



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Facultad de Ciencias

PATRONES BIOGEOGRÁFICOS DE LA AVIFAUNA
DE LA SIERRA MADRE DEL SUR

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)

P R E S E N T A

EPIFANIO BLANCAS CALVA

DIRECTOR DE TESIS: DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGÜENZA

MÉXICO, D. F.

FEBRERO, 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

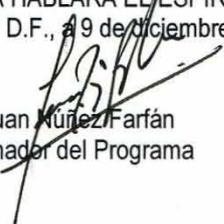
Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 29 de agosto del 2005, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental) del alumno **BLANCAS CALVA EPIFANIO**, con número de cuenta **503006817** con la tesis titulada: "**Patrones Biogeográficos de la avifauna de la Sierra Madre del Sur**", bajo la dirección del(a) **Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza**.

Presidente:	Dr. Juan José Morrone Lupi
Vocal:	Dra. Mercedes Isolda Luna Vega
Secretario:	Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza
Suplente:	M. en C. David Nahum Espinosa Organista
Suplente:	Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria D.F., 29 de diciembre del 2005


Dr. Juan Muñoz Farfán
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado

Reconocimientos a apoyos recibidos

Patrones Biogeográficos de la Avifauna de la Sierra Madre del Sur” este proyecto fue desarrollado en el Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias, por Epifanio Blancas Calva, como alumno del posgrado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), bajo la asesoría del Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza. El proyecto se realizó gracias a diferentes apoyos recibidos. Durante los estudios la Universidad Autónoma de Guerrero proveyó un sueldo como Profesor de Tiempo completo y se contó además con una beca PROMEP en el periodo de septiembre del 2002 a Julio del 2004.



Buarremon brunneinucha (foto E. Blancas)

Dedicatoria:

A Trinita, Facó, Minga, Mara, Juanis, Lacho, Lalo, Lolis, Tico, Rosy, Joelito, Esthercita, Jean Cristian, Yithzak Vladimir, Argelia Abisahy y Yesi, amorosamente.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que han hecho posible la realización de este trabajo de tesis, a mi asesor el Dr. Adolfo G. Navarro Sigüenza, por haber aceptado ser mi tutor, asesorarme en el trabajo académico y permitirme el uso de la base de datos del *Atlas de las Aves de México*, insumo imprescindible en mi tarea. A las Dras. Isolda Luna V. y María del Coro Arizmendi A. miembros de mi comité tutorial, por sus observaciones y sugerencias para un mejor tratamiento del tema. A José Fernando Villaseñor y Laura Villaseñor con quienes me inicié formalmente en la ornitología. A David Espinosa O. por su apoyo en la construcción de las matrices de presencia ausencia y por su disposición a orientarme. Al Dr. Oscar Flores Villela por dar respuesta a mis preguntas. Al Dr. Juan José Morrone L. por su gentileza y las sugerencias para la interpretación del cladograma. A Ubaldo Guzmán V. por la didáctica que utilizó en mi proceso de aprendizaje en el manejo del programa, sus comentarios amenos, la abundante literatura que me ofreció y el vínculo de amigos. A Alejandro Gordillo por su atención en las consultas que le solicité. A la maestra Fanny Rebón G. por hacerme extensiva su experiencia en el trabajo curatorial. A Luis Antonio Sánchez G., Erick García T., Roberto Sosa, Garth Spellman, Markus Mika y John Klicka, por compartir conmigo sus experiencias en el trabajo de campo, a Hernán Vázquez M. por sus respuestas puntuales a mis preguntas. A mis maestros del posgrado: Jorge Llorente, Oscar Flores V., Julia Carabias L. y Ana Luisa Guzmán. A todos los connotados ornitólogos del Museo de Zoología: "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. A los miembros de la Sociedad Mexicana de Ornitología. A los ornitólogos del Centro de investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma de Morelos.

A mis compañeros del Instituto de Investigación Científica Área de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Guerrero: Elizabeth Beltrán S. por invitarme, hace años, a participar en el equipo de fauna y su amistad duradera. A Francisco S. Maradiaga C. por su actitud solidaria en el trabajo de equipo y su amistad franca. A Natividad Herrera C., Rosa Isela Méndez B., Elvia Barrera C., Germán Urbán L., Sabás Vázquez A., Juan José Francisco N., Armando Cerdaneres D. y Angel Almazán J., compañeros de trabajo. A Mario Alberto Morlet y Tania Reyes graduados de la Fac. de Ciencias, UAG., a Mario Hernández y Roger Maldonado tesisistas del IICACN, a Bertha Elizabeth Díaz por su valioso apoyo en la modificación de los mapas de las subcuencas. A Leonardo J. López por su espléndida contribución en la revisión del manuscrito y la presentación final. A mis exalumnas de biogeografía Guadalupe Fierro Rodríguez, Clara Hesiquio y Elida Moreno. A Patricia Iturbe Ch. y Berenice Illades A., docentes distinguidas de la Facultad de Ciencias de la UAG.

Los datos base para este estudio fueron proporcionados por las siguientes instituciones, agradezco extensamente a los responsables el permitir el acceso a las mismas: American Museum of Natural History; Academy of Natural Sciences of Philadelphia; Bell Museum of Natural History, University of Minnesota; British Museum (Natural History); California Academy of Sciences; Carnegie Museum of Natural History; Canadian Museum of Nature; Denver Museum of Natural History; Delaware Museum of Natural History; Fort Hays State College; Field Museum of Natural History; Iowa State University; University of Kansas Natural History Museum; Los Angeles County Museum of Natural History; Leiden Natuurhistorische Museum; Louisiana State

University Museum of Zoology; Museum of Comparative Zoology, Harvard University; Moore Laboratory of Zoology, Occidental College; Museum Michigan State University; Museum Nationale D'histoire Naturelle, Paris; Museum of Vertebrate Zoology, Berkeley; Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Instituto de Investigación Científica Área de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Guerrero; University of Nebraska; Royal Ontario Museum; San Diego Natural History Museum; Southwestern College; Texas Cooperative Wildlife Collections; University of Arizona; University of British Columbia Museum of Zoology; University of California Los Angeles; Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; United States National Museum of Natural History; Western Foundation of Vertebrate Zoology; and Peabody Museum, Yale University. Apoyo financiero para la obtención de estos datos fue aportado por: CONABIO, CONACyT y el Fondo Sectorial SEMARNAT-CONACyT (C01-0265).

A la Dra. Felicidad Bonilla G., del área de planeación de la Universidad Autónoma de Guerrero, por la gestoría para la obtención de apoyo a mi proyecto, al maestro Joaquín de la Huerta, del cuerpo directivo del programa PROMEP, en la ciudad de México, por la gestión expedita para que pudiera yo obtener la beca.

A las personas que habitan en las diversas localidades de los estados de Guerrero y Michoacán que hemos visitado durante el trabajo de campo y que han contribuido para que nuestra estancia sea siempre confortable, sin más a cambio que la alteración de su cotidianidad: en Acahizotla, Tixtla, Omiltemi, Xocomanatlán, Carrizal de Bravo, Toro Muerto, Los Varales, Los Planes, El Paraíso, El Molote y El Edén, del estado de Guerrero; Pueblo Viejo, Las Playitas y Coalcomán, del estado de Michoacán. A todas aquellas personas que por razones ajenas a mi voluntad he omitido sus nombres, pero que han contribuido de alguna manera en la consecución de este trabajo, les reitero mi agradecimiento.

Finalmente deseo patentizar mi agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Universidad Autónoma de Guerrero, donde he tenido la oportunidad de realizar mis estudios y he descubierto que son dos espacios soleados de América donde el pensamiento se ensancha y se libera de dogmas.

ÍNDICE

Introducción.....	1
Antecedentes.....	4
Objetivos.....	9
Área de estudio.....	10
Geología.....	12
Clima.....	13
Hidrología.....	14
Vegetación.....	15
Métodos.....	21
Resultados.....	25
Discusión.....	42
Conclusiones.....	48
Literatura citada.....	51
Anexos.....	58

RESUMEN

Se analizaron los patrones biogeográficos de la avifauna terrestre asociada a 26 subcuencas hidrológicas de la provincia biótica Sierra Madre del Sur (SMS). Del total de registros de ocurrencia previos 5206, hechos en 1205 localidades únicas asentadas en las 26 subcuencas hidrológicas, se obtuvo un listado de 437 especies, mismas que se agrupan en 15 órdenes, 50 familias y 224 géneros. En un arreglo bajo la categoría taxonómica de orden se encontró que la avifauna de la provincia biótica Sierra Madre del Sur sigue el patrón general de las avifaunas del país, donde existe dominancia de las Passeriformes. Para la obtención de los patrones biogeográficos se aplicó el análisis de parsimonia de endemismos (PAE) a dos matrices de presencia-ausencia: avifauna total y avifauna residente, utilizando las subcuencas hidrológicas como unidades de análisis. Con la avifauna total se obtuvo un solo cladograma, mismo que sugiere la existencia de tres conjuntos de subcuencas que comparten relaciones biogeográficas estrechas: el primer grupo comprende cinco subcuencas situadas en un franja climática árida, orientada de N a SE en las tierras altas de Oaxaca. El segundo grupo también constituido por cinco subcuencas, éstas comparten una mayor complejidad ambiental respecto del primer grupo, aquí predominan los ambientes subhúmedos, y el tercer grupo constituido por 16 subcuencas, ubicadas en ambientes húmedos, donde se expresa la más alta complejidad ambiental de los tres grupos, con la presencia de bosques maduros. La combinación de estas características genera esta hipótesis de clasificación de las áreas donde se evidencia que la provincia biótica Sierra Madre del Sur es una unidad biogeográfica heterogénea con una alta complejidad tanto geológica, biogeografía como ecológica.

ABSTRACT

The biogeographic patterns of the terrestrial avifauna associated to twenty six hydrographic sub-basins of the biotic province Sierra Madre del Sur of Mexico (SMS) were analyzed. Occurrence records were obtained for 437 species, contained in 15 orders 50 families, and 224 genera. A total of 5206 records from 1205 unique localities in 26 sub-basins were used. The avifauna of the SMS follows the general pattern of the Mexican avifauna, where the Passeriformes are dominant. For obtaining the biogeographical patterns, I applied the parsimony analysis of endemismos (PAE) to two presence-absence matrices: total avifauna and resident avifauna, being the sub-basins are the units for the analysis. The unique most parsimonious cladogram with the total avifauna suggests the existence of three groups of sub-basins: the first group with five sub-basins located in arid climatic environment, aligned N to SE in the highlands of Oaxaca. The second group includes other five sub-basins located in sub-humid environments, and the third group contains 16 sub-basins where the highest environmental complexity in the three groups is found, with the presence of tropical forests as well as temperate in humid environments.

INTRODUCCIÓN

Hacia finales del siglo XV, cuando los europeos desembarcaron en las tierras descubiertas encontraron que aquí habitaban plantas y animales diferentes a las especies que poblaban su entorno allende el Atlántico, con las que estaban familiarizados y constituían parte de su referente. Entonces, bajo la influencia dominante del paradigma clásico-escolástico se resistieron a reconocer a las especies recientemente descubiertas como distintas a las que ya conocían, posición que permaneció por más de un siglo después del descubrimiento de las floras y faunas del Nuevo Mundo, como bien lo expresó George Louis de Leclerc, conde de Buffon: *“los animales que habitaban el nuevo mundo presentaban una condición de degeneración a causa de la mala calidad y peores condiciones de la tierra, cielo, calor, humedad y otros factores presentes en el nuevo mundo”* (Llorente et al., 2001), confirmando su visión de que las plantas y animales encontrados en América eran los mismos que poblaban a la vieja Europa, sólo que éstos se habían dispersado a través de puentes que en el pasado enlazaron a los continentes. No obstante, esa resistencia que reflejaba temor a una ruptura de carácter epistemológico, el proceso de indagación que explicaría, posteriormente, las causas que influyeron en el establecimiento de los patrones de la distribución biogeográfica de las especies y el reconocimiento que se daría a éstas como distintas, se había iniciado.

En el siglo XVIII surgió la biogeografía como ciencia (Espinosa y Llorente, 1993), cuyo objeto de estudio es la descripción, el análisis y la comprensión de los patrones de distribución de los seres vivos, relacionándolos con el espacio y el tiempo, además de los procesos que han influido en el establecimiento de dichos patrones (Zunino y Zullini, 2003; Morrone, 2001)

La historia de la biogeografía, de acuerdo con Nelson y Platnick (1984), se divide en tres periodos: Clásico, Wallaceano y Moderno. El periodo Clásico abarca de los años 1760 a 1860, se inicia con la publicación de la obra de Buffon, quien resumió la información de la historia natural disponible desde mediados del siglo XVIII a la mitad

del siglo XIX. El periodo Wallaceano, denominado así en honor al naturalista Alfred R. Wallace, comprende un siglo, de 1860 a 1960, se caracteriza por la aplicación del paradigma evolucionista y la consideración de los continentes como elementos esencialmente estáticos, para proponer la clasificación de la Tierra en regiones biogeográficas. El periodo Moderno de la biogeografía se inició en 1960. En éste se produjo la renovación del interés científico en la biogeografía, debido a la aceptación de una de las teorías más importantes sobre la dinámica terrestre, la tectónica de placas y la deriva continental de A. Wegener (1929), que al ser incorporadas al campo teórico de la biogeografía, simplificaron la comprensión de muchos fenómenos no explicados hasta ese momento (Almeida-Leñero *et al.*, 2001) y constituyeron la base modernizadora de ésta.

En los años cincuenta del siglo XX, en el preludio del periodo moderno de la biogeografía, L. Croizat, en un trabajo de síntesis conjugó los diferentes elementos que gravitaban en torno al problema de los patrones de distribución de las especies, y propuso que la distribución de éstas en áreas disyuntas, es la presentación relictual de poblaciones que en el pasado cubrían áreas más extensas (Navarro y Sánchez-González, 2003), que una serie de hechos de carácter geológico, climático o ecológico, explicados a partir de la propia dinámica terrestre, provocaron eventos de vicarianza en la distribución de las especies, un punto de vista contrario a la corriente dispersalista. Croizat propuso la metáfora que la vida y la Tierra han evolucionado simultáneamente, que existe una relación intrínseca entre la historia evolutiva de la Tierra y la evolución de la biota (Espinosa y Llorente, 1993; Morrone, 2001)

El descubrimiento empírico de los patrones de distribución de las aves por P. L. Sclater (1858) sirvió como fundamento para proponer la clasificación del planeta en regiones biogeográficas (Espinosa *et al.*, 2002). El problema de la distribución biogeográfica de las especies ha sido y es objeto de estudio de las diferentes corrientes de la biogeografía. El dispersalismo lo analiza desde la posición clásica narrativa, a partir de la vagilidad de cada uno de los taxones y de la propuesta de centros de origen de los mismos. La biogeografía cladística buscando las relaciones

biogeográfico-evolutivas entre las áreas, y la panbiogeografía, a partir de trazos generalizados de conjuntos de taxones (Morrone, 2004).

Históricamente se han elaborado diferentes propuestas de clasificación biogeográfica para el territorio nacional. La primera fue hecha por A. de Humboldt (1805), clasificando al país en tres regiones: templada, caliente y fría. Posteriormente se han construido otras, utilizando diferentes grupos de organismos como aves, reptiles, mamíferos y plantas vasculares. Quienes hicieron propuestas, entre otros, son: Martens y Galeotti (1842), Smith (1941), Goldman y Moore (1945), Stuart (1964) y Rzedowski (1990). Más recientemente especialistas en diversos grupos taxonómicos participaron en la construcción de lo que se ha denominado propuesta de consenso de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, ya que dicha institución fue la que auspició los trabajos a través del Taller de Regionalización Ecológica y Biogeográfica de México, donde hubo un consenso preliminar en cuanto al número de provincias biogeográficas y los límites de éstas (Espinosa *et al.*, 2000).

En las diversas propuestas de clasificación biogeográfica para el país, la provincia biótica Sierra Madre del Sur (SMS) ha sido considerada una zona de interés biológico, debido a que es una formación montañosa con un origen geológico, de la mayor complejidad en el país (Ferrusquía-Villafranca, com. pers.), que contiene diversos sustratos que han posibilitado el desarrollo de ecosistemas que le dan una diversidad ambiental marcada. Esto permite, a su vez, el establecimiento de asociaciones faunísticas diferenciales a cada área, incluyendo taxones de naturaleza endémica, como respuesta a la alta diversidad ambiental.

No obstante que la Sierra Madre del Sur es una zona geológicamente compleja, en las diversas propuestas de clasificación para el país en provincias biogeográficas, se la ha definido como una unidad natural (Álvarez y Lachica, 1974; Navarro, 1998; Espinosa *et al.*, 2000; Navarro y García-Trejo, 2004). Sin embargo, existen pocos estudios que validen científicamente esta hipótesis, lo que permitiría el

reconocimiento a mayor detalle de los patrones de distribución biogeográfica de los distintos grupos taxonómicos, y por tanto, de los procesos históricos que han sido la causa del establecimiento de dichos patrones y del origen de las áreas de ésta provincia biótica.

El principal objetivo de este estudio es generar la clasificación biogeográfica de veintiséis subcuencas hidrológicas de la provincia biótica Sierra Madre del Sur, utilizando el método de análisis de parsimonia de endemismos (PAE), a partir de la construcción de una matriz de presencia-absencia, con los registros puntuales de ocurrencia de la avifauna total y utilizando a las subcuencas hidrológicas como unidades de análisis.

ANTECEDENTES

El conocimiento de los patrones biogeográficos de distribución de las especies ofrece información acerca de la historia evolutiva de los taxones, de los procesos geológicos que ha dado origen a las áreas y de la biodiversidad misma (Álvarez y Lachica, 1974). Diversos han sido los taxones utilizados para elaborar las clasificaciones biogeográficas del territorio del país, además de otros caracteres como los geomorfológico-tectónicos y los tipos de vegetación, que también han sido empleados con ese objetivo (Rojas *et al.*, 2003).

