC	NC	10	0	NE
<i>Saucerottia cyanocephala</i>	Colibrí corona azul	R	NC	NC	1	0	NE
<b>Gruiformes</b>							
<b>Rallidae</b>							
<i>Aramides albiventris</i>	Rascón cuello gris	R	ne	NC	2	0	FR
<b>Charadriiformes</b>							
<b>Charadriidae</b>							
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	MI	NC	NC	0	1	IN
<b>Pelecaniformes</b>							
<b>Ardeidae</b>							
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	MI	ne	NC	0	2	CA
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	MI	Exo	NC	11	2	IN
<b>Cathartiformes</b>							
<b>Cathartidae</b>							
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	R	ne	NC	18	7	CR

continúa...

<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	R	ne	NC	34	24	CR
<b>Accipitriformes</b>							
<b>Accipitridae</b>							
<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	R	NC	NC	1	1	CA
<i>Circus hudsonius</i>	Gavilán rastrero	MI	NC	NC	1	0	CA
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	R	ne	NC	29	14	CA
<b>Trogoniformes</b>							
<b>Trogonidae</b>							
<i>Trogon caligatus</i>	Trogón listado	R	NC	NC	21	1	IN
<b>Piciformes</b>							
<b>Picidae</b>							
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	R	NC	NC	30	17	IN
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	R	NC	NC	20	1	IN
<i>Sphyrapicus varius</i>	Chupasavia maculado	MI	NC	NC	5	1	IN
<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero mexicano	R	ne	NC	2	0	IN
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	R	NC	NC	9	0	IN
<b>Falconiformes</b>							
<b>Falconidae</b>							
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	R	NC	NC	2	0	CA
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón-selvático de collar	R	ne	Pr	4	1	CA
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	R	NC	NC	4	0	CR
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	MI	NC	NC	3	4	CA
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	R	NC	Pr	0	1	CA
<b>Psittaciformes</b>							
<b>Psittacidae</b>							
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	R	ne	Pr	2	0	FR
<i>Amazona autumnalis</i>	Loro cachete amarillo	R	NC	NC	5	2	GR
<i>Pionus senilis</i>	Loro corona blanca	R	ne	A	53	41	FR
<b>Passeriformes</b>							
<b>Thamnophilidae</b>							
<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	R	NC	NC	1	0	IN
<b>Furnariidae</b>							
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	R	NC	NC	1	2	OM

continúa...

<i>Lepidocolaptes affinis</i>	Trepatroncos corona punteada	R	NC	NC	2	0	IN
<b>Tityridae</b>							
<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarada	R	NC	NC	11	0	IN
<b>Tyrannidae</b>							
<i>Mionectes oleagineus</i>	Mosquero ocrillo	R	NC	NC	0	1	FR
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	R	NC	NC	18	2	IN
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien-te-veo	R	ne	NC	7	2	IN
<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	R	ne	NC	1	0	IN
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	R	ne	NC	30	19	FR
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	R	ne	NC	3	6	IN
<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano silbador	R	ne	NC	0	3	IN
<i>Contopus cooperi</i>	Pibí boreal	T	NC	NC	5	0	IN
<i>Contopus pertinax</i>	Pibí tengo frío	R	NC	NC	0	1	IN
<i>Contopus virens</i>	Pibí oriental	T	NC	NC	1	0	IN
<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mínimo	MI	NC	NC	4	3	IN
<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	R	NC	NC	0	1	IN
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	R	NC	NC	1	2	IN
<b>Vireonidae</b>							
<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojos blancos	MI	E	A	0	1	IN
<i>Vireo solitarius</i>	Vireo cabeza azul	MI	NC	NC	0	1	IN
<b>Corvidae</b>							
<i>Psilorhinus morio</i>	Chara papán	R	ne	NC	98	18	IN
<b>Hirundinidae</b>							
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas aserradas	R-MI	ne	NC	29	55	IN
<b>Troglodytidae</b>							
<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín saltapared	R-MI	E	NC	16	6	IN
<i>Campylorhynchus zonatus</i>	Matraca tropical	R	ne	NC	20	0	IN
<i>Campylorhynchus megalopterus</i>	Matraca barrada	R	E	NC	2	0	IN
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Chivirín moteado	R	NC	NC	16	2	IN
<i>Henicorhina leucosticta</i>	Chivirín pecho blanco	R	ne	NC	1	0	IN
<b>Poliptilidae</b>							
<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita azul gris	R	NC	NC	15	1	IN
<b>Turdidae</b>							
<i>Sialia sialis</i>	Azulejo garganta canela	R	NC	NC	1	5	FR

continúa...

