



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

00377
7

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROPUESTA DE ÁREAS PARA CONSERVACIÓN
DE AVES TERRESTRES EN MÉXICO,
APLICANDO HERRAMIENTAS PANBIOGEOGRÁFICAS

289345

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO
ACADÉMICO DE
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(SISTEMÁTICA)
P R E S E N T A
ESPERANZA LÁLVAREZ MONDRAGÓN

DIRECTOR DE TESIS

DR. JUAN JOSÉ MORRONE LUPI



MÉXICO, D. F.



2001

COORDINACION
POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

para las estrellitas que iluminaron mis noches de desvelo:
Valeria, Daniela, P. Nayeli, Jessica, Karen, Karina y Fabiola P.

Figura 24	Trazos individuales de <i>Aphelocoma californica</i> , <i>A. woodhousei</i> y <i>Myadestes unicolor</i> .	32
Figura 25	Trazos individuales de <i>Poecile gambeli</i> y <i>P. sclateri</i> .	32
Figura 26	Trazos individuales de <i>Thryothorus sinaloa</i> y <i>T. maculipectus</i> .	32
Figura 27	Trazos individuales de <i>Myadestes townsendi</i> , <i>Turdus confinis</i> y <i>Aphelocoma sumichrasti</i> .	32
Figura 28	Trazos individuales de <i>Vireolanius melitophrys</i> y <i>Buarremon apertus</i> .	32
Figura 29	Trazos individuales de <i>Chlorospingus ophthalmicus</i> , <i>C. albifrons</i> , <i>C. wetmorei</i> y <i>C. postocularis</i> .	32
Figura 30	Trazos individuales de <i>Picoides nuttallii</i> , <i>Melanerpes chrysogenys</i> y <i>M. grateloupensis</i> .	33
Figura 31	Trazos individuales de <i>Melanerpes lewis</i> , <i>M. aurifrons</i> , <i>M. hypopolius</i> y <i>M. pygmaeus</i> .	33
Figura 32	Trazos individuales de <i>Melanerpes uropigyalis</i> y <i>M. pucherani</i> .	33
Figura 33	Trazo individual de <i>Lepidocolaptes leucogaster</i> .	33
Figura 34	Trazo individual de <i>Lepidocolaptes souleyeti</i> .	33
Figura 35	Trazo individual de <i>Lepidocolaptes affinis</i> .	33
Figura 36	Trazos individuales de <i>Elaenia flavogaster</i> y <i>E. martinica</i> .	34
Figura 37	Trazos individuales de <i>Piculus aeruginosus</i> , <i>Xenotriccus mexicanus</i> y <i>X. callizonus</i> .	34
Figura 38	Trazos individuales de <i>Calocitta formosa</i> y <i>Toxostoma longirostre</i> .	34
Figura 39	Trazos individuales de <i>Cyanocorax luxuosa</i> y <i>C. sanblasianus</i> .	34
Figura 40	Trazos individuales de <i>Cyanocorax beecheii</i> , <i>Aphelocoma potosina</i> , <i>Cyanocorax yucatanicus</i> y <i>Cyanolyca pumilo</i> .	34
Figura 41	Trazos individuales de <i>Campylorhynchus affinis</i> y <i>Cyanolitta cucullata</i> .	34
Figura 42	Trazos individuales de <i>Aphelocoma wollweberi</i> y <i>A. ultramarina</i> .	35
Figura 43	Trazos individuales de <i>Toxostoma rufum</i> , <i>Aphelocoma unicolor</i> y <i>A. guerrerensis</i> .	35
Figura 44	Trazos individuales de <i>Baeolophus wollweberi</i> y <i>Thryothorus modestus</i> .	35
Figura 45	Trazos individuales de <i>Baeolophus inornatus</i> , <i>B. ridgwayi</i> , <i>Calocitta colliei</i> y <i>Baeolophus bicolor</i> .	35
Figura 46	Trazos individuales de <i>Psaltriparus minimus</i> y <i>P. melanotis</i> .	35
Figura 47	Trazos individuales de <i>Campylorhynchus brunneicapillus</i> , <i>C. yucatanicus</i> y <i>C. chiapensis</i> .	35
Figura 48	Trazos individuales de <i>Campylorhynchus humilis</i> y <i>C. rufinucha</i> .	36
Figura 49	Trazos individuales de <i>Campylorhynchus gularis</i> , <i>C. jocosus</i> y <i>C. capistratus</i> .	36
Figura 50	Trazos individuales de <i>Thryothorus felix</i> , <i>Cyanocorax morio</i> y <i>Thryothorus rufalbus</i> .	36
Figura 51	Trazos individuales de <i>Toxostoma crissale</i> y <i>Thryothorus pleurostictus</i> .	36
Figura 52	Trazos individuales de <i>Thryothorus ludovicianus</i> , <i>Cyanocorax speciosa</i> y <i>Thryothorus albinucha</i> .	36
Figura 53	Trazo individual de <i>Myadestes occidentalis</i> .	36
Figura 54	Trazos individuales de <i>Toxostoma redivivum</i> , <i>T. bendirei</i> y <i>Turdus infuscatus</i> .	37
Figura 55	Trazos individuales de <i>Turdus migratorius</i> y <i>T. plebejus</i> .	37
Figura 56	Trazos individuales de <i>Toxostoma cinereum</i> y <i>Turdus grayi</i> .	37
Figura 57	Trazo individual de <i>Turdus assimilis</i> .	37
Figura 58	Trazos individuales de <i>Turdus rufopalliatus</i> y <i>Basileuterus delatitrii</i> .	37
Figura 59	Trazos individuales de <i>Toxostoma arenicola</i> , <i>T. palmeri</i> , <i>T. ocellatum</i> y <i>T. guttatum</i> .	37

Figura 60	Trazos individuales de <i>Toxostoma lecontei</i> , <i>T. curvirostre</i> y <i>Turdus rufitorques</i> .	38
Figura 61	Trazos individuales de <i>Coccothraustes vespertinus</i> y <i>Vireolanius pulchellus</i> .	38
Figura 62	Trazos individuales de <i>Ergaticus melanauris</i> , <i>E. ruber</i> y <i>E. versicolor</i> .	38
Figura 63	Trazo individual de <i>Basileuterus culicivorus</i> .	38
Figura 64	Trazos individuales de <i>Turdus graysoni</i> y <i>Basileuterus salvini</i> .	38
Figura 65	Trazo individual de <i>Basileuterus rufifrons</i> .	38
Figura 66	Trazo individual de <i>Basileuterus belli</i> .	39
Figura 67	Trazo individual de <i>Atlapetes albinucha</i> .	39
Figura 68	Trazos individuales de <i>Atlapetes pileatus</i> y <i>A. gutturalis</i> .	39
Figura 69	Trazos individuales de <i>Buarremon virenticeps</i> y <i>Turdus leucachen</i> .	39
Figura 70	Trazo individual de <i>Buarremon brunneinucha</i> .	39
Figura 71	Trazo individual de <i>Coccothraustes abeillei</i> .	39
Figura 72	Trazos generalizados 1 y 9	40
Figura 73	Trazos generalizados 2 y 11	40
Figura 74	Trazos generalizados 3 y 6	40
Figura 75	Trazos generalizados 10, 4 y 7	40
Figura 76	Trazos generalizados 5 y 8	41
Figura 77	Trazo generalizado 12	41
Figura 78	Trazos generalizados 14 y 13	41
Figura 79	Total de nodos panbiogeográficos obtenidos, con base en el mapa de las Provincias Biogeográficas de México	46
Figura 80	Sobreposición de los 15 nodos panbiogeográficos con las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves de México	55
Figura 81	Sobreposición de los 15 nodos panbiogeográficos con las Áreas Naturales Protegidas de México	57

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	2
BIOGEOGRAFÍA	2
PANBIOGEOGRAFÍA	3
ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN MÉXICO	3
CRITERIOS PARA DETERMINAR ÁREAS DE CONSERVACIÓN DE AVES	7
APLICACIÓN DE MÉTODOS DE LA BIOGEOGRAFÍA HISTÓRICA A LA CONSERVACIÓN	9
JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	12
OBJETIVO GENERAL	12
OBJETIVOS PARTICULARES	12
MÉTODOS	
PANBIOGEOGRAFÍA	13
ANÁLISIS DE COMPLEMENTARIEDAD	17
DIVERSIDAD FILOGENÉTICA	20
COMPARACIÓN DE NODOS CON AICA'S Y ANP'S	20
RESULTADOS	
TRAZOS INDIVIDUALES Y TRAZOS GENERALIZADOS	21
NODOS PANBIOGEOGRÁFICOS	42
COMPLEMENTARIEDAD	45
DIVERSIDAD FILOGENÉTICA	51
COMPARACIÓN DE NODOS PANBIOGEOGRÁFICOS CON AICA'S	54
COMPARACIÓN DE NODOS PANBIOGEOGRÁFICOS CON ANP'S	56
PROPUESTA DE ÁREAS PARA LA CONSERVACIÓN	56
DISCUSIÓN	61
CONCLUSIONES	68
LITERATURA CITADA	70
APÉNDICE I	75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Especies por trazo generalizado	27
Cuadro 2	Trazos generalizados que intervienen en los distintos nodos	45
Cuadro 3	Complementos residuales por nodo	47
Cuadro 4	Prioridad de nodos basada en Humphries <i>et al.</i> (1991)	47
Cuadro 5	Orden de prioridad basada en las diferentes herramientas	48
Cuadro 6	Riqueza de especies por pares de nodos	49
Cuadro 7	Índice de complementariedad de Colwell y Coddington (1994)	50
Cuadro 8	Prioridad de nodos basada en la diversidad filogenética	51
Cuadro 9	Especies con estatus de protección	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México.	6
Figura 2	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves de México.	10
Figura 3	Puntos de distribución de <i>Chlorospingus albifrons</i> .	14
Figura 4	Unión de los puntos de distribución mediante el método de distancia mínima.	14
Figura 5	Red de longitud mínima equivalente a un trazo individual.	14
Figura 6	Trazo individual de <i>Chlorospingus albifrons</i> .	14
Figura 7	Sobreposición de los trazos individuales de <i>Chlorospingus albifrons</i> y <i>Cyanolyca mirabilis</i> .	15
Figura 8	Trazo generalizado obtenido de los trazos individuales de <i>Chlorospingus albifrons</i> y <i>Cyanolyca mirabilis</i> .	15
Figura 9	Punto de intersección obtenido de la sobreposición de dos trazos generalizados.	15
Figura 10	Nodo obtenido por medio del método panbiogeográfico.	15
Figura 11	Provincias biogeográficas de México.	18
Figura 12	Trazos individuales de <i>Melanerpes bairdi</i> , <i>M. angustifrons</i> y <i>M. formicivorus</i> .	30
Figura 13	Trazo individual de <i>Xiphorhynchus flavigaster</i> .	30
Figura 14	Trazos individuales de <i>Psaltriparus plumbeus</i> , <i>Cyanolyca mirabilis</i> , <i>C. nana</i> y <i>Melanerpes polygrammus</i> .	30
Figura 15	Trazos individuales de <i>Colaptes chrysoides</i> y <i>Xiphorhynchus erythropygius</i> .	30
Figura 16	Trazos individuales de <i>Picoides arizonae</i> , <i>P. stricklandi</i> y <i>Melanerpes santacruzi</i> .	30
Figura 17	Trazo individual de <i>Picoides scalaris</i> .	30
Figura 18	Trazos individuales de <i>Picoides villosus</i> , <i>P. jardinii</i> y <i>P. sanctorum</i> .	31
Figura 19	Trazos individuales de <i>Piculus auricularis</i> y <i>P. yucatanensis</i> .	31
Figura 20	Trazos individuales de <i>Colaptes rufipileus</i> , <i>C. cafer</i> y <i>C. mexicanoides</i> .	31
Figura 21	Trazos individuales de <i>Grallaria ochraceiventris</i> , <i>G. binfordi</i> y <i>G. guatemalensis</i> .	31
Figura 22	Trazos individuales de <i>Cyanocitta diademata</i> , <i>C. coronata</i> y <i>C. ridgwayi</i> .	31
Figura 23	Trazos individuales de <i>Cyanocorax dickeyi</i> , <i>Campylorhynchus megalopterus</i> y <i>C. zonatus</i> .	31