Uno de los esquemas de clasificación más antiguos para México, se remonta a los inicios del siglo XIX con los trabajos de A. de Humboldt (1805), quien dividió el territorio mexicano en tres zonas, con base en la correlación de las formaciones vegetales y el intervalo de altitud existente en el territorio (Espinosa y Llorente, 1993; Llorente *et al.* 2001). Sin embargo, la primera clasificación del territorio nacional en provincias bióticas empleando el carácter faunístico fue la de Smith (1941), quien concibió a las provincias bióticas como entidades reales y dinámicas. Smith, empleó grupos *ideales* de taxones para elaborar su esquema de clasificación. Para el caso, eligió el género *Sceloporus* de la familia Iguanidae, debido a que este taxón agrupa

un número importante de especies, y con base en el análisis de las 85 formas, conocidas hasta entonces, clasificó al país en 23 provincias bióticas, señalando los límites entre las dos regiones biogeográficas que dividen a México: la región neártica y la región neotropical (Álvarez y Lachica, 1974). Posteriormente se hicieron más propuestas, mismas que expresaban coincidencias metodológicas con el trabajo de Smith, entre las que están la de Goldman y Moore (1945), quienes abordaron los patrones de distribución de aves y mamíferos relacionándolos con la vegetación; la de Stuart (1964) quien delimitó las provincias bióticas y relacionó la fauna de las mismas con las faunas de las provincias bióticas vecinas (Álvarez y Lachica, 1974). Otras propuestas más recientes son la de Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990), quienes elaboraron un esquema de clasificación biogeográfica con base en la distribución de la mastofauna; Casas-Andrew y Reyna-Trujillo (1990), quienes hicieron una clasificación en provincias herpetofaunísticas, y Ferrusquía-Villafranca (1990), quien hizo una clasificación con base en los elementos morfotectónicos, publicadas éstas dos últimas propuestas en el *Atlas Nacional de México*, del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Existen además, otras propuestas clasificatorias del país con base en diferentes estudios fitogeográficos, como la de Ramírez (1899), Miranda (1947), y Rzedowski (1990); éste último, partiendo de las afinidades geográficas de las floras y de la distribución de los grupos endémicos de plantas, clasificó al país en 17 provincias florísticas (Espinosa *et al.*, 2000).

De los grupos anteriormente mencionados, como base para la construcción de esquemas de clasificación biogeográfica en provincias bióticas para el país, uno de los más utilizados ha sido el grupo de las aves, debido a que es un grupo taxonómicamente bien conocido (Navarro y Benítez, 1995), mismo que ha sido empleado también como base para la construcción de diversas propuestas sobre la distribución geográfica y ecológica de áreas geográficas de interés del territorio nacional, por lo que existen algunos estados del país que cuentan con un inventario avifaunístico, con datos precisos sobre su distribución y las relaciones de este grupo

con los tipos de vegetación existentes. Entre éstos están los trabajos de Van Rossem (1945) para Sonora, Schaldach (1963) para Colima, Binford (1989) para Oaxaca, Navarro *et al.*, (1993) para Querétaro, y Navarro (1998) para Guerrero (Rojas *et al.*, 2003).

La metodología empleada en la construcción de propuestas de clasificación para el país en provincias bióticas, hasta mediados del siglo pasado estuvo fundamentada en la búsqueda de relaciones entre especies individuales y localidades, con las evidentes limitaciones que esto significaba (Rojas *et al.*, 2003). Es casi al inicio del periodo moderno de la biogeografía, a mediados del siglo pasado, cuando se empezó a utilizar métodos modernos para la dilucidación de los patrones de distribución biogeográfica de grupos de taxones, interpretando a dichos patrones de distribución como resultado de los procesos histórico-evolutivos de las áreas, de la evolución de taxones y de la historia misma de los propios procesos que han influido en la existencia de las áreas y de la biodiversidad (Rojas *et al.*, 2003).

Uno de los métodos modernos utilizados en biogeografía es el análisis de parsimonia de endemismos (Rosen, 1988; Morrone, 2004) también denominado análisis parsimonioso de endemidad (Vargas, 1991), análisis de parsimonia de distribuciones (Trejo-Torres y Ackerman, 2001) y análisis de parsimonia de conjuntos de especies (Trejo-Torres y Ackerman, 2002). El análisis de parsimonia de endemismos, (PAE) por sus siglas en inglés, es utilizado para agrupar áreas con base en las relaciones biogeográfico-evolutivas y la congruencia de la distribución de endémicos de las áreas geográficas (Espinosa, com. pers.) Con este método se construyen cladogramas a partir de matrices de presencia-ausencia de taxones específicos o supraespecíficos. El PAE clasifica las áreas usando un algoritmo de parsimonia para obtener un cladograma de las mismas. (Rosen, 1988; Cracraft, 1991; Espinosa *et al.*, 2000; Luna y Alcántara, 2001; Trejo-Torres, 2001; Aguilar-Aguilar y Contreras, 2001; Morrone y Escalante, 2002; Rojas-Soto *et al.*, 2003; Morrone, 2004).

El PAE parte de una analogía con la sistemática filogenética, la cual asume que la correspondencia entre las relaciones taxonómicas y las relaciones de las áreas es biogeográficamente informativa (Luna y Alcántara, 2001).

El análisis de parsimonia de endemismos se aplica sustituyendo a las áreas por los taxones, y considerando a las especies como si fueran caracteres de las primeras. La clasificación opera con las especies que comparten las áreas en estudio, agrupando a éstas últimas de acuerdo con la solución más parsimoniosa, de esta forma se optimiza la concordancia entre los patrones de distribución de muchos taxones. En la aplicación de este método, los programas de cómputo constituyen un recurso sumamente útil que permite el manejo de bases de datos para hacer el análisis. El uso de estas herramientas posibilita una mejor aproximación al objeto de estudio, con lo que se logra arribar a explicaciones de mayor robustez y coherencia (Morrone y Crisci, 1995).

El análisis de parsimonia de endemismos es un método de la biogeografía histórica (Rosen, 1988; Crisci, 2001), sin embargo, para otros no es un método biogeográfico histórico (Humphries, 2000), como lo señala Morrone (2004), en su obra *Homología Biogeográfica*.

Utilizando el método de análisis de parsimonia de endemismos con el objetivo de encontrar coherencia de áreas, es decir, homología biogeográfica entre éstas, se han hecho propuestas interesantes *v.gr.* Espinosa *et al.* (2000), quienes hicieron una clasificación consensuada sobre las provincias bióticas de México, a partir de una matriz de datos de ochocientos taxones, incluyendo plantas vasculares, insectos y aves, aportando una hipótesis sobre la evolución del territorio nacional, mismo que es dividido en 19 regiones biogeográficas. Luna y Alcántara (2001), hicieron la propuesta de un modelo preliminar de vicarianza para 24 islas de bosques mesófilos de montañas del país, concluyendo que existen cinco clados que explican las posibles relaciones evolutivas de las áreas y de la vegetación señalada. Rojas-Soto *et al.*, (2003), en un estudio sobre los patrones de distribución de la avifauna terrestre

residente de la península de Baja California, aplicando el análisis de parsimonia de endemismos generaron una propuesta de regionalización biogeográfica encontrando que la península se divide en diez regiones de acuerdo a la distribución potencial de la avifauna. Morrone y Escalante (2002) elaboraron un estudio de la distribución de los mamíferos del país utilizando diferentes tamaños de unidades de análisis, y ofrecieron como conclusión una hipótesis sobre el modelo de distribución biogeográfica de este taxón. García-Trejo y Navarro (2004), en un estudio de los patrones de distribución de la avifauna de la vertiente del Océano Pacífico, encontraron que existen tres grandes grupos avifaunísticos relacionados con las áreas comprendidas en dicha vertiente, hipótesis obtenida aplicando el análisis de parsimonia de endemismos.

Todos estos trabajos han contribuido para tener un conocimiento cada vez más completo y consistente sobre el reconocimiento de los patrones de distribución de los diferentes taxones que han sido estudiados, sobre la evolución del territorio nacional y el origen de la biodiversidad del país, y se ha demostrado que el método análisis de parsimonia de endemismos es útil para hacer clasificaciones biogeográficas de áreas e inferir relaciones históricas entre éstas (García-Trejo y Navarro, 2004).

En las diferentes propuestas de clasificación del territorio mexicano en provincias bióticas, la Sierra Madre del Sur ha sido considerada una unidad biogeográfica natural (Espinosa *et al.*, 2000), no obstante, hacen falta estudios que permitirían validar científicamente esa propuesta y comprender a detalle los patrones de distribución biogeográficos de la biota de esta zona enclavada en el suroeste de la República Mexicana.

OBJETIVOS

GENERAL

Analizar los patrones de distribución biogeográfica de la avifauna de la provincia biótica Sierra Madre del Sur, a partir de los registros puntuales de ocurrencia de especies de aves, utilizando el método análisis de parsimonia de endemismos (PAE) y modelar los patrones de distribución biogeográfica encontrados.

PARTICULARES

- a) Elaborar una lista de las especies de aves de la región con en base en los registros de ocurrencia en localidades georreferidas dentro de la Sierra Madre del Sur.
- b) Obtener los listados de distribución de las especies por subcuenca
- c) Conocer la estacionalidad de las especies bajo las categorías de residentes, migratorias y transitorias.
- d) Conocer los patrones de riqueza de especies y endemismo de las especies con registro de ocurrencia en 26 subcuencas de la provincia biótica Sierra Madre del Sur.
- e) Aplicar el análisis de parsimonia de endemismos para obtener el cladograma que exprese los patrones generales de relación de la avifauna con base en los criterios biogeográficos y de coherencia geológica, entre las subcuencas.

ÁREA DE ESTUDIO

La Sierra Madre del Sur se ubica entre los paralelos 15° 55' y 18° 59' de latitud norte y los meridianos 95° 50' y 103° 15' de longitud oeste, es una formación montañosa que cruza parte de la región oeste del país en dirección noroeste–sureste, comprende una superficie de aproximada 130 000 Km cuadrados, lo que equivale al 6.5% del territorio nacional, con una longitud de 1100 km y con una anchura promedio de 130 Km (Navarro,1998). La provincia biótica SMS constituye una cordillera que se fragmenta por la depresión del río Balsas en los límites políticos entre los estados de Guerrero y Michoacán. Limita al sur con los lomeríos costeros del océano Pacífico, al norte colinda con el Eje Neovolcánico y la depresión del río Balsas, al este con la provincia oaxaqueña y al oeste con las tierras altas de Colima y Jalisco. La provincia biótica Sierra Madre del Sur comprende la Sierra del Sur en Guerrero y el altiplano oaxaqueño conocido como Mesa del Sur. Constituye el extremo sur de la región neártica (Álvarez y Lachica, 1974).

El área de estudio fue delimitada utilizando el mapa de subcuencas hidrológicas y el mapa de consenso para las provincias biogeográficas, ambos para la provincia biótica Sierra Madre del Sur, obtenidos de la página web (<http://www.conabio.gob.mx>) de la CONABIO (1997), en los que se incluye al territorio montañoso con una altitud por arriba de los 750 metros sobre el nivel del mar, lo que es suficiente para los objetivos planteados, ya que en este mapa digital quedan representadas las subcuencas de provincia biótica Sierra Madre del Sur elegidas para hacer el estudio. Las subcuencas hidrológicas seleccionadas (que en adelante denominaré áreas o subcuencas) para la aplicación del análisis de parsimonia de endemismos fueron 26 (Fig.1), con una superficie aproximada de 6.07 millones de hectáreas

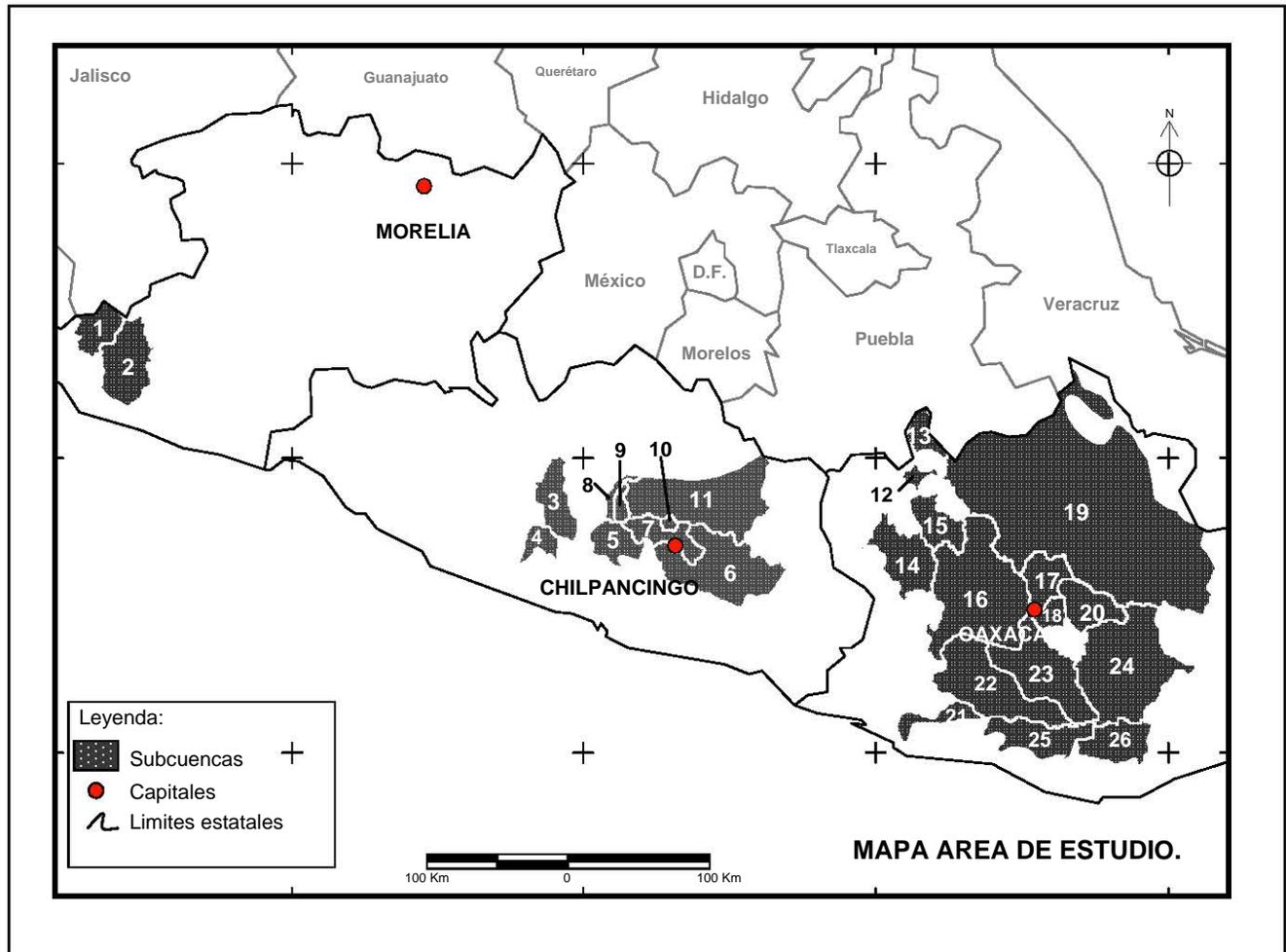


Fig. 1. Mapa mostrando las subcuencas hidrológicas de la provincia biótica Sierra Madre del Sur analizadas (CONABIO, 1997). 1. Ahujillo-Barreras, Michoacán; 2. Coacomán, Michoacán; 3. Otlalán, Guerrero; 4. Atoyac, Guerrero; 5. Papagayo, Guerrero; 6. Omítlán-Azul, Guerrero; 7. Chilpancingo, Guerrero; 8. Medio Huacapa, Guerrero; 9. Cañón del Zopilote, Guerrero; 10. Tixtla, Guerrero; 11. Mezcala Grande, Guerrero; 12. Huajuapán de León, Oaxaca; 13. Acatilán, Oaxaca; 14. Mixtepec, Oaxaca; 15. Río del Oro, Oaxaca; 16. Sordo-Peñoles, Oaxaca; 17. Oaxaca, Oaxaca; 18. Coyotepec, Oaxaca; 19. Papaloapan, Oaxaca; 20. Tlacolula de Matamoros, Oaxaca; 21. Bajo Verde, Oaxaca; 22. Medio Verde, Oaxaca; 23. Alto Verde, Oaxaca; 24. San Antonio de la Virgen, Oaxaca; 25. San Francisco, Oaxaca; 26. Copalita, Oaxaca.

GEOLOGÍA

La provincia biótica Sierra Madre del Sur, forma parte de la provincia morfotectónica del mismo nombre. Parte de las tierras altas de la provincia morfotectónica por arriba de los 1200 m de altitud, se sitúan en los estados de Oaxaca y Guerrero (Ferrusquía-Villafranca, 1993). Es en esencia un territorio montañoso muy complejo cuyos rasgos morfotectónicos dominantes son las sierras y las depresiones, geológicamente formadas por diversos tipos de rocas. La provincia biótica Sierra Madre del Sur, es una de las de mayor complejidad geológica en el país, se caracteriza por contener un amplio grupo de paquetes de rocas de diversa naturaleza, desde raíz de arco volcánico, fondo oceánico, plataforma y cuencas marinas, hasta arcos volcánicos continentales, junto con grandes emplazamientos de cuerpos intrusivos de carácter ácido principalmente (Urbán, com. pers.)

Los eventos tectónicos que se han sucedido explican en gran parte la complejidad de estas estructuras, se tienen arcos que han sido desplazados y amalgamados al continente desde el mesozoico y que actualmente han sido cubiertos o erosionados hasta sus raíces (Ferrusquía-Villafranca, 1993). En algunas áreas se presentan materiales geológicos de naturaleza sedimentaria y volcánica, así como elementos de carácter ígneo. Los materiales más antiguos corresponden a rocas sedimentarias y volcánicas del Cretácico Inferior (Mesozoico), formados por caliza de gruesa a masiva: dolomitas con lentes, nódulos de pedernal, y anhidrita (formación Morelos); marga y caliza arcillosa con pedernal, capas rojas de pedernales, limonita, areniscas (grauvaca lítica), conglomerado y caliza (Formación Zicapa). El Cretácico Superior esta formado por depósitos de tipo *flysch*: lutita, limolita, arenisca o subgración y conglomerado (Formación Mezcala); caliza de estratificación delgada y calcarenita con nódulos, lentes y bandas de pedernal (Formación Cuautla); brecha, brecha volcánica, toba y derrames de lava de composición bimodal (Formación Zihuatanejo). El material más reciente se constituye de rocas ígneas intrusivas del Terciario, conformado por granito, diorita, granodiorita y monzonita en forma de batolito. Los afloramientos tienen edades que hipotéticamente se remontan al precámbrico y paleozoico, la mayoría son

afloramientos metamórficos o plutónicos, los primeros se localizan en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca. En el estado de Michoacán en forma de esquistos, gneis y roca verde. En el estado de Guerrero formado por esquistos biotíticos, gneis y roca verde que constituyen en parte el complejo denominado Xolapa, en general el grado de metamorfismo es elevado. (Ferrusquía-Villafranca, 1993).

CLIMA

La complejidad topográfica y geomorfológica de la provincia biótica de la Sierra Madre del Sur se expresa en diferencias de altitud en el relieve que van desde los 750 m hasta los 3500 msnm, desde los pies de montaña hasta los picos más elevados. La cara externa que vierte sus aguas directamente hacia el Océano Pacífico y hacia el Golfo de México. La cara interna drena hacia la depresión del Balsas, permitiendo que haya diferencias climáticas y ecológicas marcadas en la provincia biótica. La vertiente externa recibe la influencia directa de los vientos oceánicos cargados de humedad que al chocar con las elevaciones montañosas propician la formación de nubosidad de naturaleza orográfica. Además, las corrientes de aire marítimo propician la formación de niebla y neblina que contribuyen de manera importante para mantener las condiciones de humedad, permitiendo la disponibilidad de ésta para alimentar a las asociaciones vegetales que se desarrollan allí. La vertiente interna es menos beneficiada por la influencia de las masas de aire marítimo húmedo. Estas condiciones de exposición permiten que se establezcan diferencias ambientales a ambos lados del parte aguas de la provincia biótica, lo que repercute en el establecimiento de asociaciones biológicas distintas, puesto que la disponibilidad de recursos es una condición ecológica determinante.