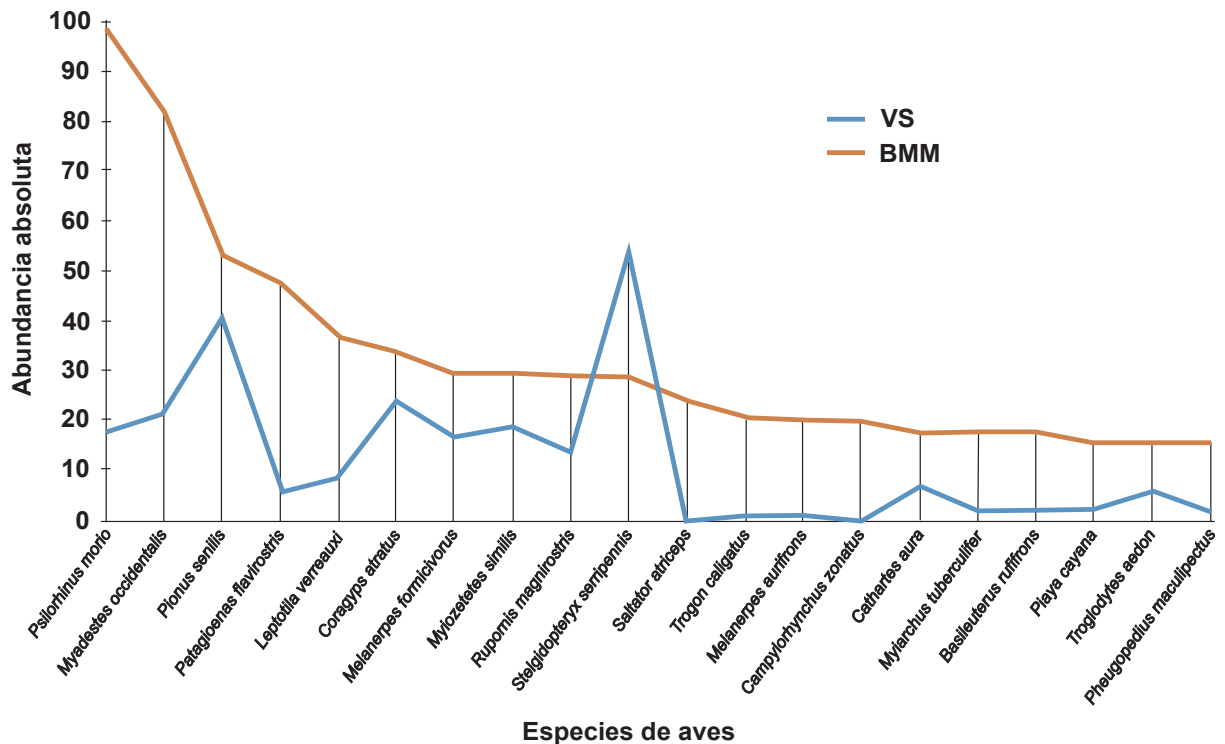


<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	R	NC	Pr	82	22	FR
<i>Catharus aurantiirostris</i>	Zorzal pico anaranjado	R	NC	NC	1	0	FR
<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo	R	ne	NC	10	0	IN
<b>Mimidae</b>							
<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul	R	E	NC	3	0	FR
<i>Dumetella carolinensis</i>	Maullador gris	MI	ne	NC	3	0	IN
<i>Toxostoma longirostre</i>	Cuitlacoche pico largo	R	NC	NC	2	0	IN
<b>Fringillidae</b>							
<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia garganta amarilla	R	ne	NC	1	0	FR
<i>Euphonia elegantissima</i>	Eufonia gorra azul	R	NC	NC	1	1	FR
<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	R	NC	NC	12	7	GR
<i>Spinus notatus</i>	Jilguero encapuchado	R	NC	NC	0	4	GR
<b>Passerellidae</b>							
<i>Chlorospingus flavopectus</i>	Chinchinero común	R	NC	NC	7	0	IN
<i>Spizella passerina</i>	Gorrión ceja blanca	MI	NC	NC	2	0	IN
<i>Spizella pallida</i>	Gorrión pálido	MI	NC	NC	2	0	IN
<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	MI	NC	NC	3	0	IN
<i>Aimophila rufescens</i>	Zacatonero rojizo	R	ne	NC	3	0	IN
<i>Atlapetes albinucha</i>	Atlapetes nuca blanca	R	E	NC	2	1	IN
<b>Icteriidae</b>							
<i>Icteria virens</i>	Buscabreña	MI	NC	NC	1	0	IN
<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola de Montezuma	R	ne	Pr	9	5	FR
<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	R	ne	NC	3	0	IN
<i>Icterus graduacauda</i>	Bolsero cabeza negra	R	NC	NC	1	0	IN
<i>Icterus gálbula</i>	Bolsero de Baltimore	MI	ne	NC	1	0	IN
<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	R	ne	NC	3	1	IN
<b>Parulidae</b>							
<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	MI	ne	NC	1	0	IN
<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	Chipe de coronilla	MI	NC	NC	1	0	IN
<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	R	ne	NC	1	0	IN
<i>Setophaga coronata</i>	Chipe coronado	MI	NC	NC	1	1	IN
<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde	MI	NC	NC	9	0	IN
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra rufa	R	NC	NC	18	2	FR

continúa...

<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	MI	ne	NC	12	1	IN
<i>Myioborus pictus</i>	Chipe ala blanca	R	NC	NC	1	0	IN
<b>Cardinalidae</b>							
<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	MI	NC	NC	2	0	IN
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo pecho rosa	MI	ne	NC	0	1	IN
<i>Passerina ciris</i>	Colorín siete colores	MI	NC	Pr	1	0	GR
<b>Thraupidae</b>							
<i>Thraupis abbas</i>	Tángara ala amarilla	R	ne	NC	11	0	IN
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	R	ne	NC	2	1	GR
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero patas rojas	MV	NC	NC	2	2	FR
<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	R	NC	NC	7	2	GR
<i>Saltator atriceps</i>	Picurero cabeza negra	R	ne	NC	24	0	FR

Estacionalidad: R = residente; MI = migratoria de invierno; MV = migratoria de verano; R-MI: residente-migratoria de invierno; T = transitoria. Grado de endemismo para México: E = especie endémica; Exo = exótica; ne = no endémica; NC = no clasificada. Categoría de riesgo en la NOM-059- SEMARNAT-2010: Pr = sujeta a protección especial; A = amenazada; P = peligro de extinción; NC = no clasificada. Cantidad de individuos registrados por tipo de vegetación: BMM = Bosque Mesófilo de Montaña; VS = Vegetación Secundaria. Gremio trófico: OM = omnívora; CA = carnívora; CR = carroñera; FR = frugívora; GR = granívora; IN = insectívora; NE = nectarívora.