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas y cada una de las personas que de alguna manera participaron en la elaboración de esta tesis y aunque quizá a varias de ellas no mencione específicamente y esperando lo comprendan, tengo muy presente el apoyo de muchas manos en esta etapa que considero fue difícil.

A Lilia Espinosa y Gustavo Fernández, quienes con paciencia y dedicación me ayudaron y facilitaron la mayoría de los trámites necesarios durante el Posgrado, además de ofrecerme su valiosa amistad.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por su apoyo económico durante la realización de mis estudios, lo cual hizo posible alcanzar esta meta.

Al Instituto Nacional de Ecología (INE) por proporcionarme el mapa digital actualizado de las Áreas Naturales Protegidas de México (versión 2000).

A la M. en C. Laura Márquez, por proporcionarme información y el mapa de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves de México (AICA's), por su orientación en el mismo tema, por sus consejos y por brindarme una gran amistad.

Les agradezco a los Dres. Juan José Morrone Lupi y Adolfo Navarro Sigüenza por la amistad y la paciencia de ambos para orientarme y aconsejarme para llevar a un buen término esta tesis.

Agradezco a la Dra. Patricia Escalante por entenderme y ayudarme siempre que fue necesario. A los Dres. M. del Coro Arizmendi y David Espinosa por sus comentarios que lograron pulir mi trabajo.

Quiero agradecer al personal del Museo de Zoología por estar siempre al pendiente de mis avances, en especial a los Biólogos Luis Canseco, Elsa Figueroa, Nelly Medina, Alejandro Gordillo, Fernando Puebla, Hugo Rivas, José Luis Salinas y a los M. en C. Gabriela Ibáñez, Octavio Rojas e Isabel Vargas.

Agradezco al M. en C. Armando Luis por enchincharme de vez en cuando y permitirme el uso de las instalaciones y material del Museo para poder desarrollar y llegar a la culminación de mi proyecto.

Gracias Laurita, Gaby Deras, Samuel, Erick, Yoshi y César, por su infinita paciencia en mis momentos de desesperación y el gran apoyo incondicional que siempre me brindaron. A los tres últimos por su atención y tiempo cada que solicité su ayuda con el Arc View y las bases de datos.

Al Biól. Carlos Ruiz por dedicarme de su tiempo y orientarme cuando lo solicité para ayudarme con la elaboración de los mapas.

Agradezco a la Biól. Angélica Navarro por su ayuda en el análisis de aspectos de vegetación, además por su comprensión y apoyo cuando tanto lo necesité.

A la Biól. Miriam Torres, le agradezco por impulsarme a seguir adelante y preocuparse por mí aun cuando ya no la tengo tan cerca.

Al Dr. Fernando Cervantes por seguir de cerca cada paso que avanzaba, dándome su apoyo y motivándome para no dejarme caer.

Luisiilio, gracias por ser mi apoyo siempre cuando sentí flaquear, por dedicarme de tu tiempo, paciencia y ayuda para analizar y escribir de la mejor manera posible esto que hoy terminé.

Gaby Ibáñez, te agradezco la energía, la motivación y la chispa de ánimos que siempre inyectaste en mí, principalmente cuando he pasado por momentos tan difíciles. Te agradezco también, los comentarios y consejos que me impulsaron a continuar.

Baldo (Biól. U. Guzmán), especialmente para tí este agradecimiento por tu gran ayuda tanto práctica como moral, prometido ... seguiré de pie!

A mi hermanita Claus (Biól. C. Rodríguez), a mis buenos amigos Ely (P. de Biól. E. Jiménez) y Sergio (P. de Biól. S. Larios), a los grandiosos Rafa (Biól. R. Herrera), Héctor (Biól. H. Garza), Griselda (Dra. G. Escalona) y Jorge (M. en C. J. Vargas), a todos ellos, que por más lejos que se encontraran, estaban a mi lado impulsándome a seguir adelante.

Quiero agradecer a dos luceros que me iluminaron cada que sentía que mi camino se oscurecía, porque con su presencia y su amistad Paty (Biól. P. Feria) y Lili (M. en C. L. Lara) logré llegar al final.

Deseo agradecer especialmente a una mariposita que desde el principio voló junto a mí, apoyándome, luchando, sufriendo y riendo conmigo en todo momento ... gracias Mary (Biól. M. V. Rosas).

Gracias MARV por intentarlo.

Agradezco con mucho cariño a mis hermanos Paco y Toño por soportar tantos desvelos e interrupciones en sus actividades para ayudarme con esto que hoy logro concluir.

Especialmente agradezco a mis padres, la Sra. Petra Mondragón y el Sr. Antonio Alvarez, quienes han confiado en mí y me han brindado siempre el apoyo y el cariño con lo que tuve la ilusión y la fuerza de seguir adelante.

RESUMEN

La Panbiogeografía es un enfoque de la biogeografía histórica que consiste en determinar relaciones históricas entre áreas biogeográficas y se lleva a cabo básicamente en tres pasos: (1) obtención de trazos individuales de los taxones seleccionados, (2) búsqueda de trazos generalizados, los cuales señalan biotas ancestrales fragmentadas por eventos geológicos, y (3) determinación de nodos, que indican áreas complejas biótica y geológicamente. Con el objeto de delimitar áreas para la conservación de aves de México, se aplicó el método panbiogeográfico a 139 especies terrestres residentes. Se delineó un trazo individual por especie, y al detectar las coincidencias entre los diferentes taxones, se reconocieron 14 trazos generalizados y 15 nodos, éstos considerándose por poseer elementos de origen diverso especialmente importantes para la conservación.

Para determinar entre los 15 nodos obtenidos las áreas con prioridad a ser conservadas, se utilizaron herramientas de complementariedad, diversidad filogenética y estatus de protección de las especies. Resultando los nodos "Oaxaca este" y "Guerrero centro" siempre entre los tres primeros lugares.

Por otra parte, se compararon las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's) y las Áreas Naturales Protegidas (ANP's) de México con los nodos panbiogeográficos, demostrando que existen huecos hasta ahora no protegidos, pero que, al menos desde un punto de vista ornitológico ya se están contemplando.

Palabras Claves: panbiogeografía, nodos, áreas de conservación, aves terrestres, AICA, ANP.

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad está constituida por los seres vivos, su abundancia relativa, su asociación en ecosistemas y los procesos ecológicos que llevan a cabo, los cuales juegan un papel importante en el funcionamiento del planeta. En México, como en cualquier parte del mundo, es muy importante conocer la biodiversidad, saber cómo se distribuye y en qué condiciones se encuentra, para así poder plantear estrategias para su cuidado y evitar su pérdida, que sería irreversible, pues es el principal recurso natural para el hombre (Mittermeier y Goettsch de Mittermeier, 1992; Morrone y Crisci, 1992).

Desafortunadamente, en la actualidad esta biodiversidad se encuentra en una grave crisis, debido a que en general los biomas están en peligro y por lo tanto se favorece el aumento de la tasa de extinción de especies. Estudios recientes asumen que entre el 50% y el 90% de especies de la flora y de la fauna desaparecerá dentro de los próximos 100 años, debido al impacto directo e indirecto de la intervención del hombre (Berthold, 1993), si no se aplican rápidamente las medidas de conservación necesarias. Esta pérdida de la biodiversidad, la cual se encuentra entre las principales preocupaciones del hombre, muestra la necesidad imperiosa de diseñar estrategias para conservar áreas de importancia biológica.

México es reconocido como uno de los siete países con mayor riqueza biológica del mundo (Toledo, 1988; Flores y Navarro, 1993), pero desafortunadamente también es reconocido por su acelerado deterioro ambiental (Ordoñez y Flores, 1995). Esto significa que es un país megadiverso en el cual es preciso buscar y proponer áreas de importancia para la conservación.

Las aves son reconocidas como un buen grupo para determinar áreas de conservación, ya que han servido como grupo indicador de condiciones ambientales, además de servir como modelo en estudios de biología general (Mayr, 1988).

La biogeografía constituye una herramienta básica para el entendimiento y conservación de la diversidad biológica (Morrone y Crisci, 1992; Forey *et al.*, 1994; Morrone y Espinosa, 1998). La principal intención de este trabajo es aplicar un método biogeográfico histórico y la información disponible de las aves de México, con el objetivo de detectar áreas para conservar.

ANTECEDENTES

Es preciso reconocer que la diversidad biológica de nuestro planeta está en una profunda crisis, por lo que es urgente diseñar una estrategia para recuperar y conservar lo que aún nos queda. En la actualidad, las áreas a ser conservadas se eligen con criterios muy diversos y a menudo conflictivos, como estéticos, políticos, necesidades de recreación o recursos económicos (Morrone y Crisci, 1992). Recientemente, la biogeografía se reconoce como una disciplina destinada a cumplir un importante papel en la conservación de la biodiversidad (Morrone y Espinosa, 1998), con base en criterios científicos relacionados con métodos filogenéticos (Humphries *et al.*, 1991) y panbiogeográficos (Grehan, 1989). Siguiendo estos criterios es posible elegir áreas para rescatar en caso de ser necesario y para conservar cuando sea posible la biodiversidad.

Para entender la relación existente entre la conservación de la biodiversidad y los métodos biogeográficos, es necesario definir a la biogeografía dando mayor énfasis a la panbiogeografía como punto de interés en el presente trabajo.