En la provincia se pueden distinguir básicamente tres tipos de climas, con sus respectivas variaciones (García, 1981).

a) Aw Tropical lluvioso con lluvias en verano e invierno seco. Clima que corresponde a las porciones bajas de la cordillera montañosa y pies de montaña, donde la precipitación media anual es por arriba de los 800 mm.

b) Cw Clima templado lluvioso con lluvias en verano. Este tipo de clima prevalece en las partes altas de la cadena montañosa, por arriba de los 1800 metros sobre el nivel mar, hasta las partes más altas de la Sierra, con un régimen pluvial por arriba de los 1000 mm.

c) Bs Clima seco estepario con lluvias en verano. Este tipo de clima corresponde a las áreas de la provincia biótica SMS más alejadas de la influencia de las masas de aire húmedo oceánico, en sotavento. La precipitación promedio anual en éste tipo de clima es menor a los 800 mm. La vegetación que se establece en estas áreas está sometida por largas temporadas al estrés hídrico, en estas zonas la evaporación es alta. Generalmente en las áreas con este tipo de clima se desarrolla un tipo de vegetación cuya composición está constituida por especies de hojas caducas, especies que componen al bosque tropical caducifolio o bien al tipo de vegetación matorral espinoso (Rzedowski, 1978).

HIDROLOGÍA

La provincia biótica Sierra Madre del Sur es un área bien irrigada. La red hidrológica está constituida por 84 ríos de aguas permanentes y temporales, sin incluir una gran cantidad de arroyos, definidos éstos como cuerpos de agua que solo adquieren caudal durante la época de lluvias. Dentro de los ríos con gasto permanente podemos mencionar los siguientes: río Coalcomán, Jovero, Técpan, Atoyac, Papagayo, Mezcala, Omitlán-Azul, Marquelia, Copala, Ometepec, El Cortijo y río Verde, entre otros (CONABIO, 1997)

VEGETACIÓN

La cobertura vegetal de la provincia biótica Sierra Madre del Sur está constituida por diferentes tipos de vegetación (Fig. 2), que en un perfil de su disposición en el intervalo de altitud de 750 m a 3500 m que presenta la provincia en estudio, queda representada aproximadamente de la siguiente manera: bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque de *Quercus*, bosque de *Quercus-Pinus*, bosque de *Pinus*, bosque mesófilo de montaña, bosque de *Abies*, vegetación secundaria y áreas agrícolas a distintos niveles (Challenger, 1998).

Bosque Tropical Caducifolio

Este tipo de bosque es frecuente encontrarlo por debajo los 1500 m. La característica más evidente de ésta formación vegetal es que pierde sus hojas durante cinco a ocho meses. Su estructura es generalmente de un solo estrato, aunque puede haber dos. Las trepadoras y epífitas son escasas, solo se les encuentra en áreas con una exposición favorable. Esta vegetación se encuentra en las áreas cercanas a línea de costa de los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca, que comprenden parte del territorio de la provincia biótica de la Sierra madre del Sur. Para el estado de Michoacán las especies dominantes son: *Bombax palmeri*, *Tabebuia palmeri*, *Lonchocarpus lanceolatus*, *Sapranthus foetidus*, *Amphipterygium glaucum* y *Plumeria rubra* (Rzedowski, 1978)

Para el estado de Guerrero las especies dominantes pertenecen al género *Bursera*: *B. morelensis*, *B. longipes*, *B. fagaroides* y *B. copallifera* entre otras. Así como las cactáceas columnares *Neobuxbamia*, *Pachycereus* y *Cephalocereus*. Para Oaxaca las especies dominantes son: *Bursera morelensis*, *Lysiloma divaricata*, *Ceiba parvifolia*, *Plumeria rubra* y *Cercidium praecox*, además de algunas cactáceas columnares (Rzedowski, 1978).

Bosque Tropical Subcaducifolio

Este tipo de vegetación es la expresión intermedia en su fisonomía y sus requerimientos climáticos entre el bosque tropical caducifolio y el bosque tropical perennifolio. En esta comunidad cuando menos la mitad de sus taxones son de hoja caduca y la otra mitad tiene la característica de ser perennifolio, aunque pueden existir aquellas especies que pierden la hoja solo por algunas pocas semanas, estos elementos siempre verdes le dan a la comunidad la característica de mantener cierto verdor durante todo el año. Se encuentra en forma de manchones, en la vertiente externa, en áreas cercanas a las costas de Guerrero y Oaxaca, desde el límite inferior de la provincia biótica señalada hasta los 1300 m (Rzedowski, 1978). Se desarrolla en condiciones de temperaturas cálidas y de una alta humedad. En suelos con poca pendiente y a lo largo de corrientes permanentes o lagunas costeras. Las especies dominantes son: *Enterolobium cyclocarpum*, *Cedrela mexicana*, *Dalbergia granadillo* e *Hymenaea courbaril*, *Crescentia alata*, *Erythrina* sp. y *Cecropia obtusifolia*, ésta última en las áreas aclareadas por actividad antrópica. Es importante señalar que las especies arbóreas, en prácticamente toda el área donde existe este tipo de vegetación, son utilizadas como árboles de sombra para el cultivo de café.

Bosque de *Quercus*

Los encinares son comunidades de vegetación característica de las zonas montañosas del país, son parte de la vegetación propia de las áreas de clima templado. Los encinares comparten con los pinares afinidades de carácter ecológico en general, por lo que existen frecuentemente bosques mixtos de *Quercus* y *Pinus*, los encinares pueden relacionarse con otros tipos de bosque, como lo son: el de *Abies*, y el bosque mesófilo de montaña. Se relaciona también con los pastizales, entre otros. Son un elemento dominante de la vegetación montañosa de la Sierra Madre del Sur. Los bosques de *Quercus* se ubican generalmente entre los 1000 y los 2600 m. Este tipo de bosque se encuentra en ambas vertientes de la provincia biótica

Sierra Madre del Sur, constituye el límite superior del bosque tropical caducifolio y se mezcla en límite inferior del bosque de *Pinus*.

Bosque de Coníferas

El bosque de coníferas se refiere a las asociaciones vegetales de taxones que producen conos y se divide en tres tipos de bosque: Bosque de *Pinus*, Bosque de *Abies* y Bosque de *Juniperus*

Bosque de *Pinus*

Es un tipo de vegetación compuesto por diferentes especies de *Pinus*, una de sus características distintivas es que se mantiene siempre verde, se le encuentra en ambas vertientes. Se ubica entre los 750 m y los 2700 m o más, se mezcla con el bosque mesófilo de montaña, y en el límite altitudinal superior se relaciona con el bosque de *Abies*. Las especies frecuentes son: *Pinus pseudostrobus*, *P. michoacana*, *P. leiophylla*, *P. ayacahuite*, *P. teocote*, *P. herrerae*, *P. pringlei* y *P. lawsonii*. El clima que prevalece en este tipo de asociación es el templado subhúmedo con lluvias en verano o abundantes lluvias en verano (Rzedowski, 1978).

Bosque de *Abies*

Es un bosque compuesto básicamente por el género *Abies*, árboles vigorosos que alcanzan una altura de más de 25 m generalmente asociados a algunas especies de *Quercus* y *Pinus*. Se localiza por arriba de los 2600 m sobre el nivel del mar y corresponde generalmente a la vegetación de las porciones más elevadas de la montañas en la Sierra Madre del Sur: en el Cerro Teotepec, Tlacatepec, las elevaciones de Filo de Caballos y también a las pertenecientes a las Serranías de Oaxaca; Sierra de Miahuatlán, Sierra de Tlaxiaco, etc. El clima típico de esta asociación vegetal es templado húmedo con lluvias en verano (Rzedowski, 1978).

Bosque de *Juniperus*

Este tipo de vegetación se desarrolla en localidades a una altitud de 1800 a 2000 m, fuera de la influencia de las corrientes de aire marítimo cargado de humedad. En suelos someros y rocosos, la altura de los árboles es baja, no más allá de los 15 m. Las especies importantes de este tipo de bosque son; *Juniperus communis*, *J. flaccida* y *Cupressus lusitanica*, acompañados de *Psidium guajava*. Está poco representado en la provincia biótica Sierra Madre del Sur. Se encuentra en pequeños parches en las elevaciones de las montañas del estado de Guerrero y Michoacán (Diego-Pérez *et al.* 1994).

Bosque Mixto de *Quercus-Pinus*, *Pinus-Quercus*

Este tipo de vegetación es producto de la combinación de las distintas especies de *Quercus*, junto con especies de coníferas principalmente del género *Pinus*. Se lo nombra en función de la mayor cantidad de elementos de un grupo u otro. Es un tipo de bosque presente en la Sierra Madre del Sur, se le puede encontrar a partir del límite del área de estudio 750 m sobre el nivel del mar hasta altitudes de 2000 metros, y en sitios protegidos limita con áreas de bosque mesófilo de montaña o bien adquiere la fisonomía de un bosque de pino, en condiciones de mayor humedad, mostrando solo algunos elementos dispersos pertenecientes al encinar.

Bosque Mesófilo de Montaña

Este tipo de vegetación está dispuesto en forma de un archipiélago, generalmente se le encuentra en las barrancas cuya exposición permite condiciones especiales de humedad. La estructura está constituida por diversos estratos y la composición es muy variable. De acuerdo con Luna *et al.* (2001), cada isla de bosque mesófilo tiene una composición florística particular y está integrado por taxones de distinta afinidad: neártica, neotropical y elementos autóctonos. Contiene una gran cantidad de epífitas.

En la vertiente interna de la Sierra Madre del Sur se dispone entre los 2000 y los 2700 m y en la vertiente externa se ubica entre los 1200 a los 2600 m.

Para la vertiente interna los taxones dominantes son: *Chiranthodendron pentadactylon*, *Quercus sp.*, *Dendropanax arboreus*, *Alnus arguta*, distintas especies de *Pinus*, y *Clethra mexicana*, entre otras. Para la vertiente externa las especies dominantes son: *Ulmus mexicana*, *Carpinus caroliniana*, *Dendropanax arboreus*, *Quercus sp.*, además de que contiene elementos relictuales como son los helechos arbóreos (Rzedowski, 1978; Diego-Pérez *et al.*, 2001).

Vegetación secundaria

Este tipo de vegetación crece donde hay aclareo de la vegetación primaria, donde se produce impacto antrópico, sobre todo en áreas destinadas a las actividades agrícolas o ganaderas y forestales. Se distribuye prácticamente en todos los tipos de vegetación antes mencionados.

MÉTODOS

Delimitación del área de estudio y obtención de los registros puntuales de ocurrencia de especies

El área de estudio se delimitó a partir del mapa de subcuencas hidrológicas para la provincia biótica Sierra Madre del Sur y del mapa de consenso para las regiones biogeográficas de México, ambos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1997). El mapa digital fue generado a partir de una consulta de las subcuencas contenidas dentro del polígono de la provincia biótica Sierra Madre del Sur, polígono definido por la inclusión de las áreas con valor de altitud de 750 m sobre el nivel medio del mar y superiores a la altitud mencionada, de manera que en el mapa digital quedaron representadas las subcuencas de la provincia biótica Sierra Madre del Sur elegidas para este estudio.

Los registros primarios de ocurrencia de las especies de aves fueron obtenidos de la base de datos del “Atlas de las Aves de México” del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (Navarro *et al.*, 2003) y de la base de datos para la avifauna del estado de Guerrero, que contiene información sobre los registros de ocurrencia hechos por el personal del Instituto de Investigación Científica Área de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Guerrero.

Se seleccionaron las localidades, ubicadas dentro de las subcuencas pertenecientes a la provincia biótica Sierra Madre del Sur, con registros de ocurrencia de especies, mismas que fueron georreferenciadas en un mapa a escala 1: 250 000 (INEGI, 1988) o directamente en campo con el apoyo de un geoposicionador satelital (GPS).

El total de subcuencas con registros puntuales de ocurrencia fueron 47 , de éstas solo 26 se eligieron para hacer el análisis, el resto se obvió debido a que contienen

pocos datos, mismos que no son suficientes para la aplicación del análisis de parsimonia de endemismos (Crisci *et al.*, 2000). La base de datos se transformó al formato DBase III y se montó en un proyecto de Sistema de Información Geográfica (ESRI, 1999) para la elaboración de la cartografía. Para cada subcuenca hidrológica se obtuvo el número de registros de ocurrencia previos y la riqueza de especies, estos últimos datos se cruzaron con el mapa de las subcuencas hidrológicas para obtener la riqueza de especies para cada unidad de análisis

Para producir el mapa de puntos se aplicaron los siguientes pasos: la base de datos conteniendo los registros puntuales de ocurrencia en Excel seleccionada se guardó en formato DBase III, previamente etiquetada, posteriormente se montó en un proyecto (ESRI, 1999) desplegando el mapa de las subcuencas, se selecciona una nueva vista, añadir datos, paso seguido se pulsa el ícono adicionar tablas, volver a View y pulsar *Add event theme*, se especifican en ventanilla la longitud y latitud en los ejes x, y, obteniéndose así el mapa de puntos. Para obtener la riqueza de especies por subcuenca y número de registros previos de cada taxón por subcuenca se hicieron dos consultas; una consulta de especies únicas por subcuenca y otra del número de registros por especie para cada por subcuenca.

La taxonomía utilizada a nivel de especie se basó en la propuesta de Navarro y Peterson (2004), que es una alternativa al concepto biológico de especie, denominando a las unidades bajo un concepto filogenético-evolutivo. Para el ordenamiento supraespecífico se tomó como base la propuesta de la *American Ornithologist's Union* (AOU, 1998).

La estacionalidad de cada especie para la SMS se determinó de acuerdo con la fecha de presencia registrada en las diferentes localidades según los datos puntuales, así como de la propuesta de Howell y Webb (1995). Para la clasificación de las especies en relación con la estacionalidad, se utilizaron las siguientes categorías **residentes**: aquellas especies que se encuentran presentes durante todo el año en la SMS; **migratorias**: las especies que se encuentran en la SMS sólo

durante cierta época del año, ya sea como residentes de invierno o de verano; **transitorias**: aquellas especies que cruzan la Sierra Madre del Sur por un tiempo breve cuando se dirigen hacia su residencia invernal o de reproducción (Howell & Webb, 1995).

Análisis de parsimonia de endemismos (PAE)

El análisis de parsimonia de endemismos se hizo con la opción de búsqueda heurística con NONA (Goloboff, 1994) y Winclada (Nixon, 1999). Este método se aplicó a las dos matrices: una con la avifauna total y otra con la avifauna residente. Se utilizaron las subcuencas hidrológicas como unidades de análisis, unidades que en este caso constituyen la categoría de taxones y las especies de aves se consideran caracteres de las subcuencas. En la construcción de las matrices de presencia-ausencia, se codificó con el número uno (1) la presencia y con el número cero (0) la ausencia. Así mismo, a cada matriz se añadió un grupo externo codificado con ceros para polarizar los caracteres y arraigar los cladogramas de acuerdo con Crisci *et al.* (2000) y Morrone (2001).

Para la obtención de los cladogramas de áreas (subcuencas hidrológicas), en un primer paso se hizo una búsqueda heurística, como ya se mencionó anteriormente, de donde se obtuvieron los árboles más parsimoniosos, a partir éstos se obtuvo el árbol de consenso estricto para cada una de las matrices.

El cladograma obtenido a partir de la matriz de datos para la avifauna total con 437 especies por 26 subcuencas hidrológicas, se utilizó para hacer el análisis y discusión de las relaciones históricas entre los grupos de áreas, de donde se dedujeron los patrones biogeográficos de la distribución de la avifauna de la provincia biótica de la Sierra Madre del Sur, además de la coherencia faunística entre las subcuencas.

Obtención de gráficos y mapas de riqueza de especies

Con el auxilio del paquete ESRI (1999), se obtuvieron los mapas de riqueza de especies por localidad única y número de registros de ocurrencia por localidad única. Las gráficas de estacionalidad y riqueza de especies por subcuenca y riqueza por estado y total para la Sierra Madre del Sur, se elaboraron con el paquete Excel (2003).

RESULTADOS

El total de registros puntuales de ocurrencia de aves georreferidos para las 26 subcuencas de la provincia biótica Sierra Madre del Sur es de 5206, que corresponden a 437 especies, mismas que se agrupan en 15 órdenes, 50 familias y 224 géneros (Anexo 1). El total de registros puntuales, se hicieron durante el trabajo de recolecta en 1205 localidades únicas ubicadas dentro de la provincia biótica mencionada.

Las especies registradas se agruparon en las categorías de estacionalidad anteriormente definidas, 360 especies son residentes permanentes de la SMS, lo que significa el 82.4 % del total de la avifauna para la provincia, 75 especies son migratorias, incluyendo en esta categoría a las especies que presentan poblaciones tanto migratorias como transitorias y las especies visitantes de verano, lo que representa el 17.2%. Sólo dos especies constituyen poblaciones transitorias, lo que significa aproximadamente el 0.5% de la avifauna para la provincia biótica Sierra Madre del Sur.

Distribución de especies por estado y por subcuencas

El esfuerzo de recolecta para el grupo de las aves de la provincia biótica Sierra Madre del Sur, no es homogéneo ni en cobertura geográfica ni en tiempo, ya que en algunas de las subcuencas analizadas, el número de registros de ocurrencia previo es pequeño, mientras que en otras áreas se ha hecho un importante esfuerzo de reconocimiento y muestreo, tanto espacial como temporal.

Las especies que alberga cada una de las subcuencas hidrológicas analizadas (Cuadro 1), anotándose de menor a mayor número, quedan en el orden siguiente: Tixtla, Medio Huacapa, Mezcala Grande, Cañón del Zopilote, Omitlán-Azul y Chilpancingo, en el estado de Guerrero; Medio Verde, Bajo Verde, Alto Verde, Río del Oro, San Francisco, Copalita, Papaloapan y Tlacolula de Matamoros, para el estado de Oaxaca; y, Ahuijillo-Barreras y Coalcomán para el estado de Michoacán.

Cuadro 1. Número de especies registradas para cada una de las 26 subcuencas hidrológicas analizadas con el PAE.

Subcuencas	Especies	
Acatitlán, Oax.	23	Otatlán, Gro. 79
Huajuapán de León, Oax.	24	Atoyac, Gro. 82
Ahujillo-Barreras, Mich.	25	Río del Oro, Oax. 82
Papagayo, Gro.	39	Tixtla, Gro. 95
Coyotepec, Oax.	40	Medio Huacapa, Gro. 97
Oaxaca, Oax.	40	San Francisco, Oax. 103
Sordo-Peñoles, Oax.	61	Mezcala Grande, Gro. 110
Mixtepec, Oax.	65	Copalita, Oax. 121
San Antonio de la Virgen, Oax.	67	Cañón del Zopilote, Gro. 126
Coalcomán, Mich.	69	Omitlán-Azul, Gro. 150
Medio Verde, Oax.	73	Papaloapan, Oax. 175
Alto Verde, Oax.	76	Tlacolula de Matamoros, Oax. 182
Bajo Verde, Oax.	76	Chilpancingo, Gro. 291

Como se observa en el mapa (Fig. 3), las subcuencas mejor muestradas coinciden con las principales vías de acceso y las principales ciudades asentadas en la provincia biótica Sierra Madre del Sur.