■ Figura 2. Curva rango-abundancia de la diversidad de aves registradas en BMM y VS en Huatusco, Veracruz, México.  
 Figure 2. Range-abundance curve of the diversity of birds recorded in CF and VS in Huatusco, Veracruz, Mexico.

el loro frente blanca (*Amazona albifrons*), el clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*), la oropéndola de Montezuma (*Psarocolius montezuma*) y el colorín siete colores (*Passerina ciris*).

El ecosistema es de interés particular para el seguimiento y manejo poblacional del loro corona blanca (41 avistamientos en VS y 53 en BMM), especie amenazada, ya que esta se encontró entre las primeras 3 especies de mayor abundancia en ambos sitios; y de las especies clarín jilguero (22 en VS y 82 en BMM) y paloma arroyera (9 en VS y 37 en BMM), las cuales están sujetas a protección especial y que además se registraron entre las 9 especies de mayor abundancia. Es conveniente dar seguimiento a este paisaje ecológico y a su entorno, con actividades que permitan promover la sobrevivencia y reproducción de las poblaciones de dichas especies.

En el área de estudio, en la clasificación de la avifauna reportada con base en su estacionalidad, se registró una mayor cantidad de especies residentes, seguida de las migratorias de invierno; las migratorias de verano, residentes-migratorias de invierno y las transitorias, presentaron los menores registros (Tabla 1; Tabla 2). En cuanto a su endemismo, se registraron 7 especies de aves endémicas de México y una exótica del país, las demás especies se consideran no endémicas a México o no han sido clasificadas.

El tipo de alimentación reportado para las aves identificadas, fue similar entre los gremios, sin embargo, destacó un mayor número de registros de aves insectívoras y frugívoras en el BMM; mientras que las granívoras y carnívoras tuvieron registros similares en ambos sitios; y las omnívoras y carroñeras muy cercanos; solo las nectarívoras estuvieron ausentes en VS (Tabla 2).

De acuerdo con el análisis de la cobertura de la muestra,  $\hat{C}n$  fue 0.97 (89 especies y  $N = 916$  individuos) y 0.93 (54 especies y  $N = 331$ ) para el BMM y VS, respectivamente. Las diferencias en la  $\hat{C}n$  de cada sitio están dadas principalmente por el valor diferen-

cial entre la riqueza y abundancia de especies registradas en cada tipo cobertura. Es decir, en la curva de acumulación de especies construida para la cobertura de VS, se requirió un mayor número de extrapolaciones para llegar a la asíntota y alcanzar el 100 % de la  $\hat{C}n$  (Figura 3). Esto indica que se debieron haber registrado un total de 58 especies, es decir, 4 especies más de las avistadas durante el trabajo de campo. Esto sucede al dividir 100 (que es el porcentaje máximo) entre 93 (valor de  $\hat{C}n$ ) y multiplicarlo por 54 especies. En tanto que, en el BMM, se debieron registrar 3 especies más usando el mismo cálculo ( $100/97 \times 89$ ) lo que da un valor de 92 especies.

En el análisis de comparación de los índices del número efectivo de especies del orden  $q^0$ ,  $q^1$  y  $q^2$ , se presentaron diferencias significativas entre las dos coberturas de muestreo de BMM y VS. Esto indica que presentaron una riqueza de especies ( $q^0 = 54$  spp en VS, y 89 spp en BMM); especies comunes, es decir, que tuvieron una frecuencia mayor al promedio en el hábitat ( $q^1 = 24$  spp en VS, y 41 spp en BMM) y especies muy abundantes, aquellas que están muy por encima del promedio ( $q^2 = 14$  spp en VS, y 25 spp en BMM), significativamente diferentes a un alfa de 0.05 entre coberturas de muestreo, ya que no se traslapan los intervalos de confianza calculados al 95 % de confiabilidad para cada cobertura (Figura 4).

La prueba de Shapiro-Wilk indicó que ambas muestras no provienen de una población normalmente distribuida, con un valor de  $P < 0.05$  (BMM:  $n = 89$ , media = 10.29, DE = 16.31, Lambda de Wilk = 0.62, *p-unilateral*  $D = < 0.0001$ ; VS:  $n = 54$ , media = 6.13, DE = 10.13, Lambda de Wilk = 0.57, *p-unilateral*  $D = < 0.0001$ ). Esto fue consistente con la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov, que muestra la desigualdad de varianzas en los datos de la comunidad de aves registrada, ya que el valor de  $P$  fue menor a 0.05 (BMM: ajuste de Chi Cuadrado = 3,  $v = 10$ ,  $n = 89$ ,  $D = 0.32$ ,  $P = < 0.0001$ ; VS: ajuste de Chi Cuadrado = 3,

■ Tabla 2. Clasificación de la diversidad de aves con base en su categoría de estacionalidad, grado de endemismo, categoría de riesgo, gremio trófico y cantidad de aves por gremio registrada en cada cobertura de vegetación evaluada en el estudio.