BIOGEOGRAFÍA

La biogeografía es la ciencia que estudia la distribución de los seres vivos, tanto en el espacio como en el tiempo (Espinosa y Llorente, 1993), por lo tanto se encarga de analizar e interpretar los patrones de distribución (Morrone y Espinosa, 1998) que actualmente se reconocen y que se repiten entre diferentes taxones animales y vegetales, sugiriendo que comparten una historia común (Craw *et al.*, 1999).

Con respecto a la biogeografía histórica, es importante mencionar que en un principio estuvo dominada por la explicación dispersionista, que deriva de los conceptos tradicionales de centros de origen y dispersión (Morrone y Crisci, 1995). Posteriormente, Hennig y Brundin proponen la biogeografía filogenética, principalmente basada en la dispersión, pero aceptando en algunos casos la explicación de la vicarianza. En 1958, Croizat pone en duda la explicación de la dispersión y promueve la vicarianza como un proceso importante en una aproximación llamada panbiogeografía, la cual parte de la construcción de trazos individuales y produce trazos generalizados (Espinosa y Llorente, 1993). En las últimas décadas del siglo XX, las ideas de Croizat y Hennig fueron combinados por Nelson y Platnick (1981) creando la llamada biogeografía cladística, en donde se enfatiza la investigación de patrones biogeográficos congruentes, utilizando cladogramas de áreas (Espinosa y Llorente, 1993). Finalmente, Rosen (1988) propone el

método de análisis de simplicidad de endemismos, en el cual se clasifican las áreas por los taxones compartidos.

PANBIOGEOGRAFÍA

La biogeografía histórica estuvo enmarcada por más de un siglo en la tradición dispersionista iniciada por Darwin (1859) y Wallace (1876), suponiendo básicamente que las especies se dispersaban a partir de centros de origen atravesando barreras preexistentes. En la década de 1950, Léon Croizat propuso que "la vida y la Tierra evolucionan juntas", es decir, que las barreras evolucionan conjuntamente con las biotas (Morrone y Crisci, 1990). Este nuevo paradigma se denominó panbiogeografía.

La panbiogeografía es un método de la biogeografía histórica destinado a determinar relaciones históricas entre áreas biogeográficas (Morrone y Crisci, 1992), considerando que las distribuciones de los taxones evolucionan en dos etapas (Grehan, 1989):

1. Estado de movilidad. Los organismos se hallan en este estado cuando los factores son favorables, expandiendo activamente su área de distribución geográfica.
2. Estado de inmovilidad o estabilidad. Cuando los organismos han ocupado todo el espacio geográfico o ecológico disponible, resulta posible el aislamiento espacial de las poblaciones en distintos sectores del área mediante barreras, y la consecuente diferenciación de nuevos taxones.

El enfoque panbiogeográfico intenta llevar a cabo una síntesis entre sistemática, geología y ecología, que puede arrojar una visión novedosa sobre el problema de la determinación de las áreas a ser conservadas (Grehan, 1989), al expresar la riqueza relativa de especies en el área y la riqueza de orígenes históricos en forma simultánea (Morrone y Crisci, 1992).

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN MÉXICO

Los primeros antecedentes de la creación de áreas naturales protegidas en México se deberían a los mayas, quienes incluían en sus sistemas de producción la protección estricta de ciertas zonas y periodos de descanso en áreas explotadas. Por otra parte, Nezahualcóyotl en el siglo XV reforestó áreas cercanas al Valle de México, y durante el siglo XVI el emperador Moctezuma II fundó algunos parques zoológicos y jardines botánicos (Vargas, 1984).

La política de áreas protegidas se inició en 1876 bajo la presidencia de Sebastián Lerdo de Tejada, con la expropiación del Desierto de los Leones, en función de la importancia de sus manantiales. En 1917, esta misma zona fue decretada como el primer Parque Nacional de México, aun cuando en 1898 se había decretado el Bosque Nacional El Chico, Hidalgo. En 1926 se promulgó la primera Ley Forestal aplicable a toda la República Mexicana, en la que se definieron legalmente las áreas protegidas y se reconoció la importancia de proteger los recursos naturales de la nación (CONABIO, 1998).

Lázaro Cárdenas fue el presidente más activo en cuanto a la creación de parques nacionales, decretando 36, con una extensión total de 800 mil hectáreas. La actuación de Cárdenas en este ámbito se justificaba por el evidente deterioro que mostraban los bosques mexicanos ya en aquél entonces. Para solucionar de alguna manera este problema, se estableció el Departamento Autónomo Forestal y de Caza y Pesca, bajo la dirección de Miguel Ángel de Quevedo (INE, 1999).

Hacia principios de los ochenta, México contaba con 56 parques nacionales, los cuales constituían prácticamente la totalidad de las áreas naturales protegidas, concentrados sobre todo en los estados de Nuevo León, Veracruz, Estado de México, Tlaxcala y Puebla (CONABIO, 1998).

La adscripción sectorial de los parques nacionales como áreas naturales protegidas pasó de una secretaría a otra hasta ubicarse finalmente en 1995 a través del Instituto Nacional de Ecología (INE) en la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP).

A fines de la década de los setenta se introducen nuevos elementos conceptuales y de manejo para las áreas naturales protegidas, destacando la fórmula de Reservas de la Biosfera (INE, 1999). Las Reservas de la Biosfera expresan un nuevo esquema de conservación y desarrollo regional, siendo las primeras reservas de este tipo Mapimí y la Michilía en Durango y Montes Azules en Chiapas.

A partir de 1983, con la creación de la SEDUE, empieza un proceso vigoroso de creación de reservas de la biosfera y de otras categorías de áreas naturales protegidas, que se sumaron a los parques nacionales establecidos desde la década de los treinta. Se destaca en dicho decenio la creación de reservas tan importantes como la de Vizcaino, Calakmul y Manantlán, entre otras. Sin embargo, los decretos no fueron respaldados por apoyo *in situ*, ni consultados a los pobladores locales, por lo que se convirtieron en "parques de papel" (ideas solo escritas).

El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) está conformado por áreas naturales prioritarias de carácter federal, debido a su alta biodiversidad (Domínguez, 1999). Hasta 1996, el SINAP comprendía 89 áreas decretadas, que cubrían poco más del 5% del territorio nacional (10 millones de hectáreas) estando agrupadas en las siguientes categorías (INE, 1999):

- Reserva de la Biosfera (RB)
- Reserva Especial de la Biosfera (REB)
- Parque Nacional (PN)
- Parque Marino Nacional (PMN)
- Áreas de Protección de Flora y Fauna silvestre y acuáticas (APFF)
- Monumento Natural (MN)

Las categorías siguen cambiando, sin embargo, de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 1997) y el INE (1999), dependiendo de la superficie territorial, del tipo de elementos de interés, del tipo de ecosistema, entre otros, los criterios han sido en general representar zonas biogeográficas con ecosistemas no alterados significativamente por acción del hombre, zonas que permitan investigación, recreación, educación científica e histórica, así como preservación y aprovechamiento de recursos naturales. Por otro lado, se contemplan los elementos biológicos que pueden preservarse en las áreas, dando mayor importancia a especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción (INE, 1999).

Actualmente, debido a una nueva revisión de criterios realizada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, las categorías han sido modificadas nuevamente, siendo eliminada la Reserva Especial de la Biosfera (Biól. Jorge Carranza, *com. pers.*).

En enero de 1999, se solicitó a la titular de la SEMARNAP la integración de 41 ANP's al SINAP, lo cual fue autorizado en marzo del mismo año, el número de áreas naturales protegidas con decreto reconocidas por el INE e incluidas en el SINAP fue de 117 áreas hasta octubre de 1999 cuando el Valle de Tehuacán-Cuicatlán fue decretado oficialmente. Por el momento se cuenta con un mapa de 119 ANP's de interés de la federación (INE, en prep., Figura 1). Al parecer, hay seis áreas que están en proceso de ser incluidas en el SINAP y por tanto, en proceso de actualización en dicho mapa (Biól. Jorge Carranza, *com. pers.*).

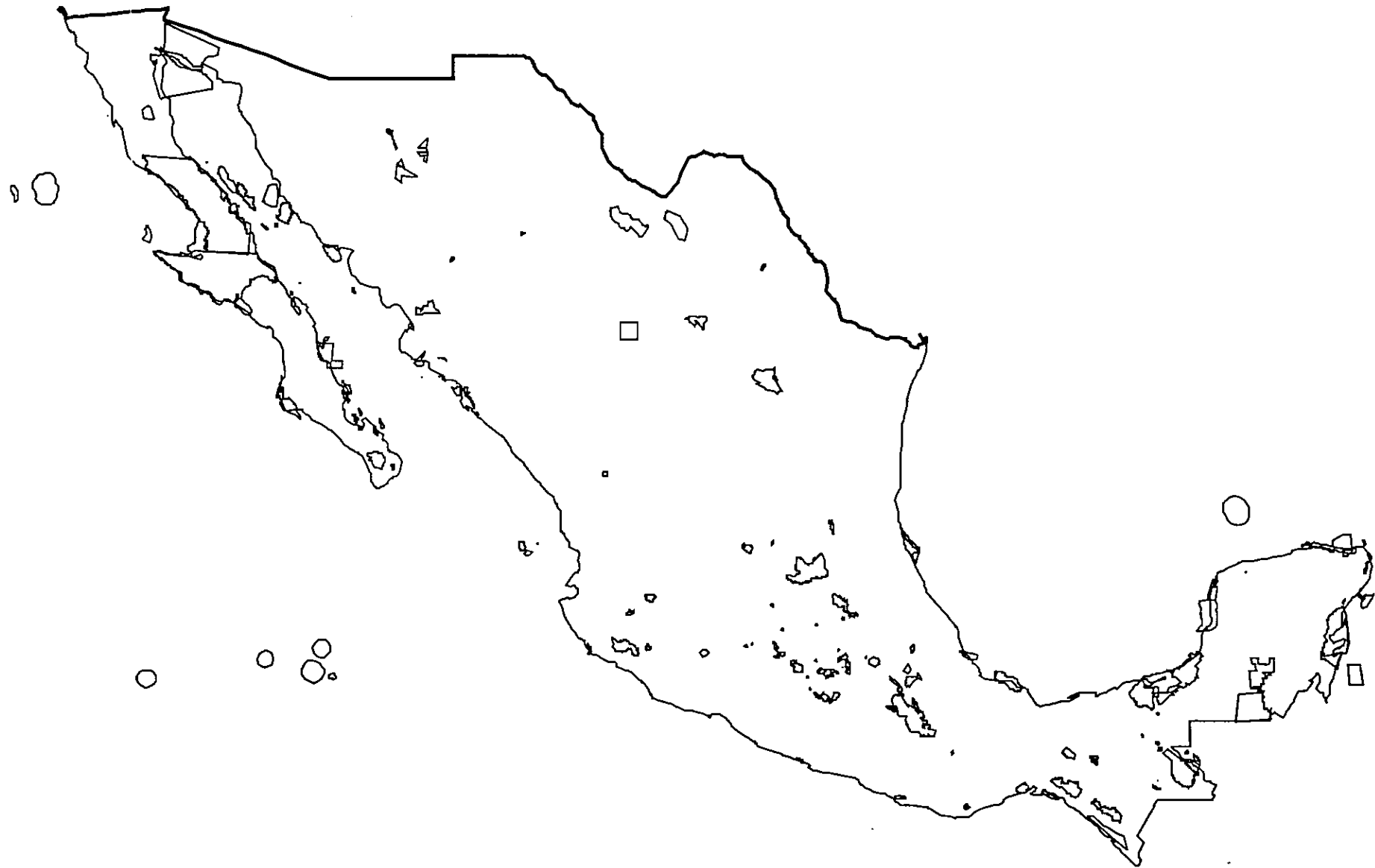


Figura 1. Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México (SINAP). Fuente: Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP (2000).