El mayor esfuerzo de inventario y reconocimiento avifaunístico se ha concentrado en zonas aledañas a las principales ciudades en las de los estados de Oaxaca (Binford, 1989) y Guerrero. Actualmente Oaxaca constituye el estado del que mejor se conoce su avifauna. Así mismo, para el estado de Guerrero se cuenta con un listado avifaunístico muy completo Guerrero producto de ese esfuerzo (Rojas *et al.*, 2003) y para Michoacán el esfuerzo de inventariado ha sido menor.

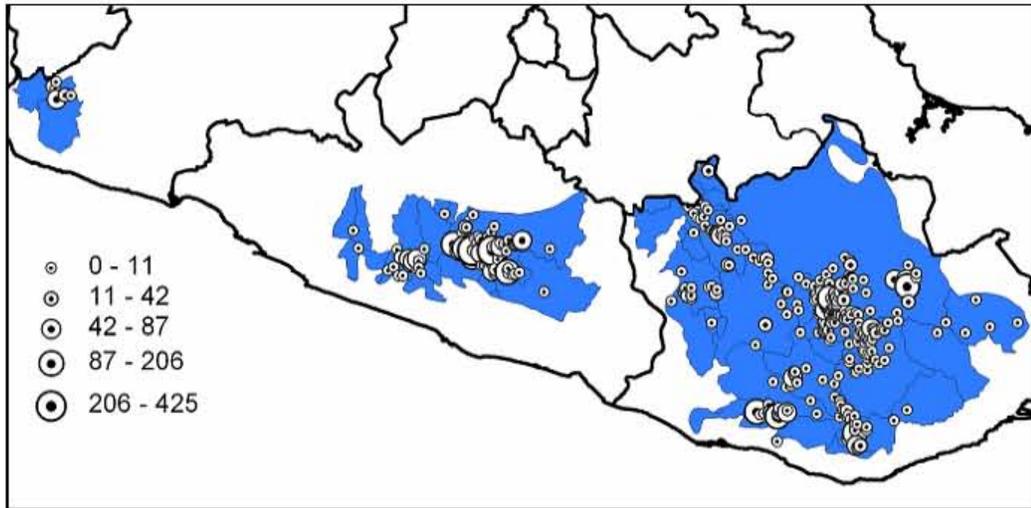


Fig. 3. Número de registros por localidad única en la provincia biótica de la SMS. Fuente de datos “Atlas de las Aves de México” Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM (Navarro *et al.*, 2003).

La riqueza de especies registrada para el conjunto de subcuencas por estado y para la provincia biótica Sierra Madre del Sur es la siguiente (fig. 4):

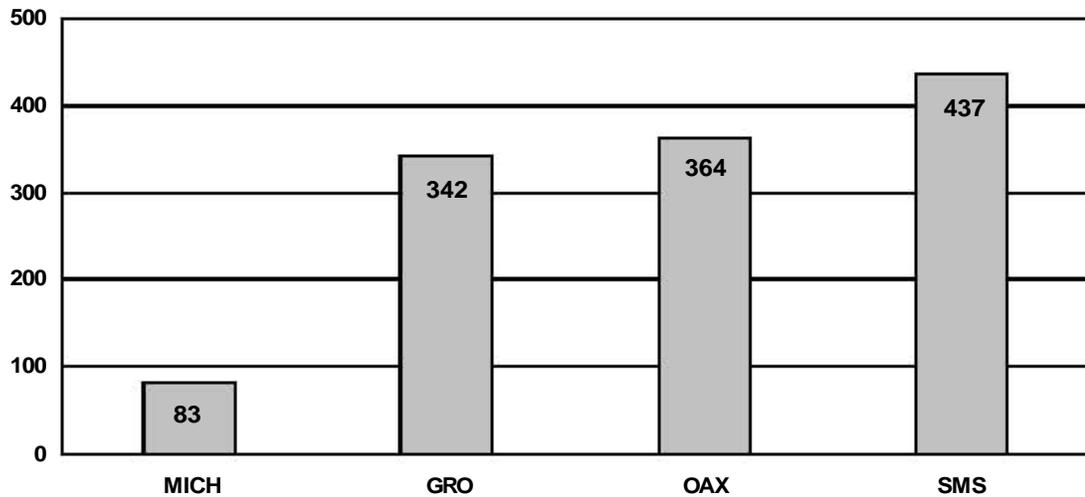


Fig. 4. Riqueza de especies de aves para las subcuencas por estado y para la provincia biótica SMS en su conjunto.

A partir de la riqueza de especies para cada subcuenca, se observa que la biodiversidad avifaunística muestra una tendencia a incrementarse de NW a SE.

En la gráfica (fig. 5) se aprecia que la riqueza de especies de las subcuencas ordenadas por estado está compuesta por un alto porcentaje de taxones residentes, seguido de los taxones migratorios, excepto para la subcuenca de Ahujillo-Barreras, Mich., donde el número de registros es sólo de taxones residentes. La curva de acumulación de especies se vuelve asintótica solo en las localidades representadas en la parte superior para cada estado, lo que indica que hace falta mayor recolecta en las subcuencas con pocos registros, en las primeras líneas para cada estado.

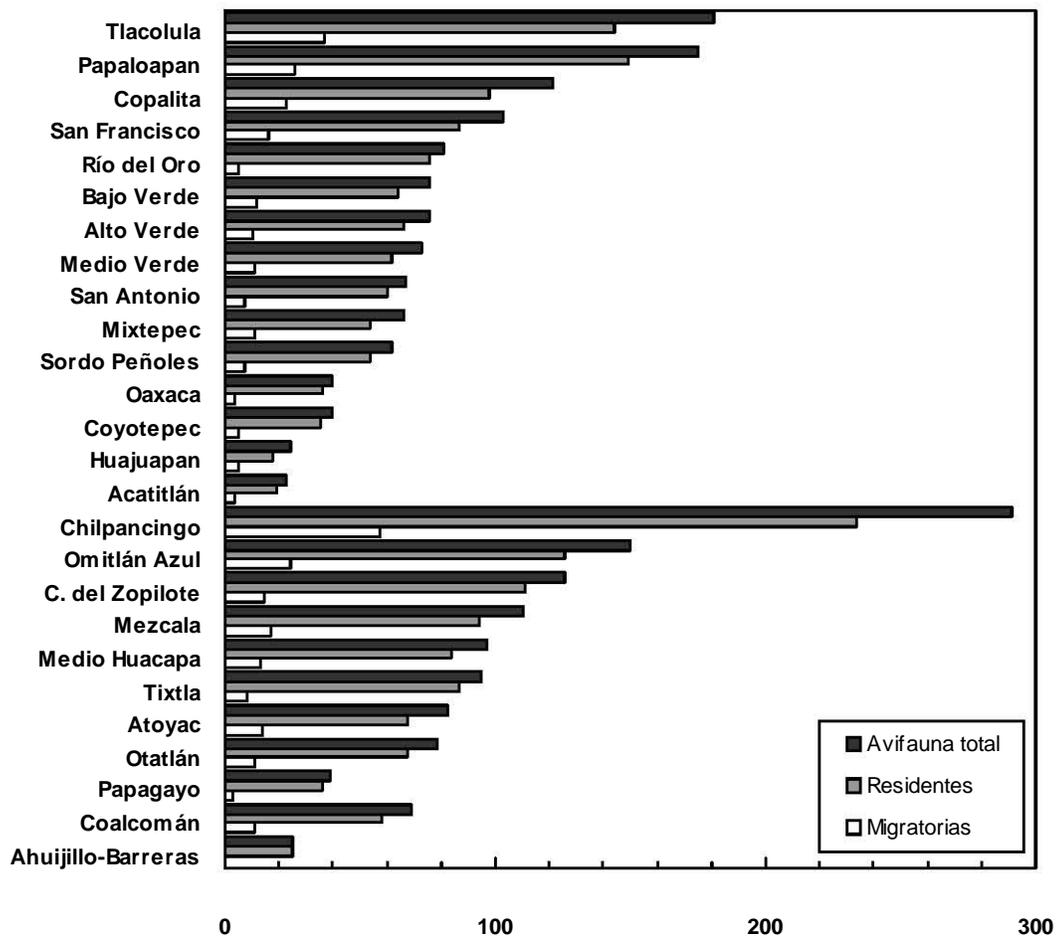


Fig. 5. Riqueza de especies por subcuenca, en el eje horizontal se indica el número de especies

En un arreglo bajo la categoría taxonómica de orden se encontró que, en términos generales, responde al patrón básico de distribución de las avifaunas del país, donde existe predominancia de las especies de aves canoras. La riqueza de especies por orden es la siguiente: Passeriformes (aves canoras) con 279 especies (63.4%), seguido del orden Apodiformes (vencejos y colibríes) 46 especies (10.5%); Falconiformes (rapaces diurnas: águilas, aguilillas, gavilanes, halcones y caracaras) 21 especies (0.05%); Piciformes (carpinteros y tucanetas) 19 especies (0.043%); Strigiformes (rapaces nocturnas: búhos y lechuza) 18 especies (0.04%); Columbiformes (palomas y tórtolas) diez especies (0.23%); Galliformes (chachalacas y codornices) diez especies (0.23%); Cuculiformes (cuclillos, correcaminos, garrapateros y piayas) ocho especies (0.18%); Caprimulgiformes (tapacaminos) seis especies (0.14%); Trogoniformes (trogones) seis especies (0.14%); Psittaciformes (guacamayas, loros y pericos) cinco especies (0.01); Tinamiformes (tinamúes) tres especies; Coraciiformes (momotos y martines pescadores) tres especies; Ciconiiformes (zopilotes comunes) dos especies; y Charadriiformes (chorlitos) una especie.

Aplicando el Análisis de Parsimonia de Endemismos

El análisis de parsimonia de endemismos se hizo para las dos matrices, una con la avifauna residente con 360 especies por 26 subcuencas y la otra con la avifauna total: 437 especies por 26 subcuencas. Para la avifauna residente se obtuvieron dos árboles igualmente parsimoniosos, a partir de los cuales se construyó el cladograma de consenso estricto, mismo que es un cladograma parcialmente resuelto, con una longitud de 1237 pasos, índice de consistencia (CI) 0.28 e índice de retención (RI) 0.42 (Figura 6).

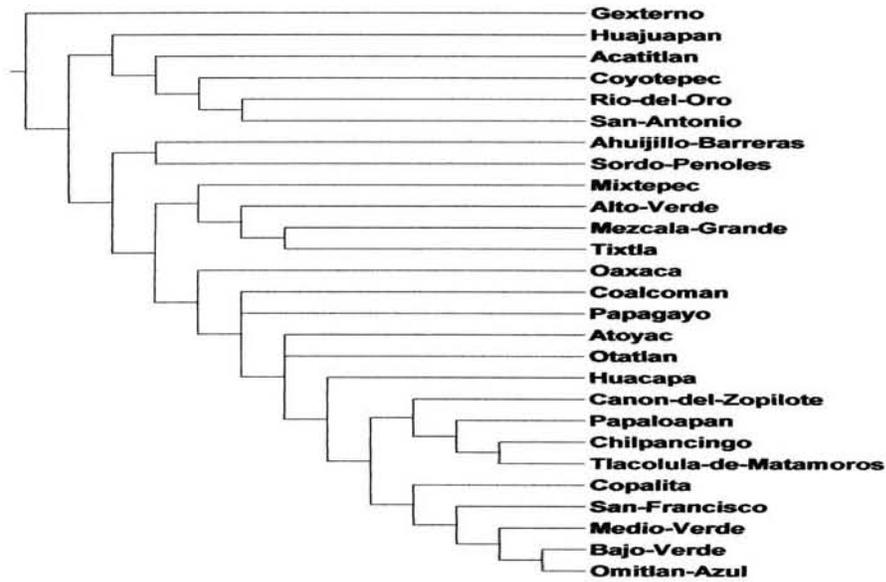


Fig. 6. Cladograma de consenso estricto de la avifauna residente a partir de una matriz de datos con 360 especies por 26 subcuencas de la Sierra Madre del Sur.

Para la avifauna total se obtuvo un solo cladograma, totalmente resuelto, de 1446 pasos, con un índice de consistencia (CI) de 0.30 e índice de retención (RI) 0.44, (Figura 7). Éste sugiere la existencia de tres grupos de subcuencas con relaciones biogeográficas estrechas.

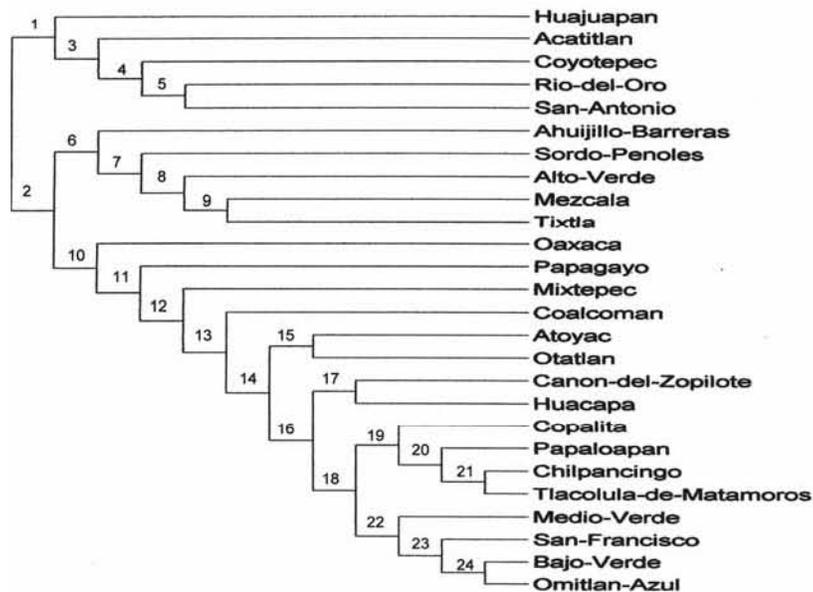


Fig. 7. Cladograma único de la avifauna total a partir de una matriz de 437 especies por 26 subcuencas de la provincia biótica SMS. Los números sobre las ramas indican el orden de los nodos.

Con base en el cladograma obtenido de una matriz de datos de 437 especies por 26 subcuencas se observa que las áreas (Fig. 8) quedan clasificadas en dos grandes grupos establecidos por sus características de diversidad ambiental: un grupo de áreas (A) en ambiente seco, y el otro conjunto, mismo que se divide en dos subgrupos de áreas (B, C) en correspondencia con los ambientes subhúmedo y húmedo respectivamente, como se aprecia en el mapa general de áreas (Fig. 9).

Analizando el cladograma se observa que el nodo basal da origen a dos ramas internas, la primera que agrupa a cinco subcuencas: Huajuapán de León, Oax., Acatitlán, Oax., Coyotepec, Oax., Río del Oro, Oax., y San Antonio de la Virgen, Oax., conjunto de áreas que se ubican en el extremo SE de la provincia biótica. La otra rama que a su vez se bifurca dando origen a las ramas con los nodos 6 y 10. El nodo 6 agrupa a otras cinco subcuencas; Ahujillo-Barreras, Mich., que tiene como grupo hermano a las áreas Sordo-Peñoles, Oax., Alto Verde, Oax., Mezcala Grande, Gro. y Tixtla, Gro., éstas dos últimas se unen geográficamente en la porción central de la depresión del Balsas, en el estado de Guerrero.

Este subgrupo de cinco áreas, que tienen su base en el nodo 6, se relacionan biogeográficamente con los clados cuyo origen es el nodo 10, del cual es un subgrupo hermano. El nodo 10 agrupa un total 16 subcuencas: Oaxaca, Oax., Papagayo, Gro. Mixtepec, Oax. Coalcomán, Mich., Atoyac, Gro., Otlalán, Gro., Cañón del Zopilote, Gro., Medio Huacapa, Gro., Copalita, Oax., Papaloapan, Oax., Chilpancingo, Gro., Tlacolula de Matamoros, Oax., Medio Verde, Oax., San Francisco, Oax., Bajo Verde, Oax. y Omitlán-Azul, Gro.

Este subgrupo está integrado a su vez por cuatro subconjuntos de áreas, que tienen su base en el Nodo 14, del cual se originan las ramas internas 15 y 16.

En el nodo 15 tienen origen las subcuencas Atoyac, Gro., y Otlalán, Gro., Atoyac se ubica en la vertiente externa y Otlalán que drena hacia la depresión del río Balsas, áreas hermanas que se encuentran separadas por el parteaguas.