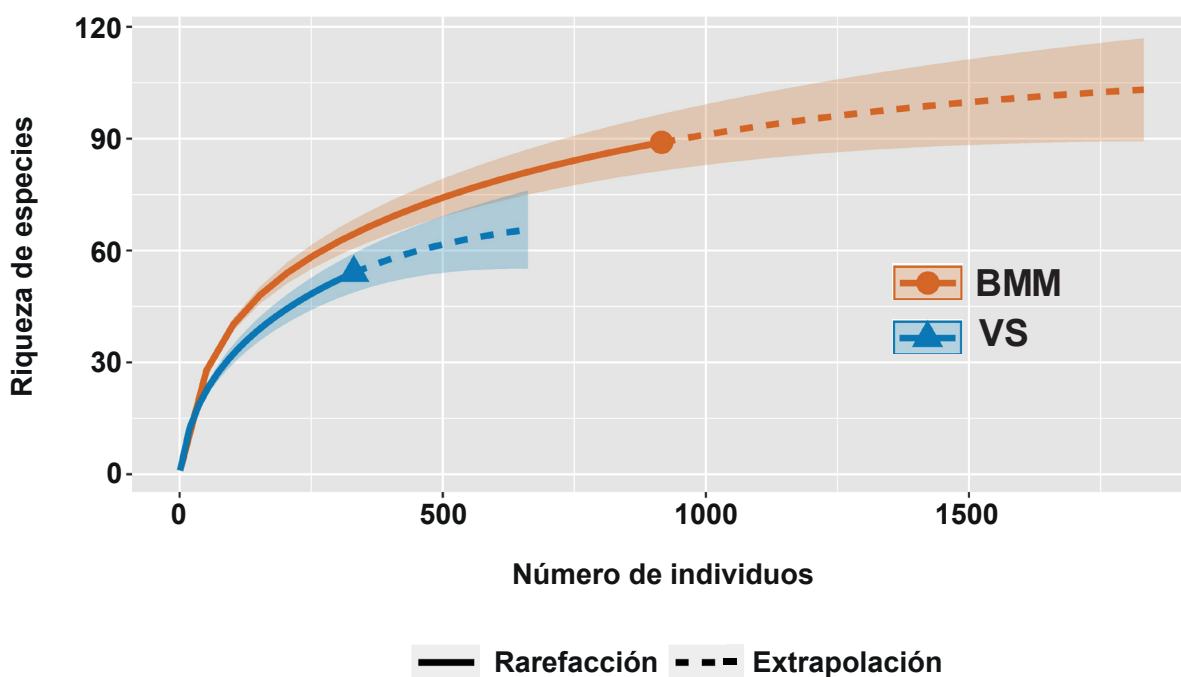
Table 2. Classification of bird diversity based on their seasonality category, degree of endemism, risk category, trophic guild, and number of birds per guild recorded in each coverage of vegetation evaluated in the study.

Clasificación	BMM	VS	Área estudiada
<b>Estacionalidad</b>			
Migratoria de invierno	18	11	23
Residente-migratoria de invierno	2	2	2
Migratoria de verano	1	1	1
Residente	66	40	72
Transitoria	2	0	2
<b>Endemismo</b>			
Endémica	5	3	6
No endémica	33	19	36
Exótica	1	1	1
No clasificada	50	31	57
<b>NOM-059- SEMARNAT-2010</b>			
Amenazada	1	2	2
Peligro de extinción	1	0	1
Protección especial	6	5	7
No clasificada	81	47	90
<b>Gremio</b>			
Carnívoras	6	6	8
Carroñeras	3	2	3
Frugívoras	15	10	16
Granívoras	7	6	8
Insectívoras	52	28	59
Nectarívoras	3	0	3
Omnívoras	3	2	3
<b>Especies no encontradas en el BMM</b>			
<i>Charadrius vociferus, Ardea alba, Falco peregrinus, Mionectes oleagineus, Tyrannus couchii, Contopus pertinax, Sayornis nigricans, Vireo griseus, Vireo solitarius, Spinus notatus, Pheucticus ludovicianus.</i>			
<b>Especies no encontradas en la VS</b>			
<i>Dendrortyx barbatus, Columbina inca, Nyctidromus albicollis, Selasphorus heloisa, Campylopterus hemileucurus, Sauerottia cyanocephala, Aramides albiventris, Circus hudsonius, Dryobates scalaris, Dryocopus lineatus, Herpetotheres cachinnans, Caracara cheriway, Amazona albifrons, Thamnophilus doliatus, Lepidocolaptes affinis, Tityra semifasciata, Megarynchus pitangua, Contopus cooperi, Contopus virens, Campylorhynchus zonatus, Campylorhynchus megalopterus, Henicorhina leucosticta, Catharus aurantirostris, Turdus grayi, Melanotis caerulescens, Dumetella carolinensis, Toxostoma longirostre, Euphonia hirundinacea, Chlorospingus flavopectus, Spizella passerina, Spizella pallida, Melospiza lincolni, Aimophila rufescens, Icteria virens, Icterus gularis, Icterus graduacauda, Icterus gálbula, Mniotilta varia, Leiosthlypis ruficapilla, Geothlypis trichas, Setophaga virens, Myioborus pictus, Piranga rubra, Passerina ciris, Thraupis abbas, Saltator atriceps.</i>			

v = 6, n = 54, D = 0.20, P = 0.028 1). En este sentido, las diferencias registradas en la comunidad de aves entre el BMM y VS, se deben a

la diferencia entre la riqueza y abundancia de especies (Kruskal-Wallis, medianas de BMM = 3; medianas de VS = 2; H = 3.47, P = 0.057).