Es importante aclarar, que existen áreas nacionales protegidas decretadas no reconocidas por la federación, sin embargo en el Programa de Areas Naturales Protegidas de México 1995-2000, se establecieron los elementos para el funcionamiento del Sistema (Domínguez, 1999), encontrando los criterios de selección de las áreas que se incorporarán al SINAP a partir de revisiones de áreas naturales protegidas reconocidas a nivel estatal.

Finalmente, es preciso reconocer que a lo largo de los años ha existido la preocupación por proteger y conservar nuestra biodiversidad. Es importante mencionar que en materia de Áreas Naturales Protegidas, en la LGEEPA (1997) siempre ha existido esta preocupación y por lo tanto persigue el fortalecimiento de la capacidad institucional para preservar los recursos naturales y la flora y la fauna silvestre, regular su aprovechamiento sustentable, así como proporcionar incentivos a la sociedad para participar en su preservación, protección, restauración y administración.

CRITERIOS PARA DETERMINAR ÁREAS DE CONSERVACIÓN DE AVES

Desafortunadamente, las áreas naturales protegidas (ANP) no han sido establecidas en los lugares biológicamente estratégicos, sino más bien en los sitios donde se han presentado las mejores oportunidades para crear un área protegida. De un tiempo a la fecha, los criterios para establecer ANP son principalmente la riqueza de especies, la presencia de vegetación única (Ordóñez y Flores, 1995) e incluso, el tratar de establecer ANP en áreas con mayor grado de destrucción de su vegetación (Vargas, 1984).

A nivel mundial, la acción conservacionista referida a aves se emprendió tempranamente en Alemania, aprobándose en 1888 la primera ley de Estado para la protección de las aves, y en 1989 se fundó la Sociedad para la protección de las aves de dicho país. Posteriormente, en 1904, cuando Conwentz sugirió la preservación de monumentos naturales, se inició la era del establecimiento de reservas naturales (Berthold, 1993).

Para el establecimiento de prioridades para la conservación de aves, algunos criterios han sido la presencia de especies migratorias (e. g. Rappole *et al.*, 1983), o de comunidades con especies endémicas y áreas de endemismo, considerando su protección a nivel global y nacional respectivamente (Stotz *et al.* 1996).

En relación con la importancia de las áreas de endemismo, de acuerdo con el libro publicado por BirdLife International "Endemic Bird Areas of the World: Priorities for Biodiversity Conservation", México es la segunda nación en cuanto a número de Áreas

Endémicas de Aves (EBA's, siglas en inglés), pues tiene un total de 18 EBA's repartidas en el territorio mexicano. Otro programa de BirdLife es el de las Áreas Importantes para las Aves (IBA's por sus siglas en inglés o AICA's en español), el cual pretende crear a nivel mundial una red de sitios que destaquen por su importancia en el mantenimiento a largo plazo de las poblaciones de aves (Arizmendi y Márquez, 2000).

El programa de las IBA's en México lo está desarrollando CIPAMEX (Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves) de manera conjunta con BirdLife International (Arizmendi y Márquez, 2000). Este programa se inició en enero de 1997 con el compromiso de conservar los lugares donde anidan, se reproducen y alimentan una gran cantidad de aves, tanto endémicas como migratorias, de interés para Canadá, Estados Unidos de América y México (CONABIO, 1998). Se inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norte América (CCA), con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. De acuerdo con los lineamientos propuestos por los representantes de los tres países, estas áreas se definen como (Arizmendi y Márquez, 2000):

- los sitios con significado internacional para la conservación a escala subregional, regional o global,
- áreas consideradas como herramientas prácticas para la conservación,
- se escogerán utilizando criterios estandarizados,
- siempre que sea posible, deberán ser suficientemente grandes para soportar poblaciones viables de las especies para las cuales son importantes,
- deberán ser posibles de conservar,
- si es apropiado, deberán incluir las redes existentes de áreas naturales protegidas,
- no son apropiadas para la conservación de todas las especies, y para algunas es posible que representen solamente parte de sus áreas de distribución,
- deben ser parte de un plan general de conservación en donde se manejen sitios, especies y hábitats como unidades de conservación,
- de manera ideal cada sitio debe ser lo suficientemente grande para mantener poblaciones viables de las especies que se quieran conservar.

Los criterios utilizados en la designación de las AICA's se resumen en las cinco categorías siguientes (Arizmendi y Márquez, 2000):

- Categoría 1. Sitio en donde se presentan números significativos de especies que se han catalogado como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o declinando numéricamente.
- Categoría 2. El sitio mantiene poblaciones locales con distribución restringida.
- Categoría 3. El sitio mantiene conjuntos de especies restringidos a un bioma o hábitat único o amenazado.
- Categoría 4. Sitios que se caracterizan por presentar congregaciones grandes de individuos.
- Categoría 5. Sitios importantes para la investigación ornitológica.

A la fecha se cuenta con un total de 225 AICA's en México (Figura 2), distribuidas en todos los Estados de la República Mexicana. Cada AICA cuenta con información y un mapa, además de un mapa que representa la ubicación de cada una, esto puede ser consultado en Arizmendi y Márquez (2000) o en internet (<http://www.conabio.gob.mx>).

APLICACIÓN DE MÉTODOS DE LA BIOGEOGRAFÍA HISTÓRICA A LA CONSERVACIÓN

Humphries *et al.* (1995) asumen que las medidas de diversidad pueden ser calculadas usando la taxonomía, siempre y cuando se tenga la información disponible, pensando entre otros aspectos en el geográfico, es decir analizando las escalas espaciales apropiadas.

Los patrones de distribución pueden ser descritos por medio de interpretaciones biogeográficas, como lo hicieron Franco-Rosselli y Berg (1997) con el género *Cecropia* (Cecropiaceae). Otro trabajo con estos fines es el de Morrone (1996), quien utilizó métodos panbiogeográficos para describir los patrones de distribución de curculiónidos de Sudamérica austral, y el trabajo más reciente con estos propósitos es el de Contreras *et al.* (1999), quienes aplicaron el método panbiogeográfico para identificar los principales patrones de distribución de las gimnospermas.

Existen estudios biogeográficos aplicados para analizar relaciones históricas utilizando enfoques panbiogeográficos, como es el caso del trabajo de Cortés y Franco (1997), quienes trabajaron con la Flora de Chiribiquete, Colombia. Estudios de biogeografía, junto con la taxonomía y la evolución han servido para la revisión de taxones como por ejemplo del género *Coprosma* (Rubiaceae) realizada por Heads (1996).

Escalante (*en prep.*) encontró áreas de endemismo de mamíferos en México, aplicando el método de Análisis de Simplicidad de Endemismos (PAE).

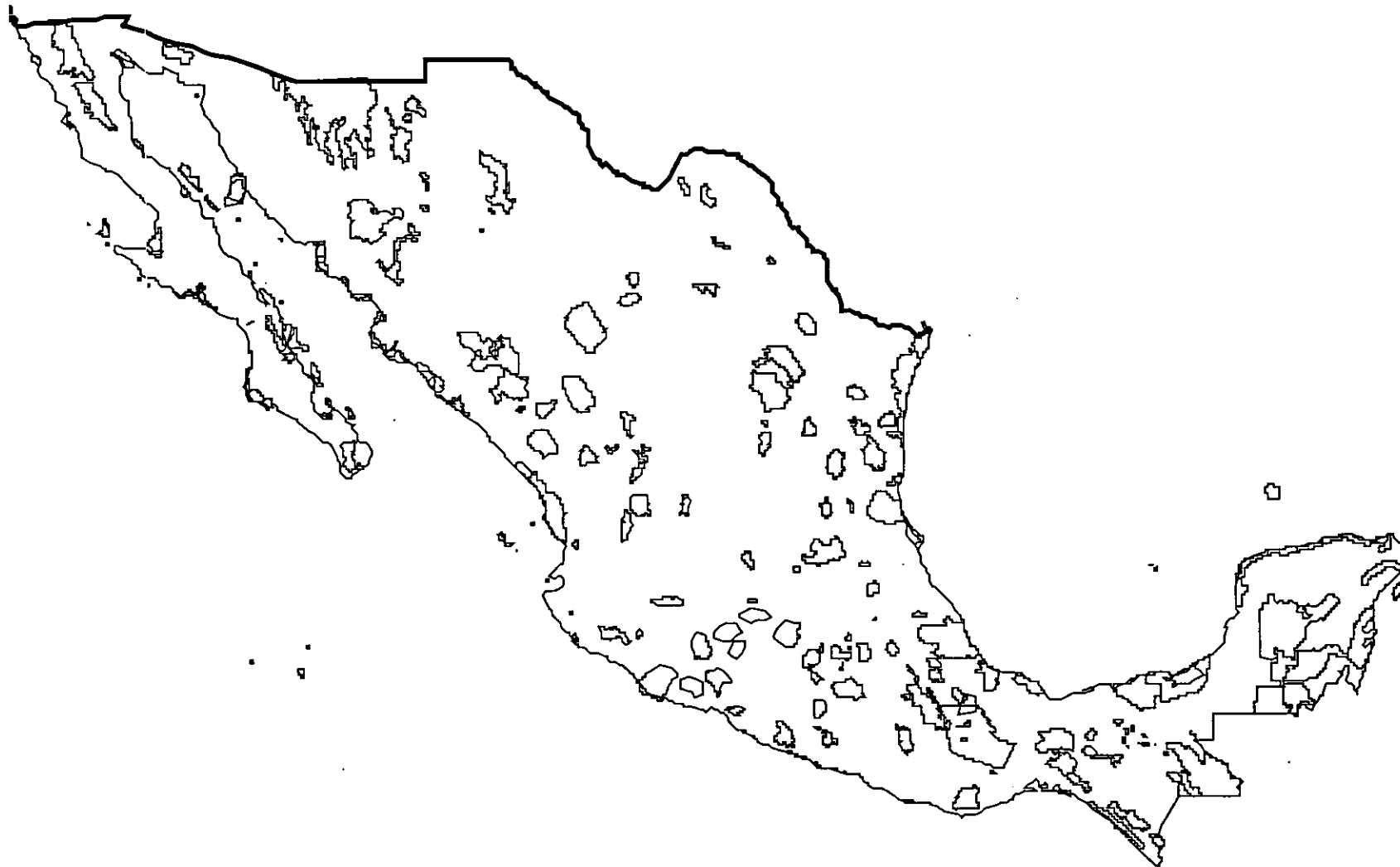


Figura 2. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves de México (AICA's). Fuente: Arizmendi y Márquez (2000).