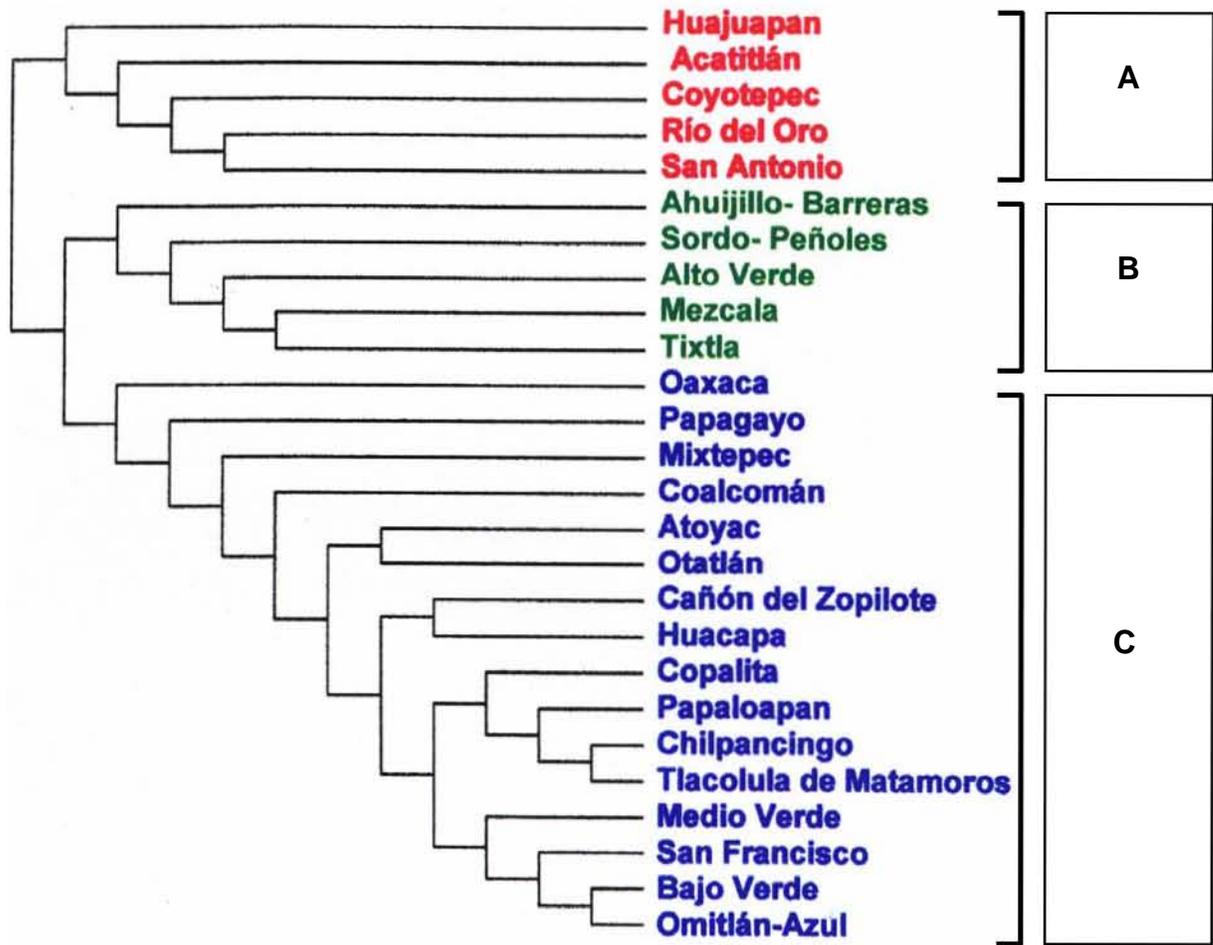


Fig. 8. Cladograma resultante del análisis de parsimonia de endemismos mostrando las relaciones biogeográficas entre las 26 subcuencas hidrológicas de la provincia biótica de la Sierra Madre del Sur analizadas. A, B, y C los tres clados principales

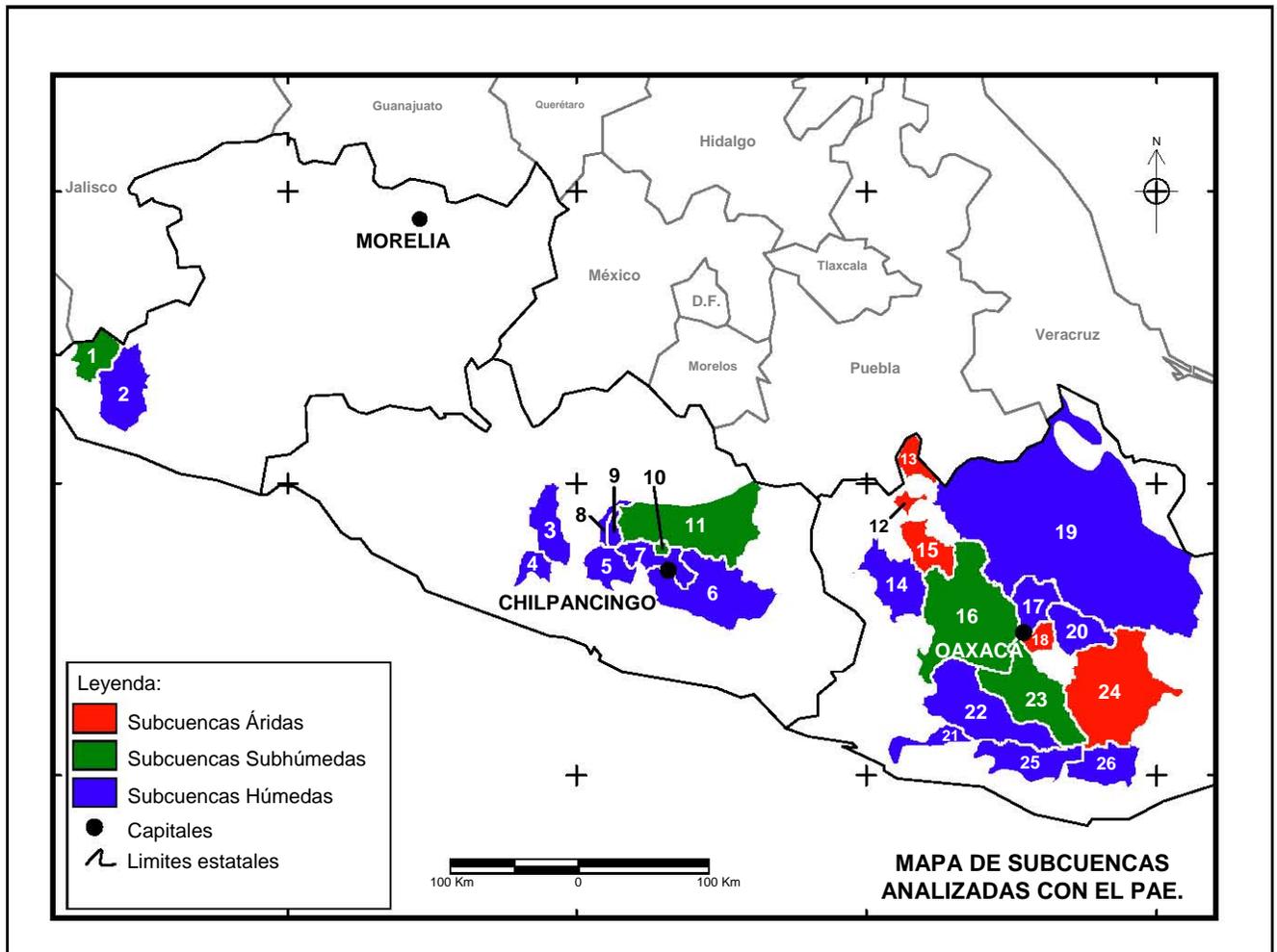


Fig. 9. Mapa que muestra las relaciones entre las áreas analizadas. Los números del mapa indican el nombre de las subcuencas. 1. Ahujillo-Barreras, Michoacán; 2. Coalcomán, Michoacán; 3. Oatlán, Guerrero; 4. Atoyac, Guerrero; 5. Papagayo, Guerrero; 6. Omitlán-Azul, Guerrero; 7. Chilpancingo, Guerrero; 8. Medio Huacapa, Guerrero; 9. Cañón del Zopilote, Guerrero; 10. Tixtla, Guerrero; 11. Mezcala Grande, Guerrero; 12. Huajuapán de León, Oaxaca; 13. Acatitlán, Oaxaca; 14. Mixtepec, Oaxaca; 15. Río del Oro, Oaxaca; 16. Sordo-Peñoles, Oaxaca; 17. Oaxaca, Oaxaca; 18. Coyotepec, Oaxaca; 19. Papaloapan, Oaxaca; 20. Tlacolula de Matamoros, Oaxaca; 21. Bajo Verde, Oaxaca; 22. Medio Verde, Oaxaca; 23. Alto Verde, Oaxaca; 24. San Antonio de la Virgen, Oaxaca; 25. San Francisco, Oaxaca; 26. Copalita, Oaxaca.

El segundo subconjunto resulta de la dicotomía del nodo 17 e incluye a las subcuencas; Cañón del Zopilote, Gro. y Medio Huacapa, Gro., es conveniente mencionar que éstas presentan adyacencia geográfica en la región centro del estado de Guerrero, son áreas hermanas.

Finalmente el nodo 18 se divide en dos ramas internas; nodos 19 y 22. Dando origen al tercero y cuarto subconjuntos. El tercer subconjunto (nodo 19) incluye a las subcuencas: Copalita, Oax., Papaloapan, Oax., Chilpancingo, Gro. y Tlacolula de Matamoros, Oax., y el cuarto subconjunto (nodo 22) está integrado por cuatro áreas Medio Verde, Oax., San Francisco, Oax., Bajo Verde, Oax., y Omitlán-Azúl, Gro.

Analizando la distribución de las especies, análogas a caracteres, asociadas a las áreas, como se observa en la tabla (Cuadro. 2), sólo los clados que tienen origen en los nodos 11, 12, 13, 21 y 24 presentan sinapomorfías, el resto de los clados carecen de soporte. Los nodos 1 al 10, 15 al 20 y 22 y 23 no presentan sinapomorfías, en este caso, los clados son producto de la combinación de una serie de caracteres de naturaleza homoplásica.

Cuadro. 2. Número de los nodos y especies que soportan los clados, como sinapomorfías (dos especies o más) o bien como caracteres homoplásicos.

Nodo	Especies
1	-
2	<i>Psaltriparus melanotis</i>
3	-
4	-
5	<i>Melanerpes polygrammus</i>
6	-
7	-
8	-
9	-
10	-
11	<i>Lepidocolaptes affinis, Cyanolyca mirabilis, Basileuterus belli</i>
12	<i>Glaucidium gnoma, Empidonax difficilis, Calocitta formosa, Melospiza lincolni</i>
13	<i>Regulus calendula, Peucedramus taeniatus</i>
14	<i>Selasphorus platycercus</i>

15	-
16	-
17	<i>Vermivora crissalis</i>
18	-
19	<i>Colaptes auratus</i>
20	-
21	<i>Buteo albicaudatus, Falco columbarius, Athene canicularia, Sayornis phoebe, Tyrannus forficatus, Passerculus sandwichensis</i>
22	-
23	-
24	<i>Aratinga canicularis, Vireo atricapilla</i>

Clasificación de las subcuencas aplicando el análisis de parsimonia de endemismos

Cuencas en ambientes secos (A)

Analizando el primer conjunto de subcuencas agrupadas, se observa que se ubican en un intervalo de altitud que va desde los 1200 m hasta las cimas de las montañas a 3600 m, como es el caso de la subcuenca de San Antonio de la Virgen, al sur de la ciudad de Oaxaca. En la franja altitudinal, donde se encuentran las áreas de este grupo prevalecen condiciones climáticas más secas, aunque a medida que se asciende se presenta un clima templado subhúmedo, la precipitación promedio anual para éstas áreas oscila entre los 500 y 800 mm.

El perfil de la vegetación en el límite inferior (1200 m) de este grupo de áreas cuenta con la presencia de bosque tropical caducifolio y a medida que se asciende a mayores altitudes, el tipo de vegetación antes mencionado, da paso al bosque de *Quercus*, bosque de *Quercus-Pinus* y bosque de *Pinus*. Las subcuencas de Coyotepec y Río del Oro presentan parches de vegetación tipo matorral desértico, generalmente sobre suelos poco desarrollados, como el litosol. La subcuenca de San Antonio de la Virgen contiene islas de bosque mesófilo de montaña en las cañadas húmedas, situadas en el intervalo de altitud de 1200 a 1600 m. Este grupo de

subcuencas contiene, también, parches de vegetación secundaria y superficies donde se practica la agricultura de básicos, además de pastizales tanto naturales como inducidos.

No obstante que este conjunto de subcuencas se ubica en una franja altitudinal cuya vegetación está sometida a estrés hídrico, presentan a mayores altitudes y en lugares protegidos, vegetación de clima templado subhúmedo lo que permite el establecimiento de avifaunas compuestas por especies de afinidad neotropical, mismas que se asocian a bosques húmedos, como es el caso de la subcuenca de Río del Oro, donde existe una serie especies exclusivas que incluye entre otras a *Criptideilus boucardi*, *Criptideilus soui*, *Chaetura richmondi*, *Trogon massena*, *Melanerpes pucherani*, *Habia salvini* y *H. rubicoides*, taxones con distribución en bosques tropicales

Para la subcuenca San Antonio de la Virgen, las especies exclusivas son: *Glaucidium griceiceps*, *Melanerpes grateloupensis*, *Passerina leclancherii* e *Icterus pectoralis*, especies que se asocian con una vegetación de tipo bosque tropical caducifolio, en condiciones de clima cálido húmedo, cálido subhúmedo o estepario. Para la subcuenca Acatitlán, Oax., la especie exclusiva *Phainopepla nitens*, un ptilogonátido asociado a vegetación de tipo desértico de amplia distribución en el Altiplano mexicano (Howell y Webb, 1995).

Éste es un grupo de áreas, en general poco muestreadas (Cuadro 1), Acatitlán, Oax., con 23 especies reportadas presenta el menor número de registros de ocurrencia previos, respecto a las 26 subcuencas analizadas y Río del Oro con 82 especies es la subcuenca, dentro de ese grupo, con el mayor número de registros.

Cuencas en ambientes subhúmedos (B)

El segundo grupo de subcuencas que se relacionan en el cladograma para la avifauna total, son: Ahuijillo-Barreras, Mich., subcuenca hermana de Sordo-Peñoles, Oax., Alto Verde Oax., Mezcala Grande Gro., y Tixtla, Gro., las tres primeras drenan hacia el Océano Pacífico. Mezcala Grande, Gro., vierte sus aguas hacia la depresión del Balsas, y la subcuenca de Tixtla, Gro., es de carácter endorréico.

La altitud en la que se ubican estas cinco subcuencas va de los 750 m hasta los 3000 m, excepto la subcuenca Alto Verde, Oax., donde existen elevaciones que alcanzan los 3200 m. Este grupo de áreas comparten, a bajas altitudes, vegetación del tipo bosque tropical caducifolio, excluyendo a Alto Verde, Oax., que presenta bosque de *Quercus*, para continuar con una transición, a mayores altitudes, hacia el bosque de *Quercus-Pinus* y bosque de *Pinus*. La subcuenca de Sordo-Peñoles presenta, en las partes más altas, bosque de *Abies* coronando las montañas. Todas las subcuencas presentan vegetación secundaria.

Las condiciones climáticas para este grupo de áreas, son generalmente de mayor humedad respecto al primer grupo (A), el tipo de clima predominante es en gran medida el templado subhúmedo con lluvias en verano, existiendo variaciones en algunos parches de las subcuencas Mezcala, Gro. y Tixtla, Gro., mismos que presentan clima de tipo estepario con lluvias en verano. Estas dos subcuencas se ubican en adyacencia geográfica en el centro del estado de Guerrero.

Las especies exclusivas para cada subcuenca de este grupo son: *Picoides stricklandi* para Ahuijillo-Barreras, Mich., un piciforme de distribución restringida a pequeñas áreas del Eje Neovolcánico en el centro del país. Para Sordo-Peñoles, Oax., como especies exclusivas figuran *Falco ruficularis*, *Vireo philadelphicus* y *Saltator vigorsii*, las dos primeras especies de afinidad neotropical y *V. philadelphicus* un visitante de invierno en el sureste del país. La subcuenca Mezcala Grande

presenta una sola especie exclusiva: *Chordeiles minor*, caprimúlgido residente de verano en el oeste de México y transitorio en el centro del país.

Subcuencas en ambientes húmedos (C)

El tercer grupo de áreas, con base es el nodo 10, incluye a 16 subcuencas que se relacionan biogeográficamente de manera estrecha. Éstas se sitúan en territorio de los tres estados que forman parte de la provincia biótica señalada. Presentan un intervalo de altitud que va de los 750 m hasta los 2800 m, excepto tres subcuencas que alcanzan mayores altitudes, Chilpancingo, Gro. 2950 m, Mixtepec, Oax., 3200 m y Papaloapan, Oax., 3400 m. De las 16 subcuencas de este grupo, tres drenan hacia la depresión del río Balsas: Mixtepec, Oax., Otatlán, Gro. y Cañón del Zopilote, Gro; sólo la subcuenca Papaloapan lo hace hacia el Golfo de México, el resto de subcuencas vierten sus aguas hacia los ríos tributarios del Océano Pacífico.

La cobertura vegetal que presentan las subcuencas de este grupo, manifiesta la más alta diversidad respecto de los grupos de áreas tanto de ambientes secos como de ambientes subhúmedos anteriormente analizados, tanto en los tipos de vegetación como en los aspectos estructurales y de composición de las mismas, para el caso de las subcuencas hidrológicas Medio Huacapa, Gro. y Cañón del Zopilote, Gro., podemos encontrar bosque tropical caducifolio. El resto de áreas, de este grupo, presentan además de bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical perennifolio, bosque de *Quercus*, bosque de *Quercus-Pinus*, bosque de *Pinus* y bosque mesófilo de montaña, éste último en las subcuencas Papaloapan, Oax., San Francisco, Oax., Bajo Verde, Oax., Tlacolula de Matamoros, Oax., Chilpancingo, Gro. y Copalita. Oax., ésta última presenta además bosque de *Abies*. También es importante la presencia de vegetación secundaria, pastizales naturales e inducidos y superficies dedicadas al cultivo de básicos.

En este conjunto de subcuencas, la presencia de las distintas y diversas asociaciones vegetales propicia una alta diversidad ambiental para la provincia

biótica Sierra Madre del Sur, como se señala anteriormente, a la que corresponde una alta diversidad avifaunística. La combinación de las condiciones topográficas, ecológicas y climáticas permite la disponibilidad de recursos alimenticios, así como de sitios de reproducción e incluso la presencia de áreas que han posibilitado procesos de especiación *in situ*, de algunos taxones que integran el componente endémico de la provincia biótica SMS, con especies como *Eupherusa cyanoprphys*, *Aimophila mystacalis*, *A. notosticta* y *A. humeralis*, las dos primeras endémicas del estado de Oaxaca y *A. humeralis* de la cuenca del río Balsas incluyendo áreas de la Sierra Madre del Sur. *Eupherusa cyanoprphys* del estado de Oaxaca, *Eupherusa poliocerca* y *Amazilia viridifrons* de Oaxaca y Guerrero., y *Lophornis brachylophus* microendémica del bosque tropical subcaducifolio y de los ecotonos entre este tipo de vegetación y el bosque mesófilo de montaña en la sierra de Atoyac en el estado de Guerrero (Navarro, 1998).

Si comparamos este conjunto compuesto por 16 áreas con los grupos anteriormente señalados (A y B) que aparecen en el cladograma (Fig. 7), presenta un mosaico climático mucho más diverso, con regímenes de precipitación que oscilan entre los 800 hasta los 4000 mm o más, por lo que la humedad relativa es mayor respecto a la de los grupos antes mencionados. En términos generales, los tipos climáticos van del cálido húmedo en las subcuencas adyacentes a las planicies costeras, hasta el tipo de clima templado subhúmedo a mayores altitudes. Un ejemplo de una subcuenca típica de este grupo, que recibe una gran cantidad de humedad de los vientos del Golfo de México, ya sea en forma de lluvia o de precipitación horizontal es Papaloapan, Oax., con lo que se establecen las condiciones que favorecen una alta diversidad ambiental (Challenger, 1998).

El esfuerzo de inventario y reconocimiento de la avifauna para este tercer grupo de subcuencas, respecto de las anteriores, es el más completo. Aquí se ha desarrollado históricamente la mayor cantidad de trabajo de muestreo (Navarro *et al.*, 2004).

Las subcuencas de este subgrupo, con menor riqueza de especies son: Papagayo, Gro., y Oaxaca, Oax., con 39 y 40 especies respectivamente y las subcuencas con mayor riqueza de especies son: Papaloapan, Oax., Tlacolula de Matamoros, Oax., y Chilpancingo, Gro., con 175, 182 y 291 especies respectivamente.