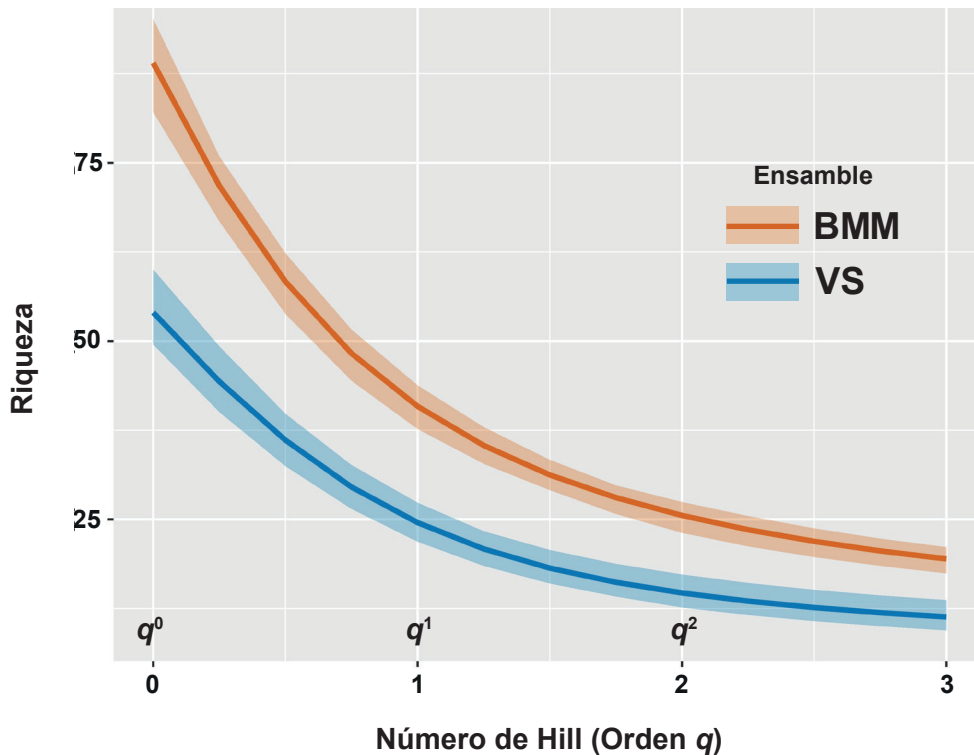
■ Figura 3. Curva de acumulación de la riqueza de especies y número de individuos de aves en Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) y Vegetación Secundaria (VS). El área de color asociada a la línea de la curva de cada cobertura de vegetación representa el intervalo de confianza inferior y superior, calculados con un 95 % de confiabilidad.

Figure 3. Accumulation curve of the richness of species and number of individuals of birds in Cloud Forest (CF) and Secondary Vegetation (VS). The colored area associated with the curve line of each vegetation cover represents the lower and upper confidence interval, calculated with 95 % confidence.

La riqueza de aves registrada en Finca La Pastoría representa el 9 % de la diversidad de la avifauna de México (Navarro-Sigüenza y col., 2014) y el 14.2 % de las aves registradas para el estado de Veracruz (Montejo-Díaz y McAndrews, 2006), por lo que se infiere que el sitio aún cuenta con una proporción elevada de aves dependientes de recursos que provee el hábitat, tomando en consideración que dicha área está conformada por una porción de vegetación secundaria y otra porción de BMM. La Figura 5 muestra algunos de los ejemplares observados en el lugar de estudio.

Navarro-Sigüenza y col. (2014) estimaron que la riqueza de aves asciende a 551 especies en los BMM de todo México. En otras regiones del país, como el noreste de Hidalgo, que cuenta con presencia de BMM con buena

condición de conservación, se han registrado hasta 181 especies de aves (Martínez-Morales, 2007). Por lo que, podría decirse que, las 100 especies de aves registradas en Finca La Pastoría equivalen a más del 50 % de la avifauna reportada para los BMM del noreste de Hidalgo (Martínez-Morales, 2007) y el 18 % de aves registradas para todos los BMM de México, según lo reportado por Navarro-Sigüenza y col. (2014). Dichas variaciones registradas en la riqueza avifaunística en este y otros estudios realizados en BMM, se deben a factores relacionados con el riesgo de extinción de las especies, su tipo de endemismo, su estatus de conservación, la disponibilidad de recursos de hábitat (disponibilidad de áreas de anidación y alimentación, fuentes de agua disponible, protección ante depredadores), características de la matriz antrópica,



■ Figura 4. Comparación del número efectivo de especies de la comunidad de aves en BMM y VS del orden  $q^0$  (análogo de la riqueza de especies),  $q^1$  (exponencial del índice de Shannon) y  $q^2$  (inverso del índice de Simpson). Los intervalos de confianza no se traslapan en el número efectivo de especies de  $q^0$ ,  $q^1$  y  $q^2$ , por lo que se asumen diferencias significativas.

Figure 4. Comparison of the effective number of species of the bird community in CF and VS of the order  $q^0$  (analogous of species richness),  $q^1$  (exponential of the Shannon index) and  $q^2$  (inverse of the Simpson index). Confidence intervals do not overlap with the effective number of species of  $q^0$ ,  $q^1$  and  $q^2$ . Therefore, significant differences are assumed.

ubicación geográfica y el estado de conservación del BMM, que pueden generar cambios en la riqueza de la avifauna (Caballero-Cruz y col., 2020).

En este estudio se observó que la comunidad de aves estuvo ligada al tipo de cobertura de vegetación de BMM; es decir, la respuesta de la comunidad de aves se registró a partir de una mayor riqueza y abundancia en la cobertura del BMM, ya que en la vegetación primaria existen más recursos de hábitat para aves (Ugalde-Lezama y col., 2022). Esto explica que 89 especies y 916 individuos de aves se registraron con mayor frecuencia en el BMM y 54 especies y 331 individuos en la VS. Las diferencias estadísticas reportadas por las pruebas de Shapiro-Wilk, de Kolmo-

gorov y Kruskal-Wallis se deben a las variaciones ecológicas, debidas al comportamiento en la distribución y la presencia de aves en las diferentes coberturas de hábitat evaluadas, aunado a la presencia de disturbios, principalmente antrópicos, que afectan la dinámica y nivel de organización de la comunidad avifaunística, y a la distribución de recursos de hábitat específicos que las aves encuentran en cada tipo de vegetación (Schon-dube y col., 2018).

Se encontró una asociación entre la cobertura de la vegetación estudiada con los requerimientos alimenticios de las aves. Al asociar el tipo de alimentación con la vegetación, se obtuvo un mayor número de registros de especies insectívoras y frugívoras



■ Figura 5. Algunas aves registradas del presente estudio: a) *Myadestes occidentalis*, b) *Pionus senilis*, c) *Myiozetetes similis*, d) *Vireo griseus*.