Recientemente, se han propuesto criterios científicos relacionados con métodos panbiogeográficos para elegir áreas para la conservación de la diversidad biológica (Morrone y Crisci, 1992; Grehan, 1995), los cuales han sido utilizados para muy pocos grupos biológicos.

Es posible que uno de los pocos trabajos en términos de propuestas de áreas de importancia para conservación sea el realizado por Morrone (1999), quien utilizó como grupo biológico algunos coleópteros de la familia Curculionidae de los Andes. Se presume que el trabajo de Gutiérrez (*en prep.*) con pulgas y mamíferos y el presente, serán de los primeros en México y con vertebrados, en que se aplique el enfoque panbiogeográfico con fines de conservación.

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La conservación de la diversidad biológica significa el manejo y la conservación de los recursos naturales (Anaya *et al.* 1992), por lo que es prioritario conocer la riqueza biológica con que cuenta México, lo cual se precisa a partir de los inventarios actualizados de la fauna y la flora presentes en las diferentes regiones, que llevan a cabo distintas instituciones y grupos de investigadores científicos. Dichos inventarios sirven de apoyo para encontrar las áreas que cuenten todavía con las condiciones apropiadas para su conservación, dado que en México existen procesos económicos y sociales que convergen para causar una acelerada destrucción de nuestros riquísimos ecosistemas (Flores-Villela y Gerez, 1994).

Aun cuando los inventarios biológicos de México no están completos, para el grupo de las aves (principalmente los paserinos) se tiene una buena representación de registros (colectados, visuales y auditivos) lo suficientemente completa como para obtener buenos resultados con análisis biogeográficos que permitan proponer áreas para conservar la diversidad biológica de México. Por lo tanto, en este trabajo se plantean los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

- Proponer áreas para la conservación de aves terrestres en México, mediante la aplicación de herramientas panbiogeográficas.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Definir la existencia de biotas ancestrales de aves por medio de trazos generalizados, mediante la aplicación del método panbiogeográfico.
- Descubrir nodos que indiquen áreas con elementos taxonómicos de origen diverso, que puedan considerarse importantes para su conservación.
- Comparar los sitios de conservación de aves obtenidos mediante el método panbiogeográfico, con las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA's) y con las Áreas Naturales Protegidas (ANP's) de México.

MÉTODOS

PANBIOGEOGRAFÍA

Para comprender el método panbiogeográfico es necesario definir los siguientes conceptos básicos (Morrone y Crisci, 1990, 1992, 1995; Morrone y Espinosa, 1998):

Trazo individual. Es una red de longitud mínima o árbol de tendido mínimo, obtenido al unir los puntos de distribución del taxón en estudio (Figura 3), mediante una línea de menor distancia como se aprecia en las Figuras 4 y 5. Este trazo representa coordenadas espaciales donde el taxón se distribuye y evoluciona (Figura 6).

Trazo generalizado. Es cuando dos o más trazos individuales de diferentes taxones coinciden (Figuras 7 y 8). Éste indica la existencia de biotas ancestrales ampliamente distribuidas en el pasado y fragmentadas por eventos físicos.

Nodo. Es el punto de intersección o convergencia entre dos o más trazos generalizados (Figuras 9 y 10). Los nodos representan áreas complejas donde biotas ancestrales estuvieron en contacto, desde el punto de vista biótico y/o geológico. En términos de conservación, los nodos son importantes, pues representarían "hot spots", que incluyen elementos taxonómicos de origen diverso. Los hotspots son áreas individuales con alta riqueza de especies, que además se encuentran seriamente amenazadas por actividades humanas (Morrone *et al.*, 1996).

Por lo tanto para llevar a cabo este estudio, la primera etapa consistió en elegir los taxones para trabajar durante el desarrollo del presente proyecto. La elección de dichos taxones estuvo basada en el arreglo sistemático de AOU (1998) y la nomenclatura a nivel específico propuesta por Navarro y Peterson (en revisión) que está basada en el concepto evolutivo de especie. Considerando que grupos monofiléticos proporcionan por sí mismos una historia en común, tomando en cuenta que las especies residentes son quienes indican la diversidad de especies en México y contemplando la limitante del tiempo, para la realización del presente trabajo se les dio importancia a los géneros de aves terrestres con sus especies presentes en México como residentes.

Una vez seleccionados los taxones a analizar, fueron obtenidas las localidades precisas de presencia (Peterson *et al.* 1998), expresadas a través de sus coordenadas en latitud y longitud de la base de datos proveniente del "Atlas de distribución de las aves de México" (Navarro *et al.*, en prep.), la cual contiene información de más de 35 colecciones

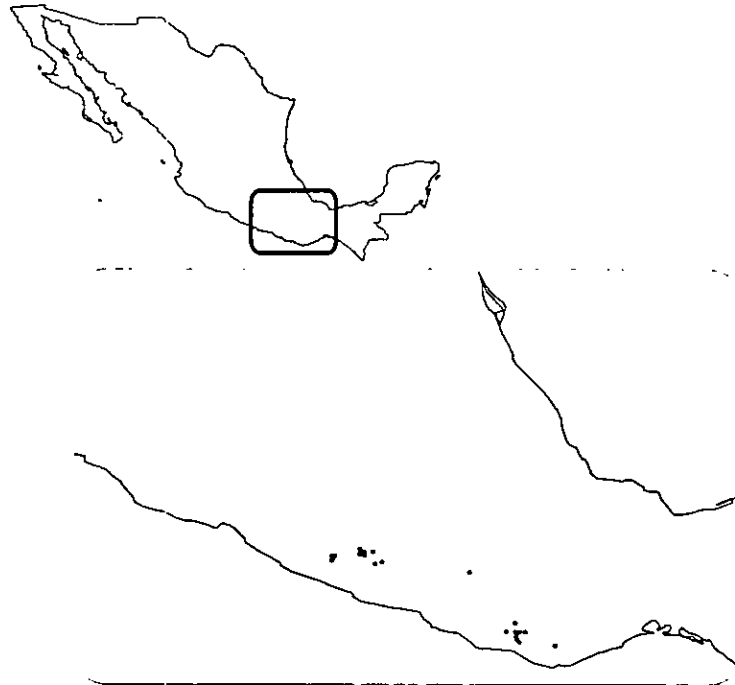


Figura 3. Puntos de distribución de *Chlorospingus albifrons*.

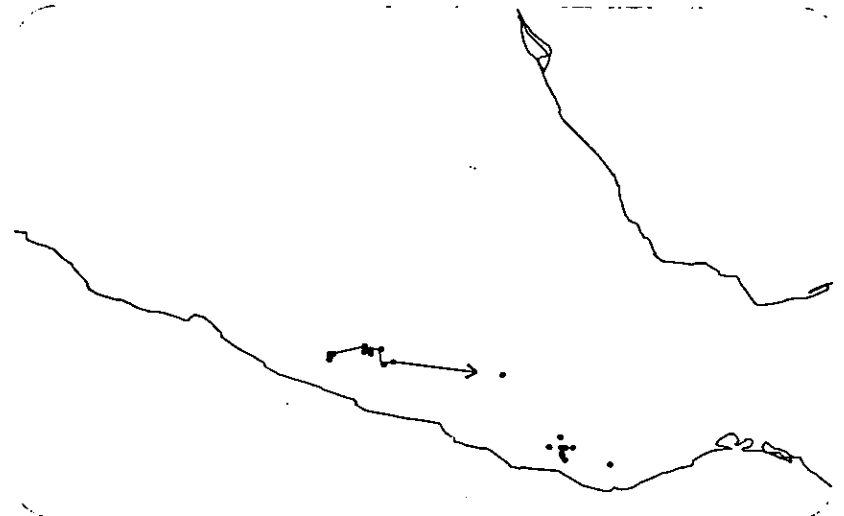


Figura 4. Unión de los puntos de distribución mediante el método de distancia mínima.

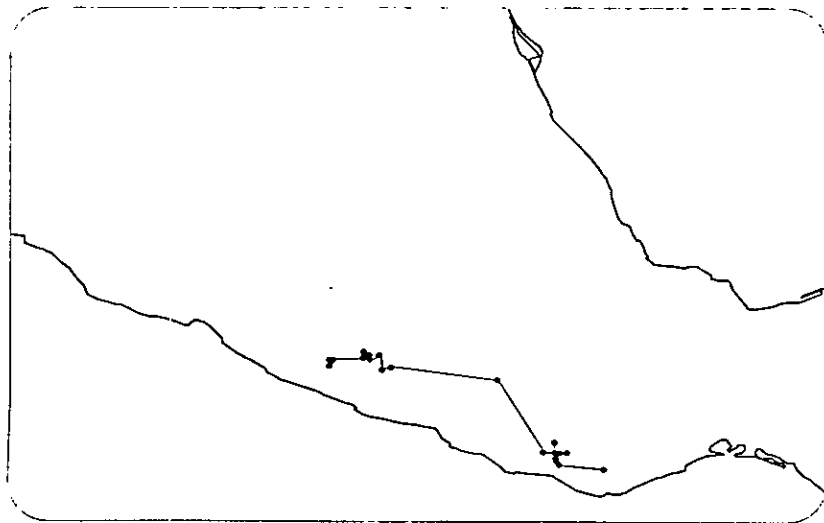


Figura 5. Red de longitud mínima equivalente a un trazo individual.