Para los áreas de éste grupo (Cuadro 2), los nodos que presentan especies sinapomórficas son: nodo 11 *Lepidocolaptes affinis*, *Cyanolyca mirabilis* y *Basileuterus belli*, soportes del clado Papagayo, Gro. y subcuencas del grupo hermano; nodo 12: *Glaucidium gnoma*, *Empidonax difficilis*, *Calocitta formosa* y *Melospiza lincolni*, que dan identidad al Mixtepec, Oax.; nodo 13: *Regulus calendula* y *Peucedramus taeniatus* que soportan al clado Coalcomán, Mich. Nodo 21: *Buteo albicaudatus*, *Falco columbarius*, *Athene canicularia*, *Sayornis phoebe*, *Tyrannus forficatus* y *Passerculus sandwichensis*, caracteres que dan soporte a los clados Chilpancingo, Gro., y Tlacolula de Matamoros, Oax., y para el nodo 24: *Aratinga canicularis* y *Vireo atricapilla* que dan soporte de los clados Bajo Verde, Oax., y Omitlán-Azul, Gro. Los clados que no presentan sinapomorfías son apoyados por caracteres homoplásicos.

En el siguiente listado (Cuadro 3) se anotan las especies exclusivas de las ramas terminales del cladograma con la avifauna total, algunas subcuencas no presentan especies exclusivas.

Cuadro 3. Especies exclusivas de cada una de las subcuencas hidrológicas clasificadas mediante el análisis de parsimonia de endemismos.

Acatitlán, Oaxaca: *Painopepla nitens*.

Río del Oro, Oaxaca: *Criptideus boucardi*, *C. soui*, *Chaetura richmondi*, *Trogon massena*, *Melanerpes pucherani*, *Piculus yucatanensis*, *Vireo nelsoni*, *Toxostoma longirostre*, *Habia salvini*, *H. rubicoides*.

San Antonio de la Virgen, Oaxaca: *Glaucidium griceiceps*, *Melanerpes grateloupensis*, *Passerina leclancherii*, *Icterus pectoralis*.

Ahuijillo-Barreras, Michoacán: *Picoides stricklandi*.

Sordo-Peñoles, Oaxaca: *Falco ruficularis*, *Vireo philadelphicus*, *Saltator vigorsii*.

Mezcala Grande, Guerrero: *Chordeiles minor*.

Mixtepec, Oaxaca: *Oriturus superciliosus*.

Coalcomán, Michoacán: *Picoides arizonae*, *Sitta pygmaea*, *Buarremon virenticeps*, *Pipilo maculatus*.

Atoyac, Guerrero: *Micrastur semitorquatus*, *Amazona oratrix*, *Cyanerpes cyaneus*

Otatlán, Guerrero: *Lophornis brachylophus*, *Cypseloides storeri*, *Regulus satrapa*

Cañón del Zopilote, Guerrero: *Dendroica striata*, *Aimophila cassini*.

Copalita, Oaxaca: *Vermivora peregrina*.

Papaloapan, Oaxaca: *Ortalis vetula*, *Penelopina nigra*, *Claravis monetoura*, *Pionus senilis*,
Lophostrix cristata, *Abeillia abeillei*, *Amazilia cyanocephala*, *Eupherusa eximia*,
Lampornis viridipallens, *Trogon violaceus*, *Sclerurus mexicanus*, *Dendrocincla homochroa*,
Dendrocolaptes sanctithomae, *Manacus candei*, *Cyclarys flaviventris*,
Aphelocoma unicolor, *Cyanolyca mitrata*, *Troglodytes musculus*, *Catharus mexicanus*,
Basileuterus salvini, *Wilsonia canadensis*, *Thraupis abbas*, *Atlapetes albinucha*,
Sporophila morelleti, *Tiaris olivaceus*, *Molothrus oryzivorus*, *Chlorophonia occipitalis*.

Chilpancingo, Guerrero: *Accipiter atricapillus*, *Buteo platypterus*, *Caracara cheriway*, *Circus hudsonius*,
Chondrohierax uncinatus, *Falco femoralis*, *Harpagus bidentatus*, *Herpetoteres cachinnans*,
Charadrius vociferus, *Ara militaris*, *Coccyzus americanus*, *Asio flammeus*,
Glaucidium griscomi, *Archilochus alexandri*, *Empidonax trailli*, *Vireo olivaceus*, *Hylocichla mustelina*,
Dendroica aestiva, *Icterus chrysater*, *Xanthocephalus xanthocephalus*.

Tlacolula de Matamoros, Oaxaca: *Parabuteo unicinctus*, *Aegolius acadicus*, *Sayornis saya*,
Petrochelidon melanogaster, *Mimus gilvus*, *Dendroica discolor*, *Pipilo chlorurus*,
Sporophila minuta, *Euphagus cyanocephalus*.

Medio Verde, Oaxaca: *Habia affinis*.

San Francisco, Oaxaca: *Attila flammulatus*, *Piranga sanguinolenta*.

Bajo Verde, Oaxaca: *Amazilia candida*, *Dendroica pensilvanica*, *Parula americana*.

Omitlán-Azul, Guerrero: *Patagioenas flavirostris*, *Amazona finschi*, *Helmitheros vermivorum*,
Seiurus aurocapilla.

DISCUSIÓN

La provincia biótica Sierra Madre del Sur alberga una alta riqueza avifaunística compuesta por 437 especies de acuerdo con la propuesta taxonómica para la categoría de especie hecha por Navarro y Peterson (2004). Comparando el número de especies reconocidas para la Sierra Madre del Sur en este estudio, con el con el total de especies aceptadas para México de acuerdo con dos propuestas taxonómicas diferentes para la categoría de especie; una de la *American Ornithologist's Union* (1998) con 1100 especies y la propuesta de Navarro y Peterson (2004) con 1304 especies, la avifauna de la provincia biótica señalada constituye el 39.7% y 33.5% respectivamente, del total de la avifauna para el país.

En relación con la propuesta de distribución geográfica y ecológica para los estados de Oaxaca y Guerrero, para el caso de la Sierra Madre del Sur sección estado de Guerrero, el total de especies reportada por Navarro (1988) fue de 308, y en el recorte obtenido del "Atlas para las Aves de México" (Navarro *et al.*, 2003) para el presente estudio comprende un total de 342 especies, lo que arroja una diferencia de 34 taxones, ésta se debe probablemente a que los límites de altitud, considerados en ambos reportes para el área geográfica estudiada, son distintos. Respecto a Oaxaca, Navarro *et al.* (2004) han publicado que el estado se ubica en una zona geográficamente compleja, con alta diversidad climática, con diversos tipos de vegetación y una geología compleja lo que le permite albergar una alta riqueza avifaunística, conteniendo un total de 736 taxones confirmados. En este estudio, para el área la provincia biótica SMS sección Oaxaca, a partir del recorte de la base de datos contenida en "Atlas para las Aves de México" (Navarro *et al.*, 2003), se tiene un listado de 364 especies, lo que significa el 49.5% aproximadamente respecto del total para el estado, sin embargo, es pertinente aclarar que esta comparación se hace partiendo de las dos propuestas taxonómicas diferentes para el concepto de especie ya antes mencionadas.

Con los datos utilizados para el análisis de las 26 subcuencas de la provincia biótica Sierra Madre del Sur, se observa que la riqueza de especies tiene una tendencia a incrementarse del noroeste hacia al sureste de la provincia, lo que confirma la percepción que actualmente se tiene de que la mayor riqueza avifaunística del país se localiza precisamente en el sureste (Navarro y Benítez, 1993), en estados como Oaxaca, mismo que contiene, como bien se conoce, la mayor riqueza avifaunística de México.

Es pertinente observar que el esfuerzo de inventariado y reconocimiento avifaunístico para la provincia biótica Sierra Madre del Sur (Navarro, 1998), no es homogéneo en tiempo ni en espacio, por ello se cuenta con localidades donde se ha desarrollado un intenso trabajo en ese sentido, mientras que para otras áreas sólo se tienen algunos registros de ocurrencia de especies o bien ninguno, hecho que puede sesgar los resultados obtenidos en este ejercicio, de manera que estudios que se realicen en el futuro y se apoyen con información más completa seguramente modificarán esta hipótesis de clasificación de las áreas, misma que se presenta aquí con base en la información hasta ahora disponible para la avifauna de la provincia biótica Sierra Madre del Sur.

Revisando la clasificación de las áreas analizadas con el PAE

Con el análisis de parsimonia de endemismos aplicado para buscar las relaciones biogeográficas entre las 26 subcuencas de la provincia biótica Sierra Madre del Sur, se hace una clasificación de las áreas en dos grupos (A, B) (ver Fig. 7). El primero aglutina a cinco áreas ubicadas en una franja climática seca. El segundo grupo comprende a 21 áreas, mismo que se divide en dos subgrupos; en uno (B), se relacionan cinco áreas localizadas en una zona bajo condiciones climáticas de subhumedad, y en el otro subconjunto (C) se relacionan 16 áreas ubicadas en una región que presenta condiciones climáticas de humedad. De acuerdo con esta hipótesis los dos conjuntos de áreas tendrían su origen en un área continua de mayor antigüedad, y una serie de procesos geológicos y/o climáticos provocaron

eventos de vicarianza dando como resultado los conjuntos de áreas mencionados con diferentes avifaunas asociadas.

Comparando los resultados anteriores con la propuesta de Luna y Alcántara (2001), sobre de los patrones de distribución de veinticuatro islas de mesófilos de México, se encontró que el mesófilo del norte de Oaxaca, en una de las 26 áreas analizadas en este estudio: la subcuenca de Papaloapan, Oaxaca, se relaciona con los mesófilos del centro de Veracruz y los mesófilos de la vertiente del Pacífico del estado de Chiapas y no con los mesófilos vecinos ubicados en la vertiente externa del Pacífico en la subcuenca de Medio Verde, Oaxaca, así mismo, el parche de bosque mesófilo de Omiltemi, Guerrero, se relaciona con los parches de mesófilo de Tancítaro, Michoacán e Iztaccíhuatl estado de México ambos de la provincia biótica Eje Neovolcánico y no se relaciona con los mesófilos oaxaqueños. Cuando lo esperado sería que hubiera una relación biogeográfica entre los parches de mesófilo de la provincia biótica Sierra Madre del Sur.

Así mismo, esta hipótesis de clasificación para 26 subcuencas de la provincia biótica Sierra Madre del Sur, está en desacuerdo con la propuesta de provincias morfotectónicas de Ferrusquía-Villafranca (1990), puesto que la provincia morfotectónica oaxaqueña se extiende más allá de los límites de la provincia biótica arriba mencionada, también está en desacuerdo con la propuesta de clasificación de los bosques mesófilos de Luna *et al.* (2001).

Esto indica que si bien la provincia biótica Sierra Madre del Sur es una unidad biogeográfica natural, los patrones de distribución avifaunística reflejan en su disposición la complejidad de la geología y la conformación de los distintos escenarios ecológicos que han evolucionado históricamente en dicha unidad. Se observa claramente que las avifaunas de las áreas del norte de la provincia tienen una mayor relación con las avifaunas de afinidad neártica que con las avifaunas asociadas a las áreas del sureste, de afinidad neotropical. Atendiendo, como se mencionó, al origen geológico complejo y diverso de los terrenos que componen a la

provincia biótica, además de la diversidad de ambientes (Centeno-García, 2004), diversidad que se expresa también en los patrones de distribución biogeográfica de las aves. La provincia biótica Sierra Madre del Sur como se observa además de ser una unidad biótica natural, es una zona de transición, como bien se sabe, entre dos grandes grupos de avifaunas continentales, una perteneciente a la región neártica y otra a la región neotropical (Álvarez y Lachica, 1974).

Lo anterior se sustenta en estudios precedentes que muestran que la SMS constituye una unidad biótica natural: de acuerdo con las conclusiones de Espinosa *et al.* (2000) en su clasificación del territorio del país en provincias biogeográficas, y a lo expresado por García-Trejo y Navarro (2004), en su propuesta de clasificación biogeográfica de la avifauna de la vertiente del Pacífico, donde sugieren la presencia de tres grupos avifaunísticos para la vertiente señalada. La hipótesis clasificatoria para las 26 áreas de la provincia biótica Sierra Madre del Sur del presente estudio, sugiere que ésta es una unidad natural compleja.

Respecto a las características de la diversidad ambiental para cada uno de los grupos de áreas, obtenidos en este ejercicio de clasificación realizado con el análisis de parsimonia de endemismos, se puede expresar a manera de conclusión:

Que en el primer grupo (A) las subcuencas que lo integran se ubican en adyacencia, excepto Coyotepec, Oax. y San Antonio de la Virgen, Oax., en una franja geográfica que cruza de norte a sureste en territorio oaxaqueño, con un intervalo de altitud por arriba de los 1000 m y un mosaico climático de aridez, donde existe predominancia de tipos de vegetación que soportan estrés hídrico, debido a las condiciones de baja precipitación, aunque existen también en áreas protegidas, con bosques de cierta complejidad en composición y estructura, donde mejora la disponibilidad de recursos para la avifauna asociada. Este grupo de subcuencas contiene la menor riqueza avifaunística para la provincia en estudio. Muchas de las especies de aves, que se distribuyen en estas áreas, son de zonas áridas, *v. gr.* *Phainopepla nitens*, *Pyrocephalus rubinus*, *Passerina leclancherii* y *Toxostoma*

longirostre. No obstante en pequeñas zonas de estas subcuencas donde se establecen bosques más complejos; bosque de *Quercus*, *Quercus-Pinus*, *Pinus*, e incluso pequeños parches de bosque mesófilo, podemos encontrar especies de avifauna de tierras bajas, taxones de afinidad neotropical, por ejemplo *Criptideilus boucardi*, *Criptideilus soui*, *Habia salvini* y *Habia rubicoides*, entre otras especies, cuyas áreas de distribución se extienden hacia Centroamérica.

El segundo grupo de subcuencas (B) del cladograma, que a su vez se divide en dos subgrupos: un subgrupo donde predominan condiciones climáticas de subhumedad, está compuesto por las áreas Ahujillo-Barreras, Mich., Sordo-Peñoles, Oax., Alto Verde, Oax., Mezcala, Gro., y Tixtla, Gro., el régimen pluvial se ubica entre los 800 a 1500 mm de lluvia. La exposición de las subcuencas se orienta hacia la vertiente del Océano Pacífico, no obstante, Sordo-Peñoles. Oax. y Alto Verde, Oax. se encuentran más alejadas de la influencia de los vientos húmedos marinos. Otra de las características de este subgrupo de áreas, es que se sitúan dentro de un gradiente de altitud de los 800 a los 2000 m. El tipo de vegetación común es bosque tropical caducifolio, aunque a mayores altitudes se presenta el bosque de *Quercus*, *Quercus-Pinus* y *Pinus*. El conjunto de especies de aves que se asocian a estas áreas, son taxones de amplia distribución en vegetación de tipo bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio e incluso de matorral espinoso. Los taxones exclusivos de la avifauna son: *Picooides stricklandi*, *Falco rufigularis*, *Saltator vigorsii*, *Vireo philadelphicus* y *Chordeiles minor*. Los taxones comunes, entre otros, son: *Cyrtonyx sallei*, *Micrathene whitneyi*, *Caprimulgus arizonae*, *Streptoprocne rutila*, *Tilmatura dupontii* y *Streptoprocne semicollaris*. Dentro de éstos, los taxones de distribución nortea son: *C. arizonae*, *Chordeiles minor* y *M. whitneyi*. Las especies de distribución sureña son: *F. rufigularis* y *T. dupontii*, y los endémicos para el país son v. gr. *S. semicollaris* y *P. stricklandi*.

El otro subconjunto de subcuencas (C) es un grupo relativamente heterogéneo (ver, anexos 2 y 3), no obstante, comparte varias características: las áreas se ubican la zona de mayor influencia de las masas de aire marítimo tropical que proporciona

una alta humedad a los suelos, en éstas subcuencas el régimen pluvial es de los 1500 hasta los 4000 mm, además de la humedad que proporciona la presencia de la niebla, lo que permite el establecimiento y desarrollo de comunidades vegetales con una estructura y composición muy complejas, bosques donde los cambios estacionales son poco perceptibles debido a la alta humedad relativa del aire, donde la trama trófica es muy compleja debido a que la disponibilidad de recursos es alta. Este conjunto de subcuencas contiene la más alta riqueza avifaunística que se encuentra en la provincia biótica Sierra Madre del Sur. A la alta diversidad ambiental corresponde una alta riqueza de especies de aves (Navarro *et al.*, 2004). La avifauna para este subgrupo de áreas, en condiciones de mayor humedad, está compuesta por especies en su mayoría de afinidad neotropical como son: *Lophostrix cristata*, *Ortalis vetula*, *Pionus senilis*, *Abeillia abeillei*, *Basileuterus salvini*, *Trogón violaceus*, *Thraupis abbas* y *Molothrus oryzyvorus*, entre otras. Así mismo la presencia del componente endémico es importante; *Aimophila mystacalis*, *Amazilia viridifrons*, *Eupherusa poliocerca*, *Lophornis brachylophus* y *Calothorax pulcher*, entre otros. Además del componente neártico, que incluye a varios taxones de la familia Cuculidae; v.gr. *Coccyzus americanus*.

La presencia de mayor riqueza avifaunística ocurre en las subcuencas de elevada diversidad ecológica y ambiental, donde se encuentra cobertura vegetal tanto de carácter tropical así como bosques templados, este es el caso de las subcuencas hidrológicas expuestas hacia la vertiente del océano Pacífico y cercanas a la costa de Oaxaca; Medio Verde, Bajo Verde, Copalita, Tlacolula, y Papaloapan ésta última orientada hacia la vertiente del Golfo de México, además de las subcuencas con alta diversidad ambiental en el estado de Guerrero: Chilpancingo, Mezcala Grande, Medio Huacapa, en el centro del estado; Otlalán y Atoyac, en la Sierra del mismo nombre Atoyac.

CONCLUSIONES

A pesar del trabajo que se ha hecho para determinar la relevancia de esta provincia biótica, uno de factores que han impedido que se tenga un análisis completo es la heterogeneidad en la aplicación de los esfuerzos en el reconocimiento e inventariado de la avifauna del área, tanto en tiempo como en cobertura geográfica (Navarro, 1998). El esfuerzo de muestreo se ha desarrollado históricamente en localidades cercanas a las ciudades, situadas éstas en las rutas de tránsito obligado para efectos del comercio, como para los movimientos de naturaleza castrense entre el puerto de Acapulco y la ciudad de México, centro político y cultural desde la conquista hasta el presente. Aún en la actualidad gran parte de los trabajos de muestreo y reconocimiento de la riqueza biológica del país se hace en lugares accesibles, relegando los de menor acceso, razón por la cual no disponemos de información para muchas localidades, que en el futuro se analizarán probablemente con métodos modernos de modelado, como el GARP, que tienen una alta capacidad predictiva.