Figure 5. Some recorded birds in this study: a) *Myadestes occidentalis*, b) *Pionus senilis*, c) *Myiozetetes similis*, d) *Vireo griseus*.

asociadas al BMM, además, se reportaron especies nectarívoras solo en ese sitio, posiblemente porque hay mayor disponibilidad de recursos como insectos, frutos y flores, comparado con los registros en VS, donde fueron menores. Asimismo, un mayor número de registros de especies residentes, especies no endémicas y migratorias de invierno, hicieron mayor uso de la cobertura de BMM que la de VS, por lo que las acciones de conservación del bosque deben ser prioritarias para el manejo de la avifauna y otros grupos biológicos, como los murciélagos, asociados al ambiente de esta misma localidad, y que presentan similitud en el comportamiento de la diversidad (Cerón-Hernández y col., 2022).

El número de especies compartidas fue de 43 entre BMM y VS en Finca La Pastoría, es decir, dichas aves, aunque propiamente no son exclusivas del BMM o de VS, comparten recursos de hábitat en ambas coberturas de

vegetación. Sin embargo, las especies generalistas, que no les “importa” el tipo de ambiente para alimentarse, anidar o reproducirse, usaron de manera diferencial ambas coberturas. Por un lado, ello podría ser un indicador de un proceso de adaptación de las aves a este paisaje heterogéneo con intervención humana constante (Ruelas-Inzunza y Aguilar-Rodríguez, 2010), pero por otro lado, es posible que las aves con nichos exclusivos de BMM, como las que requieren las especies endémicas, se encuentren diezmando o reduciendo en tamaño poblacional (Caballero-Cruz y col., 2020), y en determinado plazo ocurra una extinción local de las poblaciones del *Vireo griseus* (complex *griseus*), una especie de ave endémica del que solo se tenían 2 registros de presencia en el municipio de Huatusco hasta el año 2015 (Naturalista, 2022) y en este estudio, se reporta la tercera localidad de presencia, en 2018, de la especie para el municipio en VS. Las 10 especies de aves registradas en la localidad del presente trabajo, que

se encuentran listadas en la categoría de riesgo de extinción, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT- 2010, debido a que presentan tamaños poblacionales bajos y rangos de distribución restringidos, aún encuentran recursos de hábitat en ambas coberturas de vegetación en Finca La Pastoría, por lo que realizar prácticas de manejo agroecológico podría coadyuvar a mantener los recursos de hábitat para estas especies y así evitar su extinción poblacional local.

La comunidad de la avifauna registrada en el BMM y VS de Finca La Pastoría, Huatusco, Veracruz, puede conservarse mediante el fomento del aviturismo en el área de estudio (Alcántara-Salinas y col., 2018). Además, estas áreas pueden certificarse bajo el esquema de Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA) de acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología (INE, 1997) o Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC) de acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2019), donde los propietarios pueden hacer un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales mediante planificación de distintas actividades encaminadas a la conservación a largo plazo.

## CONCLUSIONES

En este estudio, de las 100 especies registra-

das, *Psilorhinus morio* (18 individuos en VS y 98 en BMM), *Myadestes occidentalis* (22 en VS y 82 en BMM), *Pionus senilis* (41 en VS y 53 en BMM), *Patagioenas flavirostris* (6 en VS y 48 en BMM) y *Leptotila verreauxi* (9 en VS y 37 en BMM) fueron las aves más abundantes en el área. La cobertura de BMM reportó la mayor riqueza y abundancia de aves. El tipo de alimentación, anidación, apareamiento y biología en general, pareció influir en su distribución por tipo hábitat, por lo que es recomendable desarrollar estrategias de conservación de las poblaciones y de manejo para su hábitat, ya que además, la zona de estudio permite la protección de 10 especies de aves bajo algún tipo de estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El área presenta potencial para desarrollar actividades como el aviturismo que coadyuven a su conservación y estudio.

## AGRADECIMIENTOS

A Finca La Pastoría por su apoyo en el desarrollo de este estudio. Agradecemos a los árbitros anónimos y al editor, quienes con sus recomendaciones, mejoraron la estructura del manuscrito. A Luis David Pérez Gracida por su apoyo en la elaboración del mapa del área de estudio.

## REFERENCIAS

- Aguilar, A. E., Lascano, S. L., Chiriboga, C. E., Villacís, J. E. y Rivera, W. E. P. (2017). Diversidad de aves en cercas vivas y potreros del trópico húmedo del Ecuador. *Boletín Técnico, Serie Zoológica*. 13: 12-13.
- Alcántara-Salinas, G., Rivera-Hernández, J. E., Calderón-Parra, J. R., Santos-Martínez, M. L., Pérez-Sato, J. A., Román-Hernández, D. ... y Salazar-Ortiz, J. (2018). El monitoreo comunitario de aves en la región de Las Altas Montañas de Veracruz, México: hacia un aviturismo comunitario. *Agroproductividad*. 11(6): 31-38.
- Barbosa, R. A. P., Teixeira, D. C., Albino, A. M., do Nascimento, W. D. S. P., da-Silva-Dutra, R. S., de-Souza, A. A., ..., and da-Cruz-Prestes, A. L. (2021). First record of *Fulvous Whistling-duck*, *Dendrocygna bicolor* (Vieillot, 1816) (Anseriformes, Anatidae), in the Rondônia state, Brazil. *Check List*. 17(5): 1261-1264.
- Caballero-Cruz, P., Vargas-Noguez, G. y Ortiz-Pulido, R. (2020). Especies de aves en riesgo en el bosque mesófilo de montaña en cinco AICA de la Sierra Madre Oriental, México. *Huitzil Revista Mexicana de Ornitología*. 21(1): e-490.
- Carvajal-Hernández, C. I., Krömer, T. y Vázquez-Torres, M. (2014). Riqueza y composición florística de pteridobiontes en bosque mesófilo de montaña y ambientes asociados en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*.