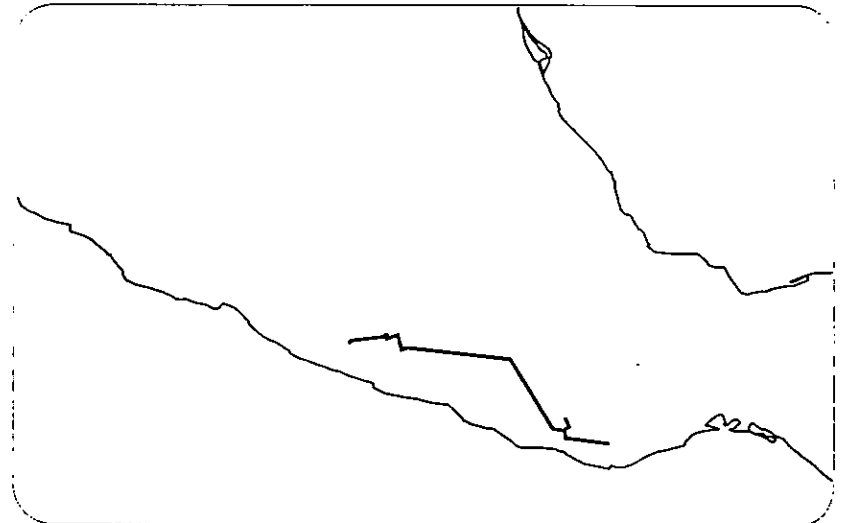


Figura 6. Trazo individual de *Chlorospingus albifrons*.

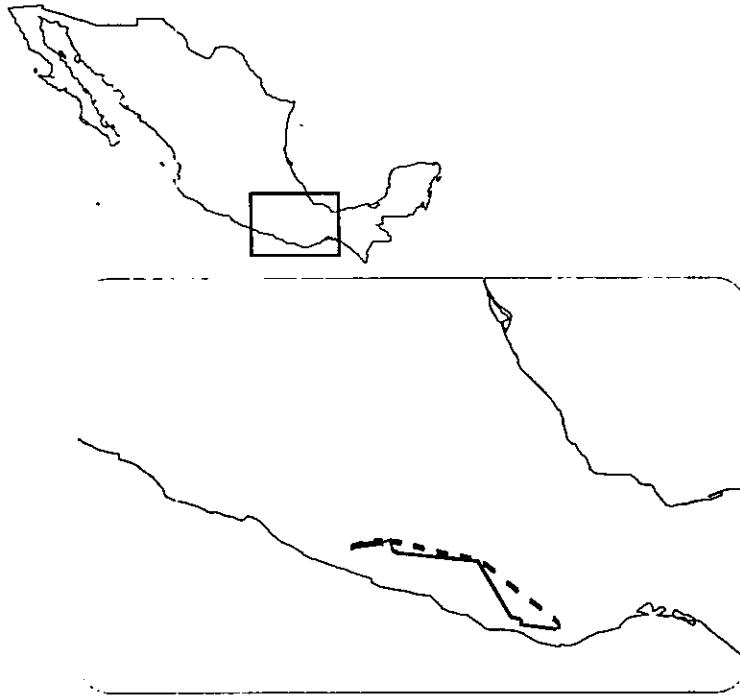


Figura 7. Sobreposición de los trazos individuales de *Chlorospingus albifrons* (línea continua) y *Cyanolyca mirabilis* (línea punteada).

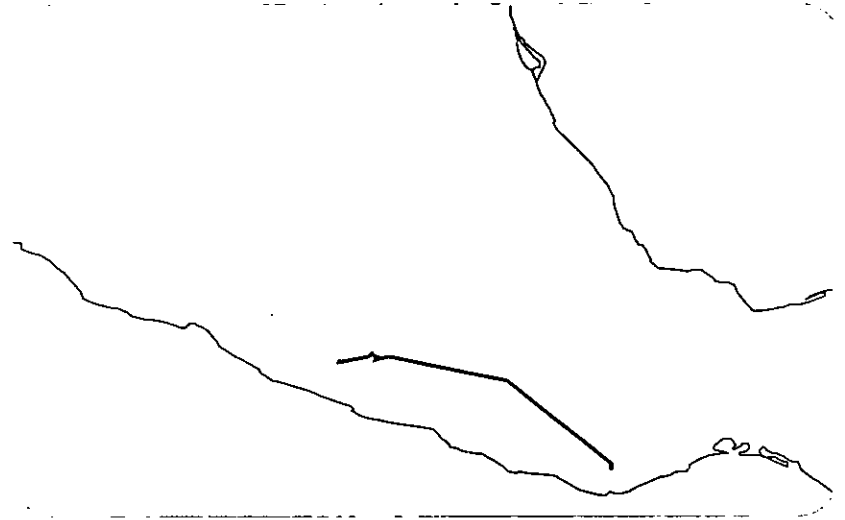


Figura 8. Trazo generalizado obtenido de los trazos individuales de *Chlorospingus albifrons* y *Cyanolyca mirabilis*.

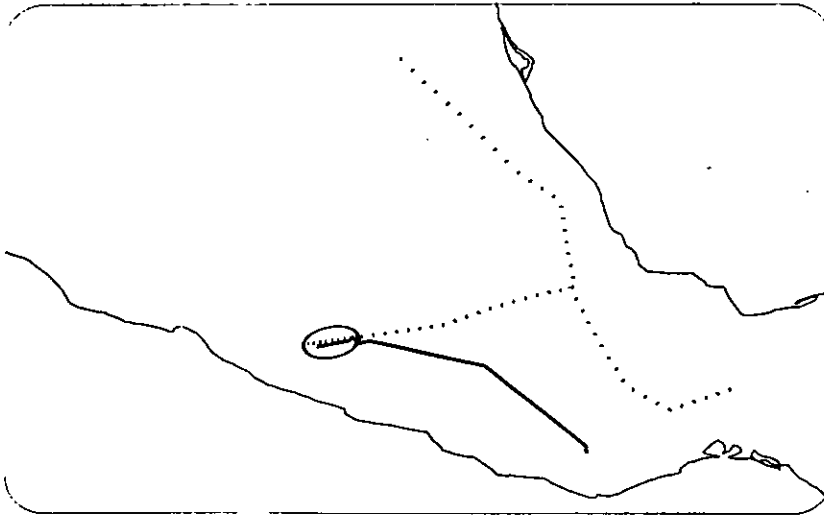


Figura 9. Punto de intersección obtenido de la sobreposición de dos trazos generalizados.

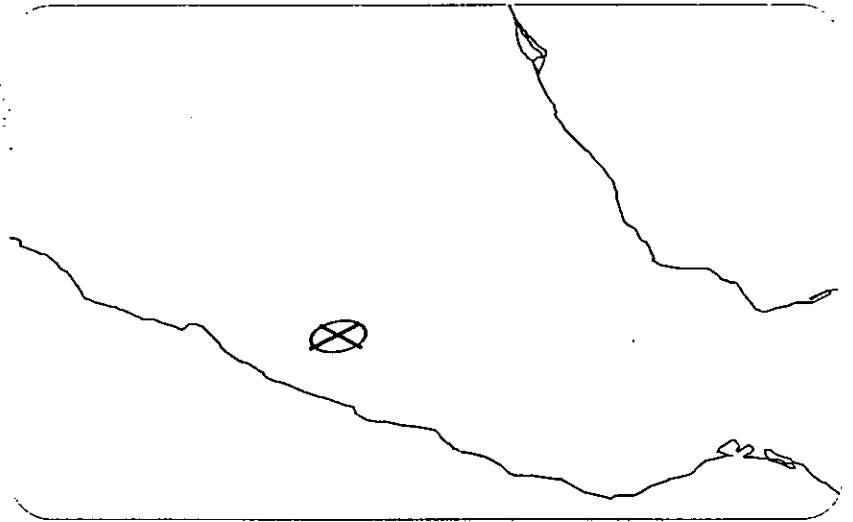


Figura 10. Nodo obtenido por medio del método panbiogeográfico.

biológicas del mundo. Con esta información, se elaboró una base de datos para cada especie, en donde dichas coordenadas se convirtieron a grados decimales, de tal manera que fueran compatibles con un paquete de Sistema de Información Geográfica (SIG), para vincular archivos de datos en forma tabular (información de ubicación geográfica) con información cartográfica digitalizada usando el software ArcView GIS 3.0 (ESRI, 1996). Este programa emplea archivos con mapas digitalizados en formato shp. De esta forma, se obtuvieron los mapas de distribución puntual de cada especie (Figura 3).

Después se procedió a la obtención de trazos individuales, trazos generalizados y nodos con la aplicación del método panbiogeográfico (Morrone y Espinosa, 1998). Los mapas de distribución puntual fueron utilizados para realizar los trazos individuales de cada especie. Para facilitar la elaboración de estos trazos, se elaboraron 60 mapas de la República Mexicana sin división política, cada uno con un máximo de cuatro especies con distribución no coincidente, facilitando la visualización.

Los trazos individuales se realizaron mediante líneas, uniendo los puntos de distribución entre sí, aplicando el método de distancia mínima para construir árboles de tendido mínimo (ver Figuras 3-6). Esto se facilitó con la ayuda del ArcView GIS 3.0 (ESRI, 1996), que permite medir con exactitud la distancia entre uno y otro punto de colecta. Los mapas con los trazos individuales fueron impresos en hojas de un papel transparente (albanene) para que al sobreponerlos se facilitara la búsqueda de trazos generalizados (Figura 7).

Primero se agruparon los trazos individuales coincidentes a simple vista, posteriormente, considerando que algunos trazos individuales se parecían en forma lineal y sin embargo se extendían por regiones diferentes, se sobrepusieron los mapas adicionalmente para determinar patrones de distribución en común, hasta encontrar un trazo generalizado. Cabe aclarar que los trazos individuales pertenecientes a un trazo generalizado, no necesariamente deben coincidir en su totalidad, pero sí preferentemente en la mayor parte de su extensión, indicando que en la mayor parte de su vida tienen una historia en común. Los trazos generalizados detectados fueron representados en mapas de la República Mexicana sobre hojas de acetato, con el fin de favorecer el siguiente paso.

Una vez delineados los trazos generalizados (Figura 8), se procedió a la determinación de nodos. Es importante señalar que no todas las especies correspondientes a un trazo generalizado intervienen en cada uno de sus nodos.

El siguiente paso fue sobreponer los mapas con los trazos generalizados para encontrar los puntos de intersección (Figura 9 y 10). Al detectar las áreas de unión de dos o más trazos generalizados, se marcaron en un mapa de la República Mexicana (sobre un acetato) reconociéndolas como nodos y nombrándolas de acuerdo a su ubicación, con base en los Estados de la República Mexicana y en las provincias biogeográficas (Figura 11) propuestas por Morrone *et al.* (en revisión).

ANÁLISIS DE COMPLEMENTARIEDAD

Debido a que la conservación requiere preservar en un número mínimo de áreas la mayor diversidad biológica posible (Ackery y Vane-Wright, 1984) y los datos generados en este trabajo cuentan con la información necesaria para buscar un área que incremente al máximo posible la diversidad a otra área como complemento, se aplicó el método de complementariedad de áreas a los nodos panbiogeográficos obtenidos.