Otros lugares que han sido objeto de esfuerzos en el reconocimiento avifaunístico, son las localidades cercanas a la ciudad de Oaxaca, sitio de residencia diversos naturalistas europeos venidos a México durante el siglo XIX, además de la etapa donde se tuvo la iniciativa de construcción de obras de infraestructura ferroviaria y un canal transoceánico, que no se concretó, proyectos que requirieron de una evaluación de los recursos faunísticos (González *et al.* 2004).

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la porción territorial del extremo SE en el estado de Oaxaca constituye la zona de mayor endemismo para la provincia biótica, lo que parece confirmarse según la evaluación de endemidad en el país efectuada por Navarro y Sánchez-González (2003). Así mismo, la riqueza de especies tiende a disminuir en dirección sureste-noroeste, debido a que la complejidad ambiental de la provincia disminuye en la misma dirección.

El arreglo de las especies según la categoría supraespecífica de orden, evidencia que la avifauna de la provincia señalada, responde al patrón básico de las avifaunas del país donde existe una dominancia de Passeriformes (Navarro *et al.*, 2004). La riqueza de especies asociada con la provincia biótica SMS está compuesta por taxones de distintas categorías estacionales: residentes, migratorias y transitorias, aunque el componente de afinidad neotropical es preponderante.

El análisis de parsimonia de endemismos es un método de la biogeografía que permite una aproximación al descubrimiento de los patrones de distribución biogeográfica, y que a partir de éstos se pueden explicar procesos históricos. Los resultados obtenidos mediante el análisis de parsimonia de endemismos, permiten plantear una hipótesis preliminar de clasificación de las 26 áreas de la provincia biótica SMS; que éstas constituyen tres grupos de áreas con relaciones biogeográfico-evolutivas, a las que se asocian distintas avifaunas, que se pueden diagnosticar por el grado de complejidad ambiental presente en las áreas.

Analizando los resultados obtenidos en este estudio a la luz de las propuestas donde se ha clasificado a la provincia biótica SMS, como la de: Rzedowski (1990), Ferrusquía-Villafranca (1990), Espinosa *et al.* (2000), García y Navarro (2004) y la propuesta de clasificación de 24 parches de mesófilos en el país de Luna y Alcántara (2001), la provincia biótica Sierra Madre del Sur es una unidad natural muy heterogénea.

La hipótesis de clasificación en patrones biogeográficos de distribución de la avifauna de las 26 áreas analizadas que presento en este estudio, tiene limitaciones debido a que la información con que se efectúa este análisis parte de una heterogeneidad en la aplicación de los esfuerzos de reconocimiento e inventariado de la avifauna, tanto espaciales como temporales, aparte del envejecimiento natural de los datos, considerando además de que por múltiples causas se modifica y erosiona la diversidad ambiental a una tasa infinitamente mayor a la que operarían las transformaciones evolutivas. Así el análisis y modelado de los patrones de

distribución biogeográfica de las especies y la coherencia de áreas que se elabora con estos datos históricos refleja los patrones biogeográficos de distribución del pasado, pero no exactamente los escenarios de distribución actuales. Por lo que es importante la actualización permanente de la información en las bases de datos.

Es importante continuar con los trabajos de muestreo en las localidades que debido a su inaccesibilidad no han sido inventariadas, para alcanzar una mayor cobertura geográfica y temporal en los esfuerzos de reconocimiento avifaunístico y de otros grupos taxonómicos, abarcar áreas donde no existen registros de ocurrencia previos. Delimitar las áreas de distribución de taxones endémicos como: *Lophornis brachylophus* y *Cypseloides storeri*, entre otros, además de precisar su historia de vida. Elaborar bases de datos más completas con la mayor cantidad posible de registros puntuales de ocurrencia e incrementar las colecciones científicas de referencia, con ejemplares obtenidos tanto en espacios geográficos como temporales más amplios. Esto permitirá en el futuro aproximarnos mejor a la realidad para reconstruirla y comprenderla mejor.

LITERATURA CITADA

- AGUILAR-AGUILAR, R. y R. Contreras M. 2001. La distribución de los mamíferos de México: Un enfoque panbiogeográfico. pp. 213-215. En Llorente B., J. y J. J. Morrone (eds.), Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Las prensas de Ciencia, Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.
- ALMEIDA-LEÑERO, L., C. Pérez-Malvárez, M. Vizcaíno-Cook y R. Ruíz Gutiérrez. (2001). La teoría de Wegener acerca del desplazamiento horizontal de los continentes. pp. 171-180. En Llorente B., J. y J. J. Morrone, eds. Introducción a la Biogeografía Latinoamericana: Teorías, Conceptos, Métodos y Aplicaciones. Las Prensas, Facultad de Ciencias, UNAM, Méx. D. F.
- ALVAREZ, T. y F de Lachica. 1974. Zoogeografía de los Vertebrados de México. pp. 221-296. En Flores, D. A., L. G. Quintero, T. Álvarez y F. de Lachica (eds.). El Escenario Geográfico. Recursos Naturales. SEP-INA. México, D. F.
- AMERICAN ORNITHOLOGIST'S UNION (AOU) 1998. Check-list of North American Birds 7th ed. American Ornithologist's Union, Washington, D. C.
- BINFORD, L. C. 1989. A distributional survey of the birds of the Mexican state of Oaxaca. Ornithological Monographs 43:1-48
- CASAS-ANDREW, G. y T. Reina-Trujillo. 1990. Provincias Herpetofaunísticas. Mapa IV.8.6.A. *Atlas Nacional de México*. Vol. 3. Instituto de Geografía, UNAM. Agrupación Sierra Madre. México, D. F.
- CENTENO-GARCÍA, E. 2004. Configuración Geológica del Estado. pp. 29-42. En García-Mendoza, J., M. de Jesús Ordóñez y M. Briones-Salas (coord.) Biodiversidad de Oaxaca. U.N.A.M. Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y Worldlife Fund. México, D. F.
- CHALLENGER, A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México, Pasado, Presente y Futuro. CONABIO. Instituto de Biología UNAM, Agrupación Sierra Madre. México, D. F.
- Comisión Nacional para el Uso y Conservación de la Biodiversidad. 1997. "Provincias biogeográficas de México", escala 1: 4 000 000, México, D.F.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). "Subcuencas hidrológicas". Extraído de Boletín hidrológico. (1970). Subcuencas hidrológicas en Mapas de regiones hidrológicas. Escala más común 1:1 000 000. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Jefatura de Irrigación y control de Ríos, Dirección de Hidrología. México.
- Comisión Nacional para el Uso y Conservación de la Biodiversidad (CONABIO) México: imagen desde el espacio. Mosaico 2002 de imágenes, bandas 1, 4, 3 (RGB).
- CRACRAFT, J. 1991. Patterns of diversification within continental biotas: hierarquical congruence among the areas of endemism of Australian vertebrates. *Australian Systematic Botany*, 4: 211-227. Estudios Florísticos de Guerrero No. 11. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.
- CRISCI, J. V. 2001. The voice of the historical biogeography. *J. Biogeogr.* 28, 157-168.
- _____, L. Katinas y P. Posadas. 2000. Introducción a la teoría y la práctica de la biogeografía histórica. Sociedad Argentina de Botánica. Buenos Aires. 169 pp.
- DIEGO-PÉREZ, N., S. Peralta-Gómez y B. Ludlow-Wierchers. 2001. El Jilguero Bosque Mesófilo de Montaña. En Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (Eds.). Estudios Florísticos de Guerrero No. 11. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.
- ESCALANTE, P., A. G. Navarro y A. T. Peterson. 1993. A geographic, ecological and historical analysis of land bird diversity in Mexico: pp 281-307. En Ramamoorthy T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds). *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*). Oxford University Press. U.S.A.
- ESPINOSA O. D., J. Llorente B. 1993. Fundamentos de Biogeografías Filogenéticas. UNAM, Conabio. México. D. F.
- _____, J. J. Morrone, C. Aguilar Z. y J. Llorente B. 2000. Regionalización Biogeográfica de México: Provincias Bióticas. pp. 61-94. En Llorente B., J. & E. González S. y N. Papavero. *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de*

- artrópodos de México; Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol II. UNAM, CONABIO, Bayer. Méx. D. F.
- _____, J. J. Morrone, J. Llorente Bousquets y O. Flores-Villela. 2002. Introducción al Análisis de los Patrones en Biogeografía Histórica. UNAM, UAEH, F.E.S. Zaragoza, Las prensas de Ciencias Facultad de Ciencias U.N.A.M. pp. 1-78.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute). 1999. ArcView GIS, Ver 3.2. ESRI Inc., Redlands, California, U. S. A.
- FERRUSQUÍA-VILLAFRANCA, I. 1990. Provincias Biogeográficas con base en rasgos morfotectónicos. Mapa IV.8.10. *Atlas Nacional de México*. Vol. III. Instituto de Geografía, UNAM. México, D. F.
- FERRUSQUÍA-VILLAFRANCA, I. 1993. Geology of Mexico: a synopsis. pp. 3-107. En Ramamoorthy, T. P., R. Bye, J. Fa and E. Lots. (eds.). *Biological Diversity of Mexico*. Univ. Kansas Spec. Publ.
- GARCÍA, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. Instituto de Geografía, UNAM. 3ª. Edición. México. D. F.
- GARCÍA-TREJO, E. A. 2002. Análisis de los Patrones del Endemismo de Aves en el Oeste de México. Tesis de Licenciatura, Carrera de Biología, Facultad de Ciencias U.N.A.M. México, D. F.
- _____ y A. G. Navarro S. 2004. Patrones Biogeográficos de la Riqueza de Especies y el Endemismo de la Avifauna en el Oeste de México. Instituto de Ecología, A. C. *Acta Zool. Mexicana*, Vol. 20, No. 2; 167-185.
- GOLDMAN, E. A. and R. T. Moore. 1945. *The Biotic Provinces of Mexico Journal of Mammalogy*, 26 (4): 347-360.
- GOLOBOFF, P. (1994) NONA: a tree searching program. *Program and documentation*. Available at ftp.unt.edu.ar/pub/parsimony.
- GONZÁLEZ P. G., M. Briones S. y A. M. Alfaro. 2004. Integración del Conocimiento Faunístico del Estado. pp. 449-466. En García-Mendoza, A., M. de J. Ordóñez, y M. Briones S. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Fund. Méx. D. F.

- HOWELL, S. N. G. & S. Webb. 1995. A Field guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, Oxford, U. K.
- HUMBOLDT, A. 1805. Ensayo sobre la geografía de las plantas. Fondo de Cultura Económica (reedición, 1997). México, D. F.
- HUMPHRIES, C. J. 2000. Form, Space and Time: Which comes first? *J. Biogeogr.* 27:11-15.
- INEGI.1988. *Carta de México, Topográfica* 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática México. D. F.
- LUNA V. I., y O. Alcántara. 2001. Análisis de Simplicidad de Endemismos (PAE) para Establecer un Modelo de Vicarianza Preliminar del Bosque Mesófilo de Montaña Mexicano. pp. 273-277. En Llorente B., J., y J. J. Morrone (eds.). Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, Métodos y Aplicaciones. Conabio, Ecosur, Instituto de Biología U.N.A.M., U.A.E.H. México, D. F.
- LLORENTE, B. J., N. Papavero y A. Bueno H. 2001. Síntesis Histórica de la Biogeografía. pp. 1-14. En Llorente B., J. y J. J. Morrone L. (Eds.). Introducción a la Biogeografía Latinoamericana: Teorías, Conceptos y Aplicaciones, Las Prensas, Facultad de Ciencias. UNAM. México, D. F.
- MARTENS, M. y H. GALEOTTI. 1842. Mémoire sur les fougères du Mexique et considerations sur la géographie de centrée. *Mem. Acad. Sci. Bruxelles*, 15:1-99.
- MIRANDA, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación de la Cuenca del Río Balsas. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 8:95-114.
- MORRONE L., J. J. 2001. Sistemática, Biogeografía, Evolución. Los Patrones de la Biodiversidad en el Tiempo-Espacio. Las Prensas, Facultad de Ciencias. UNAM. México, D. F. pp. 58-70.
- _____. 2004. Homología Biogeográfica. Las coordenadas de la vida. Cuadernos 37. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. D. F.
- _____ y J. V. Crisci. 1995. Historical Biogeography: Introduction to Methods. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 26: 373-401

- _____ y T. Escalante. 2002. Parsimony analysis of endemism (PAE) of Mexican terrestrial mammals at different area units: when size matters. *Journal of Biogeography*, 29: 1095-1104.
- _____, D. Espinosa O., C. Aguilar Z. y J. Llorente B. 2000. Regionalización Biogeográfica de México: Provincias Bióticas. pp. 61-94. En Llorente B., J., E. González S. y N. Papavero. Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de artrópodos de México; Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol II. UNAM, CONABIO, Bayer. Méx. D. F.
- NAVARRO S., A. G., 1998. Distribución Geográfica y Ecológica de la Avifauna del Estado de Guerrero, México. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias U.N.A.M., México, D. F.
- _____ y H. Benítez 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. *Ciencias* núm. esp. 7:45-54.
- _____ y H. Benítez. 1995. El dominio del Aire. Serie: La Ciencia desde México. SEP, Fondo de Cultura Económica, México, D. F.
- _____ y L. A. Sánchez-González. 2003. La diversidad de la Aves. Pp. 24-85. En Gómez de Silva H. y A. Oliveras de Ita (eds.). Conservación de las Aves; Experiencias en México. Cipamex, National Fish and Wildlife Foundation, Conabio. Méx. D.F.
- _____ y P. Escalante. 1993. Aves. pp. 443-501. En Luna V., I. y J. Llorente B. (comp.). Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México. U.N.A.M. México, D. F.
- _____ y T. Peterson. 2004. An alternative species taxonomy of birds of Mexico. *Biota Neotropica* Vol. 4. No. 2. pp 1-32.
- _____, B. E. Hernández-Baños y H. Benítez. 1993. (Las aves de Querétaro, México. Listados Faunísticos de México. IBUNAM,4, 1-75.
- _____, E. A. García-Trejo, A. T. Peterson y V. Rodríguez-Contreras. 2004. Aves. Pp. 391-421. En García-Mendoza, J., M. de Jesús Ordóñez y M. Briones-Salas (coord.) Biodiversidad de Oaxaca. U.N.A.M. Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y Worldlife Fund. México, D. F.

- _____, Peterson, A. T. & Gordillo-Martínez, A. (2003) Museums working together: the atlas of the birds of Mexico. Pp. 207-225 In: Collar, N., C. Fisher, and C. Feare (eds.) Why museums matter: avian archives in an age of extinction. Bulletin British Ornithologists' Club Supplement 123A.
- NELSON, G. y N. Platnick. 1984. *Biogeography*. Oxford/ Carolina Biology Readers Series (J. J. Head, ed.) Carolina Biological Supply Co. Burlington, North Carolina, USA. 16 p.
- NIXON, K. C. (1999). Winclada (BETA ver 0.9.99.unam21) Publisher by the autor, Ithaca, NY, USA.
- PETERSON, R. T. y E. L. Chalif. 2000. Aves de México, Guía de Campo, Identificación de todas las especies encontradas en México y el Salvador. Ed. Diana. México, D. F.
- RAMAMOORTHY, T. P. R. By, A. Lot y J. Fa (eds.). 1993. Oxford University Press. U.S.A. Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution. Oxford University Press. U.S.A.
- RAMÍREZ, J. 1899. *La vegetación de México*. Secretaría de Fomento. México, D. F. 271 pp.
- RAMÍREZ-PULIDO, y A. Castro Campillo. 1990. Provincias mastofaunísticas. Mapa IV.8.8.A. *Atlas Nacional de México*. Vol III. Instituto de Geografía. UNAM. México, D. F.
- ROJAS-SOTO, O. R., O. Alcántara-Ayala, y A. G. Navarro S. 2003. *Regionalization of avifauna of Baja California Peninsula, Mexico: a parsimony analysis of endemism and distribution modelling approach*. *Journal of Biogeography*, 30: 449-461.
- ROSEN, B. R. 1988. *From fossils to earth history: applied historical biogeography. Analytical Biogeography. An Integrated Approach to the Study of Animal and Plants Distribution*. (eds A. A. Myers and P. S. Giller), pp 437-481. Chapman and Hall. UK.
- RZEDOWSKI, J. 1978. La Vegetación de México. Limusa. México, D. F.
- _____. 1990. Provincias florísticas. Mapa IV.8.3.A. *Atlas Nacional de México*. Vol. II. Instituto de Geografía, UNAM. México.

- SCHALDACH, W. J. 1963. Birds of Colima and Adjacent Jalisco, Mexico. *Proceedings of Western Foundation of Vertebrate*. 1, 1-100
- SCHALDACH, W. J., P. Escalante and K. Winker. 1997. Further notes on the avifauna of Oaxaca, México. *Annales del Instituto de Biología UNAM, Serie Zoológica*
- SCLATER, P. L. 1858. On the Geographical Distribution of the Members of the Class Aves. *Journal of Proceedings of the Linnean Society: Zoology* 2, 130-145.
- SMITH, H. 1941. Las provincias bióticas de México, según la distribución geográfica de las lagartijas del género *Sceloporus*. *An. Esc. Nac. Cien. Biol.*, 2: 103-110.
- STUART, L.C. 1964. Fauna of Middle America. En: West, R. C. (ed.) *Handbook of Middle America Indians* 1:316-363.
- TORRES CH. M. G. 1992. Distribución altitudinal de las aves en la Sierra de Juárez, Oaxaca. Tesis Profesional Facultad de Ciencias UNAM.
- TREJO-TORRES, J. C. y J. D. Ackerman. 2001. Biogeography of the Antilles based on a parsimony analysis of orchids distributions. *Jou. Biogeography*, 28, 775-794.
- TREJO-TORRES, J. C. y J. D. Ackerman. 2002. Composition patterns of Caribbean limestone forests: Are parsimony, classification, and ordination analysis congruent? *Biotropica* 34:502-515.
- VAN ROSSEM, A. J. 1945. A distributional survey of the birds of Sonora, Mexico. Occasional Papers of the Museum Zoology. *Louisiana State University*, 21, 1-379.
- VARGAS, J. M. 1991. Escuelas y tendencias en biogeografía histórica. *Rev. Esp. de Herp.*, 6, 107-136.
- WEGENER, A. 1929. The origin of continents and oceans. Dover Publications, New York, U. S. A.
- ZUNINO, M y A. Zullini. 2003. Biogeografía. La Dimensión Espacial de la Evolución. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.