85: 491-501.

Cerón-Hernández, J. A., Serna-Lagunes, R., Torres-Cantú, G. B., Llarena-Hernández, R. C., Mora-Collado, N. y García-Martínez, M. Á. (2022). Diversidad, tipos de dieta de murciélagos y su respuesta a bordes de bosque mesófilo de montaña, Veracruz, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 9(2):12.

Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T. C., Sander, E. L., Ma, K. H., Colwell, R. K., and Ellison, A. M. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monograph*. 84(1): 45-67.

Chao, A. and Jost, L. (2012). Coverage based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*. 93(12): 2533-2547.

Chao, A., Ma, K. H., and Hsieh, T. C. (2016). *iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Online: Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity*. Program and User's Guide published at. [En línea]. Disponible en: [http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software\\_download/](http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/). Fecha de consulta: 5 de febrero de 2022.

Chao, A. and Shen, T. J. (2003). Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample. *Environmental and Ecological Statistics*. 10:429-433.

Chesser, R. T., Billerman, S. M., Burns, K. J., Cicero, C., Dunn, J. L., Hernández-Baños, B. E., ..., and Winker, K. (2021). Check-list of North American birds (online). American Ornithological Society. [En línea]. Disponible en: <http://checklist.aou.org/taxa>. Fecha de consulta: 12 de julio de 2022.

CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2010). El bosque mesófilo de montaña. En A. T. Toledo (Ed.), *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible* (pp. 15-17). México D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CONANP, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2019). Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación - *Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. [En línea]. Disponible en: <https://advc.conanp.gob.mx/sample-page/>. Fecha de consulta: 11 de julio de 2021.

Cruz-Angón, A., Sillett, T. S., and Greenberg, R.

(2008). An experimental study of habitat selection by birds in a coffee plantation. *Ecology*. 89(4): 921-927.

Cumming, G., Fidler, F., and Vaux, D.L. (2007). Error bars in experimental biology. *The Journal of Cell Biology*. 177(1): 7-11.

Di-Rienzo, J. A., Balzarini, M. G., Gonzalez, L. A., Tablada, E. M., Casanoves, F. y Robledo, C. W. (2021). InfoStat, versión 2021: manual del usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. [En línea]. Disponible en: <https://www.info-stat.com.ar/>. Fecha de consulta: 12 de julio de 2022.

Dunn, J. and Alderfer, J. (2017). *National Geographic field guide to the birds of North America* (Seventh edition). National Geographic Society. Washington, DC, EUA.

Escalante, P., Sada, A. M. y Robles-Gil, J. (2014). Listado de nombres comunes de las aves en México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, en *Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México AC (CIPAMEX)*. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22201/ib.9786070251825e.2014>. Fecha de consulta: 16 de junio de 2022.

Ferguson, J. and Christie, D. (2005). *Raptors of the World: A field guide*. London, UK: Princeton Field Guides. Helm Publishing Ltd, Princeton University Press, Princeton, NJ. 320 Pp.

FMCN, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza /CONAFOR, Comisión Nacional Forestal / USAID, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y USFS, Servicio Forestal de los Estados Unidos (2018). Manual para muestrear la fauna en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas. BIOCUMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad-, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México. [En línea]. Disponible en: <http://biocomuni.mx/descargas/>. Fecha de consulta: 12 de julio de 2022.

González-García, F. y Gómez-de-Silva, H. (2002). Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. En H. Gómez-de-Silva y A. Oliveras-de-Ita (Eds.), *Conservación de aves: experiencias en México* (pp. 151-194). México: CIPAMEX, National Fish and Wildlife Foundation. CONABIO.

Gotelli, N. J. and Colwell, R. K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the

measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*. 4(4): 379-391.

Gual-Díaz, M. y Rendón-Correa, A. (2017). Los bosques mesófilos de montaña de México. *Agro Productividad*. 10(1): 3-9.

Hernández-Ladrón-De-Guevara, I., Rojas-Soto, O. R., López-Barrera, F., Puebla-Olivares, F. y Díaz-Castelazo, C. (2012). Dispersión de semillas por aves en un paisaje de bosque mesófilo en el centro de Veracruz, México: su papel en la restauración pasiva. *Revista Chilena de Historia Natural*. 85(1): 89-100.

Hill, M. O. (1973). Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology*. 54(2): 427-432.

Howell, S. N. G. and Webb, S. (1995). *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. New York: Oxford University Press. 1010 Pp.

INE, Instituto Nacional de Ecología (1997). Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural 1997-2000, en *Instituto Nacional de Ecología- SEMARNAP. México. D.F.* [En línea]. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/136/instrum.html>. Fecha de consulta: 12 de febrero de 2022.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2005). *Serie III de uso de suelo y vegetación. Cartografía escala 1:250 000*. [En línea]. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/usv250ks3gw.xml?\\_httpcache=yes&\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html.xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/usv250ks3gw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no). Fecha de consulta: 12 de febrero de 2022.

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*. 113: 363-375.

López-Mejía, M., Moreno, C. E., Sánchez-Rojas, G. y Rojas-Martínez, A. (2017). Comparación de dos métodos para analizar la proporción de riqueza de especies entre comunidades: un ejemplo con murciélagos de selvas y hábitats modificados. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 88(2017): 183-191.

Martínez-Morales, M. A. (2007). Avifauna del bosque mesófilo de montaña del noreste de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 78(1): 149-162.