De acuerdo con Humphries *et al.* (1991), el principio de complementariedad consiste en elegir dos áreas que juntas cuenten con la mayor diversidad posible, en donde la primera elección debe tener la mayor riqueza de especies, y la segunda elección debe ser el sitio con el mayor número de especies adicionales, es decir, aquellas no representadas en el primer sitio elegido. El método de complementariedad de áreas une a aquellas áreas que se complementen, representando juntas un total de especies, por lo que el valor complementario de dos áreas es dado por el número de especies no compartidas (Faith y Walker, 1996).

Basado en lo anterior y tomando como base el ejemplo propuesto por Morrone y Crisci (1992), se explica éste método con el ejemplo 1, en donde se consideran seis especies de aves compartidas en tres provincias biogeográficas (Sierra Madre del Sur, Soconusco y Eje Volcánico Transmexicano) de México. El complemento total es $A+B+C+D+E+F$, y el complemento residual por provincia biogeográfica es: Sierra Madre del Sur = A , Soconusco = $A+C+D+E$, y Eje Volcánico Transmexicano = $C+F$. Lo que expresado de otra manera sería: complemento residual de cada área = complemento total (número de especies totales) menos, el número de especies de dicha área.

Ahora, si se combinan las provincias Sierra Madre del Sur y Soconusco, el complemento residual es A , si se combinan las provincias Soconusco y Eje Volcánico Transmexicano, el complemento residual es C , pero si se consideran las provincias Sierra



Figura 11. Provincias biogeográficas de México (Morrone *et al.* en revisión). California (cal), Baja California (bc), Sonora (son), Sierra Madre Occidental (smo), Altiplano Mexicano (apm), Sierra Madre Oriental (sme), Tamaulipas (tam), Golfo de México (gm), Costa del Pacífico Mexicano (pac), Eje Volcánico Transmexicano (vol), Depresión del Balsas (bal), Sierra Madre del Sur (sms), Chiapas (chi), Península de Yucatán (yuc). La línea gruesa indica la separación entre las regiones Neártica (norte) y Neotropical (sur).

Madre del Sur y Eje Volcánico Transmexicano, el complemento residual es cero, pues estas dos provincias reunidas representan el complemento total, es decir, la mayor riqueza de especies.

Al establecer prioridades en la elección de áreas para conservar, se emplean los complementos residuales para que la diversidad biológica sea máxima, esto significa que mientras menor sea el complemento residual, el área tiene mas prioridad. En este caso, la Sierra Madre del Sur es prioritaria, pues tiene complemento residual = A (= 1 especie). Otra manera de elegir prioridades, es determinando porcentualmente las especies nuevas que aporta cada área, así, la Sierra Madre del Sur con sus cinco especies, aporta el 83.3 % del total de especies, y si se elige como siguiente prioridad el Eje Volcánico Transmexicano, se detecta una especie adicional, complementando el total de especies y por lo tanto con estas dos áreas se conservaría el 100 % de especies.

Ejemplo 1. Complementos de seis especies de aves terrestres distribuidas en tres provincias biogeográficas de México.

	Sierra Madre del Sur	Soconusco	Eje Volcánico Transmexicano
A <i>Picoides arizonae</i>			X
B <i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	X	X	X
C <i>Cyanocitta coronata</i>	X		
D <i>Poecile sclateri</i>	X		X
E <i>Ergaticus ruber</i>	X		X
F <i>Coccothraustes abeillei</i>	X	X	

Por otro lado, Colwell y Coddington (1994) sugieren un índice para definir el significado de la complementariedad de dos biotas. El índice de complementariedad (IC) puede ser usado como una medida de las especies compartidas entre diferentes áreas, sugiriendo que las comparaciones indican que algunas áreas comparten un mayor número de especies, por lo que a mayor valor del índice, mayor diferencia en la composición de dos áreas comparadas (Escobar, 2000).

El IC se expresa de la siguiente manera: $IC = a + b - 2j / a + b - j$, donde: a = número de especies del área 1, b = número de especies del área 2, y j = número de especies compartidas entre áreas 1 y 2.

Así, el valor de complementariedad varía de cero a uno. Cero, cuando las áreas indican coincidencia total de especies y por lo tanto no son complementarias, y uno, cuando

se consideran áreas totalmente complementarias porque ninguna de sus especies coincide. Expresado esto de 0 a 100 %, significa el porcentaje de especies que son complementarias Colwell y Coddington (1994).

Tanto el método de Humphries *et al.* (1991) como el IC de Colwell y Coddington (1994) fueron aplicados para proponer prioridad y complementariedad de las áreas (nodos).

DIVERSIDAD FILOGENÉTICA

La diversidad filogenética provee de una estrategia general para cuantificar la representatividad de las diferentes categorías taxonómicas (Faith, 1992), así como de un sistema para evaluar la conservación (Faith, 1994). La evaluación de la conservación da prioridad a los subgrupos de especies que maximizan la diversidad jerárquica representada (Faith, 1994).

De esta manera, el nodo con mayor representación taxonómica fue considerado como prioritario para ser conservado. La diversidad filogenética de cada nodo fue obtenida contando el número de familias, géneros por familia, total de géneros y total de especies. Además, se obtuvo el porcentaje de cada categoría taxonómica por nodo contemplando el total de ellas que participaron en los nodos panbiogeográficos obtenidos.

COMPARACIÓN DE NODOS CON AICA's Y ANP's

El paso final de este trabajo fue comparar el mapa de áreas resultado de la aplicación del método panbiogeográfico, con las AICA's y las ANP's de México. Las AICA's de México son áreas propuestas con intención de ser protegidas y conservadas, mientras que las ANP son áreas decretadas, protegidas y algunas con un plan de manejo y conservación. Ambos mapas se sobrepusieron al mapa de los nodos panbiogeográficos, con el objetivo de encontrar áreas que no estén contempladas para conservar, y en caso contrario, apoyar con criterios históricos áreas coincidentes con los nodos, reafirmando la importancia para su conservación.

RESULTADOS

TRAZOS INDIVIDUALES Y TAZOS GENERALIZADOS

De la selección de taxones realizada se obtuvieron 29 géneros de aves terrestres, con un total de 139 especies (ver Apéndice 1). Se generaron 139 trazos individuales (uno por especie) en 60 mapas (Figuras 12-71) de la República Mexicana. Al sobreponer los trazos individuales, se reconocieron 14 trazos generalizados en los que participaron 89 especies (ver Cuadro 1). Tres trazos generalizados están en la región Neártica y 12 se ubican en la región Neotropical. Estos trazos se observan en las Figuras 72-78 y se describen a continuación con base en los estados de la República Mexicana, en las provincias biogeográficas (Morrone *et al.*, en revisión), en los registros altitudinales de la base de datos de las aves de México, con apoyo en Howell y Webb (1995) y en la clasificación florística de Rzedowski (1988):

Trazo generalizado 1 (Figura 72a).

- EXTENSIÓN: Se extiende de noroeste a sur de México por los estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca hasta Chiapas frontera con Guatemala, pasa por el sur de Tamaulipas hasta Veracruz, y del centro de Chiapas hasta el extremo noreste de la Península de Yucatán.
- PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS: se ubica en la región Neotropical, a través de las provincias Costa del Pacífico, Eje Volcánico Transmexicano, Depresión del Balsas, Sierra Madre del Sur, Golfo de México, Chiapas, los extremos noreste y sureste de la Sierra Madre Oriental y la provincia de la Península de Yucatán.
- TAXONES: Cuenta con las siguientes 30 especies:

1 <i>Melanerpes chrysogenys</i>	16 <i>Cyanocorax beecheii</i>
2 <i>Melanerpes santacruzi</i>	17 <i>Cyanocorax sanblasianus</i>
3 <i>Piculus aeruginosus</i>	18 <i>Aphelocoma guerrerensis</i>
4 <i>Piculus yucatanensis</i>	19 <i>Campylorhynchus zonatus</i>
5 <i>Piculus auricularis</i>	20 <i>Campylorhynchus rufinucha</i>
6 <i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	21 <i>Campylorhynchus humilus</i>
7 <i>Grallaria ochraceiventris</i>	22 <i>Thryothorus maculipectus</i>
8 <i>Grallaria guatemalensis</i>	23 <i>Thryothorus felix</i>
9 <i>Elaenia flavogaster</i>	24 <i>Thryothorus sinaloa</i>
10 <i>Calocitta colliei</i>	25 <i>Thryothorus pleurostictus</i>
11 <i>Calocitta formosa</i>	26 <i>Turdus grayi</i>
12 <i>Cyanocorax dickeyi</i>	27 <i>Turdus rufopalliatu</i>
13 <i>Cyanocorax luxuosa</i>	28 <i>Toxostoma bendirei</i>
14 <i>Cyanocorax speciosa</i>	29 <i>Toxostoma palmeri</i>
15 <i>Cyanocorax morio</i>	30 <i>Basileuterus culicivorus</i>

El 90% de las especies (27) son de tierras bajas a media baja, que en promedio ocupan de 0 a 1,500 msnm, la mayoría de ellas son de bosques tropicales, aunque algunas pueden ser de ambientes desérticos (hasta 3, 000 msnm) o bosques templados. El 10% restante (tres especies) son características de bosques templados.

Trazo generalizado 2 (Figura 73a).

- EXTENSIÓN: Se extiende por los estados de Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Jalisco, Michoacán, Estado de México, Distrito Federal, Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Guerrero y Veracruz. Por otro lado, se extiende a Coahuila y Nuevo León.
- PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS: Se ubica en la región Neotropical, a través de las provincias Sierra Madre Occidental, Eje Volcánico Transmexicano, Depresión del Balsas, Sierra Madre del Sur y Golfo de México, y se extiende por la región Neártica a través del Altiplano Mexicano hasta la provincia de Tamaulipas.
- TAXONES: Cuenta con las siguientes diez especies:

1 <i>Picoides arizonae</i>	6 <i>Poecile sclateri</i>
2 <i>Picoides stricklandi</i>	7 <i>Ergaticus ruber</i>
3 <i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	8 <i>Ergaticus melanauris</i>
4 <i>Cyanocitta coronata</i>	9 <i>Coccothraustes abeillei</i>
5 <i>Cyanocitta diademata</i>	10 <i>Coccothraustes vespertinus</i>

El 70% de las especies (siete) son de bosques templados en tierras altas hasta de 3,500 msnm. *Picoides stricklandi* puede llegar hasta 4,000 msnm. El otro 30% (tres especies) son de ambientes desérticos, en promedio de 1,500 a 3,000 msnm, pero también pueden encontrarse en bosques templados.

Trazo generalizado 3 (Figura 74a).

- EXTENSIÓN: Se extiende por la Península de Baja California, del noroeste hasta la punta sur.
- PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS: se ubica en la región Neártica, a través de la provincia Baja California y mínimamente por la California.
- TAXONES: Cuenta con las siguientes tres especies:

1 <i>Aphelocoma californica</i>
2 <i>Campylorhynchus affinis</i>
3 <i>Toxostoma cinereum</i>

El 100% de las especies son de ambiente desértico, en promedio de 0 a 1,400 msnm, atraviesan la zona montañosa (1,000 a 4,000 msnm) de la Península de Baja California (SPP, 1981).