INTERNET

<http://www.conabio.gob.mx> (10/09/2002)

Anexos

Anexo 1. Lista sistemática de las 437 especies de aves de la provincia biótica Sierra Madre del Sur por subcuencas (CONABIO, 1997). Fuente de información base de datos “Atlas de las Aves de México” (Navarro *et al.*, 2003). El ordenamiento supraespecífico de acuerdo a la *American Ornithologist’s Union* (1998), la nomenclatura específica en base a la propuesta de Navarro y Peterson (2004). El estatus estacional (ST). Considera a toda la región (RG), R. Residente; M. Migratorio; T. Transitorio; V. Residente de verano; W. Oeste; E. Este, C. Centro; A. Acatitlán, Oaxaca; B. Ahujillo-Barreras, Michoacán; C. Atoyac, Guerrero; D. Alto Verde, Oaxaca; E. Bajo Verde, Oaxaca; F. Medio Verde, Oaxaca; G. Cañón del Zopilote, Guerrero; H. Coalcomán, Michoacán; I. Copalita, Oaxaca; J. Coyotepec, Oaxaca; K. Chilpancingo, Guerrero; L. Huajuapán de León, Oaxaca; M. Medio Huacapa, Guerrero; N. Mezcala Grande, Guerrero; Ñ. Mixtepec, Oaxaca; O. Oaxaca, Oaxaca; P. Omitlán-Azul, Guerrero; Q. Otatlán, Guerrero; R. Papagayo, Guerrero; S. Papaloapan, Oaxaca; T. Río del Oro, Oaxaca; U. San Antonio de la Virgen, Oaxaca; V. San Francisco del Rincón, Oaxaca; W. Sordo-Peñoles, Oaxaca; X. Tixtla, Guerrero; Y. Tlacolula de Matamoros, Oaxaca; 1. Presencia; 0. Ausencia.

TAXÓN	ST	RG	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
<i>Crypturellus boucardi</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Crypturellus occidentalis</i>	R	W	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Crypturellus soui</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Cathartes aura</i>	R		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Coragyps atratus</i>	R		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Accipiter cooperii</i>	RM		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Accipiter atricapillus</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Accipiter striatus</i>	RM		0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	
<i>Asturina plagiata</i>	RM		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Buteo albicaudatus</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Buteo brachyurus</i>	R		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Buteo jamaicensis</i>	RM		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
<i>Buteo platypterus</i>	MT		0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
<i>Buteogallus anthracinus</i>	RM		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Parabuteo unicinctus</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Caracara cheriway</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Circus hudsonius</i>	RM		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Falco columbarius</i>	M		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Falco femoralis</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Falco rufigularis</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Falco sparverius</i>	RM		0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	
<i>Harpagus bidentatus</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Micrastur ruficollis</i>	R		0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
<i>Micrastur semitorquatus</i>	R		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ortalis poliocephala</i>	R	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
<i>Ortalis vetula</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Penelope purpurascens</i>	R		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Penelopina nigra</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Colinus coyolcos</i>	R	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Cyrtonyx sallei</i>	R		0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Dactylortyx thoracicus</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Dendrortyx macroura</i>	R	E	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	
<i>Phylortyx fasciatus</i>	R	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Charadrius vociferus</i>	M		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

<i>Empidonax minimus</i>	MT	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
<i>Empidonax oberholseri</i>	MT	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>Empidonax occidentalis</i>	RM	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	
<i>Empidonax traillii</i>	MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Empidonax wrightii</i>	MT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	RM	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	
<i>Myiarchus cinerascens</i>	RMT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	
<i>Myiarchus nuttingi</i>	R	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	RM	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	
<i>Myiarchus magister</i>	R	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	MV	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Myiopagis viridicata</i>	R	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
<i>Myiozetetes texensis</i>	R	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Pachyramphus albiventris</i>	R W	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
<i>Pachyramphus uropygialis</i>	R W	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	R	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	
<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	R	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Sayornis nigricans</i>	RM	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	
<i>Sayornis phoebe</i>	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Sayornis saya</i>	RM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Tyrannus crassirostris</i>	RM W	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	
<i>Tyrannus forficatus</i>	MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Tyrannus melancholicus</i>	RM	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Tyrannus verticalis</i>	MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Tyrannus vociferans</i>	RMT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	
<i>Tityra griseiceps</i>	R W	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Xenotriccus mexicanus</i>	R W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	
<i>Manacus candei</i>	R E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Lanius ludovicianus</i>	R	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	
<i>Cyclarys flaviventris</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Vireo amauronotus</i>	R	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Vireo atricapilla</i>	MV	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Vireo bellii</i>	RMT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Vireo brevipennis</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	
<i>Vireo cassinii</i>	MT	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Vireo flavoviridis</i>	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Vireo gilvus</i>	RMT	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	
<i>Vireo huttoni</i>	R	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	
<i>Vireo hypochryseus</i>	R W	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	
<i>Vireo nelsoni</i>	R W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Vireo olivaceus</i>	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Vireo plumbeus</i>	RM	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Vireo solitarius</i>	RMT	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	
<i>Vireo philadelphicus</i>	MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Vireolanius melitophrys</i>	R	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Aphelocoma guerrerensis</i>	R W	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Aphelocoma sumichrasti</i>	R W	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	R E	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Aphelocoma unicolor</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	

<i>Myadestes unicolor</i>	R	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Ridgwayia pinicola</i>	R	E	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Sialia sialis</i>	R	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
<i>Turdus assimilis</i>	R	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1
<i>Turdus grayi</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Turdus infuscatus</i>	R	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
<i>Turdus migratorius</i>	RM	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0
<i>Turdus rufopalliatu</i>	R	W	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
<i>Melanotis caerulescens</i>	R	E	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
<i>Mimus gilvus</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Mimus polyglottos</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Toxostoma curvirostre</i>	R	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
<i>Toxostoma longirostre</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Toxostoma ocellatum</i>	R	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Bombycilla cedrorum</i>	M	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Phainopepla nitens</i>	RM	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ptilonogonys cinereus</i>	R	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Peucedramus taeniatus</i>	R	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
<i>Basileuterus belli</i>	R	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
<i>Basileuterus culicivorus</i>	R	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Basileuterus rufifrons</i>	R	E	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Basileuterus salvini</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cardellina rubrifrons</i>	RM	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Dendroica aestiva</i>	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dendroica auduboni</i>	RM	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Dendroica coronata</i>	RM	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1
<i>Dendroica discolor</i>	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Dendroica dominica</i>	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Dendroica graciae</i>	RM	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
<i>Dendroica nigrescens</i>	M	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Dendroica occidentalis</i>	M	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
<i>Dendroica pensylvanica</i>	M	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dendroica striata</i>	M	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dendroica townsendi</i>	M	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0
<i>Dendroica virens</i>	M	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Ergaticus ruber</i>	R	E	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>Euthlypis lachrymosa</i>	M	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Geothlypis poliocephala</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geothlypis trichas</i>	RM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Helmitheros vermivorum</i>	MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Icteria virens</i>	M	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Mniotilta varia</i>	M	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Myioborus miniatus</i>	R	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1
<i>Myioborus pictus</i>	R	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>Oporornis tolmiei</i>	M	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
<i>Parula americana</i>	M	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parula nigrilora</i>	RM	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Seiurus aurocapilla</i>	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seiurus motacilla</i>	M	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Seiurus noveborascensis</i>	M	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

<i>Vermivora celata</i>	RM	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1
<i>Vermivora crissalis</i>	RM	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vermivora peregrina</i>	M	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vermivora ruficapilla</i>	M	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0
<i>Vermivora virginiae</i>	M	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Wilsonia canadensis</i>	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Wilsonia pusilla</i>	M	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
<i>Chlorospingus albifrons</i>	R	W	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Chlorospingus ophthalmicus</i>	R	E	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	R		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Habia affinis</i>	R	W	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Habia salvini</i>	R	SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Habia rubicoides</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Piranga bidentata</i>	R	W	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Piranga erythrocephala</i>	R	W	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Piranga hepatica</i>	R		0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Piranga ludoviciana</i>	M		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1
<i>Piranga rubra</i>	M		0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Piranga sanguinolenta</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Thraupis abbas</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Atlapetes albinucha</i>	R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Atlapetes pileatus</i>	R		0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
<i>Aimophila acuminata</i>	R	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Aimophila botterii</i>	R		0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
<i>Aimophila cassini</i>	R	N	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aimophila humeralis</i>	R	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aimophila mystacalis</i>	R	W	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1
<i>Aimophila notosticta</i>	R	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	
<i>Aimophila rufescens</i>	R		0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1
<i>Aimophila ruficeps</i>	R		0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0
<i>Amaurospiza relicta</i>	R	W	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ammodramus savannarum</i>	M		0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Buarremon brunneinucha</i>	R		0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0
<i>Buarremon virenticeps</i>	R	E	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chondestes grammacus</i>	RM		0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Diglossa baritula</i>	R		0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Junco phaeonotus</i>	R	E	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0
<i>Melospiza lincolnii</i>	M		0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
<i>Melospiza kieneri</i>	R	W	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Oriturus superciliosus</i>	R	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pipilo albicollis</i>	R	W	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1
<i>Pipilo chlorurus</i>	M		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pipilo fuscus</i>	R		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Pipilo macronyx</i>	R	E	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>Pipilo maculatus</i>	RM		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pipilo ocai</i>	R	E	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
<i>Poocetes gramineus</i>	M		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Passerculus sandwichensis</i>	RM		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Spizella atrogularis</i>	RM		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Spizella pallida</i>	M		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

<i>Spizella passerina</i>	RM	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1				
<i>Sporophila minuta</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
<i>Sporophila morelleti</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0				
<i>Sporophila torqueola</i>	R	W	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1				
<i>Tiaris olivaceus</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0				
<i>Tiaris pusillus</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0				
<i>Volatinia jacarina</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0			
<i>Cardinalis cardinalis</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0			
<i>Passerina amoena</i>	MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0			
<i>Passerina caerulea</i>	RMT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
<i>Passerina ciris</i>	MT	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1		
<i>Passerina cyanea</i>	MT	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1		
<i>Passerina leclancherii</i>	R	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Passerina rositae</i>	R	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Passerina versicolor</i>	RM	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1		
<i>Pheucticus chrysopleus</i>	RM	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	M	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	RMT	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1		
<i>Saltator atriceps</i>	R	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
<i>Saltator vigorsii</i>	R	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Spiza americana</i>	MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Agelaius gubernator</i>	RM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Cacicus melanicterus</i>	R	W	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Euphagus cyanocephalus</i>	MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Icterus bullockii</i>	RMT	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Icterus cucullatus</i>	RMT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Icterus chrysater</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Icterus dickeyae</i>	R	W	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
<i>Icterus galbula</i>	MT	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	
<i>Icterus parisorum</i>	RMT	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
<i>Icterus pectoralis</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Icterus pustulatus</i>	R	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	
<i>Icterus fuertesi</i>	MT	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Icterus spurius</i>	RMT	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Icterus wagleri</i>	RM	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Molothrus aeneus</i>	RM	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	
<i>Molothrus ater</i>	RM	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
<i>Molothrus oryzivorus</i>	R	SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Quiscalus mexicanus</i>	R	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Sturnella magna</i>	R	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carduelis notata</i>	R	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	
<i>Carduelis psaltria</i>	R	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	
<i>Carpodacus mexicanus</i>	R	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	
<i>Coccothraustes abeillei</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chlorophonia occipitalis</i>	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Euphonia elegantissima</i>	R	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	
<i>Euphonia godmani</i>	R	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Loxia stricklandi</i>	R	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Passer domesticus</i>	R	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Anexo 2.

SUBCUENCA	REG.	ALTITUD	VEGETACIÓN	PROV. GEOL.
1. Huajuapán, Oax.	BAL	1200-1400	E, SBC, PST, VS	Mixteca
2. Acapulco, Oax.	BAL	1200-2800	SBC, E, P, VDA, PST, VS	Mixteca
3. Coyotepec, Oax.	EXT	1200-2400	E, P, MRM, PST, VS	Zapoteca
4. Río del Oro, Oax.	BAL	1400-3200	E, EP, MRM, VS	Mixteca
5. San Antonio de la Virgen, Oax.	EXT	1000-3600	SBC, E, EP, P, M, VS	Zapoteca, Cuicateca
6. Ahujillo Barreras, Mich.	EXT	1000-1200	SBC, E, EP, VS	Náhuatl
7. Sordo Peñoles, Oax.	EXT	800-3000	SBC, E, EP, P, Ab, PST, VS	Zapoteca
8. Alto Verde, Oax.	EXT	1200-3200	E, EP, P, PST, VS	Zapoteca
9. Mezcala Grande, Gro.	BAL	750-2500	SBC, MES, E, EP, P, VS	Náhuatl
10. Tixtla, Gro.	BAL	1200-2800	SBC, MES, E, PST, VS	Náhuatl
11. Oaxaca, Oax.	EXT	1200-2600	SBC, E, PST, VS	Zapoteco
12. Papagayo, Gro.	EXT	750-2600	SMSbc, E, EP, P, M, VS	Náhuatl
13. Mixtepec, Oax.	BAL	1400-3200	E, EP, P, M, Gal, VS	Mixteca
14. Coalcomán, Mich.	EXT	1400-2400	E, EP, P, VS	Náhuatl
15. Atoyac, Gro.	EXT	750-2450	SMSbc, P, M, VS	Náhuatl
16. Oatlán, Gro.	BAL	1000-2800	SBC, E, EP, P, M, VS	Náhuatl
17. Cañón del Zopilote, Gro.	BAL	1200-2000	SBC, ME, VS	Náhuatl
18. Medio Huacapa, Gro.	EXT	1200-2400	SBC, ME, VS	Náhuatl
19. Copalita, Oax.	EXT	750-2800	P, SALT, SMED, M, Ab, VS	Zapoteca
20. Papaloapan, Oax.	GLF	750-3400	SBC, SMSbc, E, EP, P, M, PST, VS	Cuicateca, Zapoteca
21. Chilpancingo, Gro.	EXT	1200-2900	SBC, EP, P, M, PST, OT, VS	Náhuatl
22. Tlacolula de Matamoros, Oax.	EXT	1200-2800	E, EP, P, M, PST, VS,	Zapoteca, Cuicateca
23. Medio Verde, Oax.	EXT	750-2400	E, EP, P, M, SBC, PST, VS	Chatina
24. San Francisco, Oax.	EXT	750-2600	SMSbc, E, EP, P, M, VS	Chatina, Zapoteca
25. Bajo Verde, Oax.	EXT	750-1800	SMSbc, E, EP, P, M, VS	Chatina
26. Omitlán Azul, Gro.	EXT	750-2600	SMSbc, EP, P, M, VS	Náhuatl

Tabla 4. Elementos que caracterizan a cada una de las subcuencas: Región hacia donde drena (REG.). BAL. Depresión del Balsas; EXT. vertiente externa Océano Pacífico; GLF. Golfo de México. Altitud, Tipo de Vegetación; SBC. Selva baja caducifolia; MES. Matorral espinoso; E. Encino; P. Pino; EP. Encino-pino; M. Mesófilo; SMSbc. Selva mediana subcaducifolia; SALT. Selva alta; SMED. Selva mediana; Ab. Bosque de *Abies*; Gal. Vegetación riparia; VDA. vegetación de desierto arenoso; MRM. Matorral rosetófilo de montaña; OT. Oate; VS. Vegetación secundaria; PST. Pastizal, y PROV. GEOL. Provincia geológica. (García-Mendoza *et al.*, 2004)

Anexo 3.

SUBCUENCA	TIPO DE CLIMA	PRECIPITACIÓN (mm)
1. Huajuapán, Oax.	Semicálido subhúmedo, Templado húmedo	500-800
2. Acatilán, Oax.	Semicálido subhúmedo, Templado húmedo, Árido cálido, Templado subhúmedo	500-800
3. Coyotepec, Oax.	Semiárido cálido, Semicálido subhúmedo, Templado subhúmedo	500-800, 800-1000
4. Río del Oro, Oax.	Templado Subhúmedo, Semicálido subhúmedo	500-800, 800-1000, 1000-1200
5. San Antonio de la Virgen, Oax.	Semiárido cálido, Semicálido subhúmedo, Árido cálido, Templado subhúmedo	- 500, 500-800, 800-1000, 1000-1200
6. Ahujillo Barreras, Mich.	Templado subhúmedo	800-1000, 1000-1500
7. Sordo Peñoles, Oax.	Templado subhúmedo, Semicálido subhúmedo, Cálido Subhúmedo, Semiárido templado	800-1000, 1000-1200, 1200-1500, 1500-2000, 2000-2500
8. Alto Verde, Oax.	Semicálido subhúmedo, Templado subhúmedo, Semiárido cálido	500-800, 800-1000
9. Mezcala Grande, Gro.	Semicálido subhúmedo, Cálido subhúmedo, semiárido cálido	500-800, 800-1000
10. Tixtla, Gro.	Semicálido subhúmedo, Cálido subhúmedo, semiárido cálido	
11. Oaxaca, Oax.	Semicálido subhúmedo, Templado subhúmedo, Semifrío subhúmedo	800-1000, 1000-1200, 1200-1500
12. Papagayo, Gro.	Semicálido subhúmedo, Templado subhúmedo	800-1000, 1000-1200, 1200-1500
13. Mixtepec, Oax.	Templado subhúmedo, Semiárido templado, Semiárido cálido, Semifrío subhúmedo	800-1000, 1000-1200, 1200-1500
14. Coacomán, Mich.	Templado subhúmedo	800-1000, 1000-1200, 1200-1500
15. Atoyac, Gro.	Semicálido subhúmedo, Templado subhúmedo, Semifrío subhúmedo,	800-1000, 1000-1500
16. Otatlán, Gro.	Semicálido subhúmedo, Templado subhúmedo, Semifrío subhúmedo,	800-1000, 1000-1500
17. Cañón del Zopilote, Gro.	Cálido subhúmedo, Semiárido subhúmedo, Templado subhúmedo	500-800, 800-1200
18. Medio Huacapa, Gro.	Cálido subhúmedo, Semiárido subhúmedo, Templado subhúmedo	500-800, 800-1200
19. Copalita, Oax.	Templado subhúmedo, Semicálido subhúmedo, Semifrío subhúmedo, Cálido subhúmedo	1000-1200, 1200-1500
20. Papaloapan, Oax.	Templado subhúmedo, Semicálido subhúmedo, Templado húmedo, Cálido húmedo, Semiárido templado, Semiárido cálido, Árido cálido, Muy árido cálido	-500, 500-800, 800-1000, 1000-1500, 1500-2000, 2000 a + 4000
21. Chilpancingo, Gro.	Semicálido subhúmedo, Templado subhúmedo, Semiárido cálido	500-800, 800-1000, 1000-1200
22. Tlacolula de Matamoros, Oax.	Árido cálido, Templado subhúmedo, Semicálido subhúmedo, Semiárido templado	500-800, 800-1000
23. Medio Verde, Oax.	Cálido subhúmedo, Semicálido subhúmedo, Templado subhúmedo	800-1000, 1000-2500.
24. San Francisco, Oax.	Cálido subhúmedo, Semicálido subhúmedo	800-1000, 1200-200
25. Bajo Verde, Oax.	Cálido subhúmedo, Semicálido subhúmedo	1000-1200, 1200-2000
26. Omitlán Azul, Gro.	Cálido subhúmedo, Semicálido subhúmedo, Templado subhúmedo	1000-1200, 1200-1500

Tabla 5. Tipo de climas y rangos de precipitación en milímetros para cada subcuena. (García, 1973; García-Mendoza et al., 2004)