Montejo-Díaz, J. y McAndrews, A. (2006). Listado de las aves de Veracruz, México/Check-list of the Birds of Veracruz, México, en *Boletín de Divulgación No. 1/Outreach Bulletin No. 1. Endémicos Insulares, A.C. Veracruz, Veracruz, México*. [En línea]. Disponible en: <https://www.birdlist.org/nam/mexico>

/veracruz/veracruz.htm. Fecha de consulta: 12 de febrero de 2022.

Naturalista (2022). Vireo ojos blancos (*Vireo griseus*). [En línea]. Disponible en: <https://www.naturalista.mx/taxa/17408-Vireo-griseus>. Fecha de consulta: 12 de febrero de 2022.

Navarro-Sigüenza, A., Rebón-Gallardo, M., Gordillo-Martínez, A., Townsend-Peterson, A., Berlanga-García, H. y Sánchez-González, L. (2014). Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85(56): 476-495.

Ortiz, J. y Florescano, E. (2010). Vegetación y Uso de Suelo de Veracruz. En Ellis, E. A. y M. Martínez Bello (Eds.), *Atlas del Patrimonio Natural, Histórico y Cultural del Estado de Veracruz (Tomo 1, Patrimonio Natural)* (pp. 203-226). Xalapa, Veracruz: Comisión para la Conmemoración del Bicentenario de la Independencia Nacional y del Centenario de la Revolución Mexicana.

Partida-Sedas, S., Cabal-Prieto, A., Sánchez-Arellano, L. y Muñoz-Torres, J. P. (2017). Análisis de la reducción estructural del bosque mesófilo de montaña en Huatusco, Veracruz, México. *Agro Productividad*. 10: 66-73.

Peterson, R. T. y Chalif, E. L. (1989). *Aves de México*. Guía de campo. Editorial Diana. México, D.F.

Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., Desante, D. F., and Milla, B. (1996). General Technical Report, Pacific Southwest Research Station, Forest Service, in *Department of Agriculture. Albany, C. A., U.S.A.* [En línea]. Disponible en: [https://www.avesdecostarica.org/uploads/7/0/1/0/70104897/manual\\_de\\_metodos.pdf](https://www.avesdecostarica.org/uploads/7/0/1/0/70104897/manual_de_metodos.pdf). Fecha de consulta: 12 de febrero de 2002.

Ridgely, R. S., Allnutt, T. F., Brooks, T., McNicol, D. K., Mehlman, D. W., Young, B. E., and Zook, J. R. (2005). Digital distribution maps of the birds of the western hemisphere, version 2.1, in *Nature Serve*. [En línea]. Disponible en: <http://avesmx.conabio.gob.mx/Mapa.html>. Fecha de consulta: 26 de junio de 2021.

Romero-Díaz, C., Ugalde-Lezama, S., Valdez-Hernández, J., Tarango-Arámbula, L., Olmos-Oropeza, G. y García-Núñez, R. (2022). Ecología trófica de aves insectívoras en sistemas agroforestales y Bosque Mesófilo de Montaña. *Abanico Veterinario*. 12: 1-17.

Rueda-Hernández, R., MacGregor-Fors, I., and Renton, K. (2015). Shifts in resident bird communities associated with cloud forest patch size in Cen-

tral Veracruz, Mexico. *Avian Conservation and Ecology*. 10(2): 2.

Ruelas-Inzunza, E. y Aguilar-Rodríguez, S. H. (2010). La avifauna urbana del parque ecológico Macuiltépetl en Xalapa, Veracruz, México. *Ornitología Neotropical*. 21: 87-103.

Schondube, J. E., Chávez-Zichinelli, C., Lindig-Cisneros, R., López-Muñoz, E. C., MacGregor-Fors, I., Maya-Elizarrarás, E., ... y Tapia-Harris, C. (2018). Aves en paisajes modificados por actividades humanas. En A. Ramírez-Bautista y R. Pineda-López (Eds.). *Ecología y Conservación de Fauna en Ambientes Antropizados* (pp. 207-232). Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro.

SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección Ambiental – Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – lista de especies en riesgo, en *Diario Oficial de la Federación*. [En línea]. Disponible en: [http://dof.gob.mx/nota\\_de\\_talle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010](http://dof.gob.mx/nota_de_talle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010). Fecha de consulta: 12 de febrero de 2022.

Sibley, D. A. (2001). *The Sibley Guide to Birds*. Alfred A. Knopf. New York. E.U. 598 Pp.

Tejeda-Cruz, C. y Gordon, C. (2008). Aves. En R. H. Manson (Ed.), *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación* (pp. 149-160). Xalapa, Veracruz, México: Instituto de Ecología A.C.

Tejada, K., González, A., Carty, E. y Camarena, F. (2023). Abundancia y diversidad de aves playeras en la playa El Agallito, distrito de Chitré, provincia de Herrera. *Tecnociencia*. 25(1): 41-62.

The Cornell Laboratory of Ornithology (2021). Merlin Bird ID. Ithaca, Nueva York, Estados Unidos. [En línea]. Disponible en: <https://merlin.allaboutbirds.org/>. Fecha de consulta: 16 de febrero de 2023.

Toledo-Aceves, T. (2017). Regiones prioritarias para la conservación del bosque mesófilo de montaña. *Agro Productividad*. 10: 10-13.

Ugalde-Lezama, S., Romero-Díaz, C., Tarango-Arambula, L. A. y García-Núñez, R. M. (2022). Influencia del hábitat en la diversidad de aves insectívoras en un sistema agroforestal enclavado en un Bosque Mesófilo de Montaña. *CienciaUAT*. 16(2): 6-25.

Villaseñor, J. L. (2017). El bosque húmedo de montaña en el estado de Veracruz, México. *Agro*

*Productividad*. 10(1): 19-23.

Williams-Linera, G., Manson, R. H. e Isunza-Vera, E. (2002). La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques*. 8(1): 73-89.