Trazo generalizado 4 (Figura 75b).

- EXTENSIÓN: Se extiende del centro del estado de Guerrero hasta Oaxaca.
- PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS: se ubica en la región Neotropical, a través de la Sierra Madre del Sur.
- TAXONES: Cuenta con las siguientes dos especies:

- 1 *Cyanolyca mirabilis*
- 2 *Chlorospingus albifrons*

El 100% de las especies son de bosques templados que se encuentran entre 1,400 y 3,000 msnm.

Trazo generalizado 5 (Figura 76a).

- EXTENSIÓN: Se extiende por la Península de Baja California, del noroeste y norte-centro hasta la punta sur.
- PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS: se ubica en la región Neártica, a través de las provincias California y Baja California.
- TAXONES: Cuenta con las siguientes seis especies:

- 1 *Melanerpes angustifrons*
- 2 *Melanerpes bairdi*
- 3 *Picooides nuttallii*
- 4 *Baeolophus inornatus*
- 5 *Psaltiriparus minimus*
- 6 *Turdus confinis*

El 33.3% de las especies (dos) comparten tanto ambientes templados y tropicales en el sur de la Península de Baja California, además de ambientes desérticos en el resto del trazo. Otro 33.3% (dos especies) son características de ambientes desérticos y el otro 33.3% (dos especies) son de ambientes templados.

Trazo generalizado 6 (Figura 74b).

- EXTENSIÓN: Se extiende desde el sur de Sinaloa, atravesando por Nayarit, Jalisco, Michoacán, Estado de México, Tlaxcala, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León.

- PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS: se ubica en la región Neotropical, a través de las provincias Costa del Pacífico Mexicano, Eje Volcánico Transmexicano y Sierra Madre Oriental.
- TAXONES: Cuenta con las siguientes nueve especies:

1 <i>Melanerpes formicivorus</i>	6 <i>Turdus migratorius</i>
2 <i>Vireolanius melitophrys</i>	7 <i>Basileuterus belli</i>
3 <i>Aphelocoma ultramarina</i>	8 <i>Atlapetes pileatus</i>
4 <i>Campylorhynchus megalopterus</i>	9 <i>Buarremon virenticeps</i>
5 <i>Myadestes occidentalis</i>	

El 33.3% de las especies (tres) son de bosques templados, posibles hasta 3,500 msnm, sin embargo el 100% podrían encontrarse en bosques tropicales en altitudes hasta de 1,900 msnm, e incluso en ambientes desérticos de tierras altas.

Trazo generalizado 7 (Figura 75c).

- EXTENSIÓN: Se encuentra en el estado de Chiapas.
- PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS: se ubica en la región Neotropical, a través de la provincia de Chiapas y una mínima extensión por la Costa del Pacífico.
- TAXONES: Cuenta con las siguientes cuatro especies:

1 <i>Xenotriccus callizonus</i>
2 <i>Cyanolyca pumilo</i>
3 <i>Thryothorus modestus</i>
4 <i>Chlorospingus postocularis</i>

El 100% de las especies son de bosques tanto tropicales (de tierras altas y bajas), como de bosques templados.

Trazo generalizado 8 (Figura 76b).

- EXTENSIÓN: Se extiende por los estados de San Luis Potosí en el límite con Querétaro, Hidalgo, Puebla, Veracruz, Guerrero y Oaxaca hasta el Oaxaca este.
- PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS: se ubica en la región Neotropical, a través de las provincias Sierra Madre del Sur, Depresión del Balsas, Eje Volcánico Transmexicano, Sierra Madre Oriental y Golfo de México.
- TAXONES: Cuenta con las siguientes seis especies:

1 <i>Xiphorhynchus erythropygius</i>	4 <i>Myadestes unicolor</i>
2 <i>Vireolanius pulchellus</i>	5 <i>Chlorospingus ophthalmicus</i>
3 <i>Cyanolyca cucullata</i>	6 <i>Atlapetes albinucha</i>

El 100% de las especies son de bosques templados, aunque algunas podrían encontrarse en bosque tropical alto (0-1,900 msnm).

Trazo generalizado 9 (Figura 72b).

- EXTENSIÓN: Se extiende por los estados de Puebla, Veracruz, Guerrero y hasta el este de Oaxaca.
- PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS: se ubica en la región Neotropical, a través de las provincias Sierra Madre del Sur, Eje Volcánico Transmexicano y Golfo de México.
- TAXONES: Cuenta con las siguientes cuatro especies:

- 1 *Melanerpes pucherani*
- 2 *Lepidocolaptes souleyetii*
- 3 *Lepidocolaptes affinis*
- 4 *Turdus infuscatus*

El 50% de las especies (dos) son característicos de bosques templados en altitudes hasta de 3,500 msnm. El otro 50% (dos especies) pueden encontrarse tanto en bosques templados como en bosques tropicales (de tierras altas y bajas).

Trazo generalizado 10 (Figura 75a).

- EXTENSIÓN: Se extiende, al parecer desde Las Rocallosas en los Estados Unidos de América hasta el norte-centro de Baja California.
- PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS: se ubica en la región Neártica, a través de la provincia California.
- TAXONES: Cuenta con las siguientes tres especies:

- 1 *Picoides villosus*
- 2 *Poecile gambeli*
- 3 *Toxostoma redivivum*

El 66.6% de las especies (dos) son de bosques templados. El otro 33.3% (una especie) es característico de ambientes desérticos.

Trazo generalizado 11 (Figura 73b).

- EXTENSIÓN: Se extiende por las tierras altas del estado de Chiapas.
- PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS: se ubica en la región Neotropical, a través de la provincia Chiapas.
- TAXONES: Cuenta con las siguientes cuatro especies:

- 1 *Picoides sanctorum*
- 2 *Colaptes mexicanoides*
- 3 *Cyanocitta ridgwayi*
- 4 *Turdus rufitorques*

El 100% de las especies son de bosques templados (hasta 3,500 msnm).

Trazo generalizado 12 (Figura 77).

- EXTENSIÓN: Se extiende por los estados de San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro, Puebla, Veracruz, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.
- PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS: se ubica en la región Neotropical, a través de las provincias Sierra Madre del Sur, Costa del Pacífico, Sierra Madre Oriental, Eje Volcánico Transmexicano limitando con Golfo de México.
- TAXONES: Cuenta con las siguientes dos especies:

- 1 *Turdus assimilis*
- 2 *Buarremon brunneinucha*

El 100% de las especies son de bosques templados, pero pueden encontrarse en bosques tropicales (de tierras altas y bajas).

Trazo generalizado 13 (Figura 78b).

- EXTENSIÓN: Se extiende por la costa del estado de Chiapas.
- PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS: se ubica en la región Neotropical, a través de las provincias Chiapas y Costa del Pacífico.
- TAXONES: Cuenta con las siguientes cuatro especies:

- 1 *Campylorhynchus capistratus*
- 2 *Thryothorus rufalbus*
- 3 *Basileuterus delatirii*
- 4 *Atlapetes gutturalis*

El 75% de las especies (tres) son características de bosques tropicales, pero pueden encontrarse en bosque templado. El otro 25% (una especie) es característico de bosques templados en tierras altas.

Trazo generalizado 14 (Figura 78a).

- EXTENSIÓN: Se extiende por los estados de Chihuahua, Sinaloa, Durango, Jalisco, Michoacán, Estado de México, Morelos, por otro lado, atraviesa por los estados de Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo y Guanajuato.
- PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS: se ubica en la región Neotropical, a través de las provincias Sierra Madre Occidental, Eje Volcánico Transmexicano, Depresión del Balsas y Sierra Madre Oriental, cruza mínimamente la región Neártica por el Altiplano Mexicano.
- TAXONES: Cuenta con las siguientes dos especies:

1 *Campylorhynchus gularis*2 *Basileuterus rufifrons*

Una especie es característica de ambiente desértico, tanto en tierras bajas como altas. La otra especie puede encontrarse en ambiente desértico, tropical y en bosque templado.

Cuadro 1. Especies por trazo generalizado, indicando en que nodo participa cada una de ellas. Las especies que no intervienen en algún nodo están indicadas con un asterisco *.

ESPECIES POR TRAZO GENERALIZADO	NODOS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TRAZO 1															
1 <i>Melanerpes chrysogenys</i>	X				X								X		
2 <i>Melanerpes santacruzi</i>						X					X		X		
3 <i>Piculus aeruginosus</i>										X					
4 <i>Piculus yucatanensis</i>	X					X					X				
5 <i>Piculus auricularis</i>	X				X							X	X		
6 <i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	X				X	X				X	X	X	X		
7 <i>Grallaria ochraceiventris</i>	X				X										
8 <i>Grallaria guatemalensis</i>						X					X				
9 <i>Elaenia flavogaster</i>						X									
10 <i>Calocitta colliei</i>													X	X	
11 <i>Calocitta formosa</i>	X				X	X					X				
12 <i>Cyanocorax dickeyi</i>													X		
13 <i>Cyanocorax luxuosa</i>	X					X				X	X				
14 <i>Cyanocorax speciosa</i>	X				X	X									
15 <i>Cyanocorax mexicanus-morio</i>						X				X					
16 <i>Cyanocorax beecheii</i>												X	X		
17 <i>Cyanocorax sanblasianus</i> *															
18 <i>Aphelocoma guerrerensis</i>						X					X				

19 <i>Campylorhynchus zonatus</i>					X					X				
20 <i>Campylorhynchus rufinucha</i> *														
21 <i>Campylorhynchus humilus</i>	X			X	X									
22 <i>Thryothorus maculipectus</i>				X				X	X					
23 <i>Thryothorus felix</i>	X			X						X	X			
24 <i>Thryothorus sinaloa</i>				X						X	X			
25 <i>Thryothorus pleurostictus</i>	X			X	X				X					
26 <i>Turdus grayi</i>					X			X	X					
27 <i>Turdus rufopalliatu</i> s	X			X	X					X	X			
28 <i>Toxostoma bendirei</i>										X	X			
29 <i>Toxostoma palmeri</i>										X	X			
30 <i>Basileuterus culicivorus</i>	X			X	X			X	X					
TRAZO 2														
1 <i>Picoides arizonae</i>								X						
2 <i>Picoides stricklandi</i>													X	
3 <i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	X			X	X	X	X						X	
4 <i>Cyanocitta coronata</i>	X			X	X								X	
5 <i>Cyanocitta diademata</i> *														
6 <i>Poecile sclateri</i>	X			X	X	X							X	
7 <i>Ergaticus ruber</i>	X			X	X	X							X	
8 <i>Ergaticus melanauris</i> *														
9 <i>Coccothraustes abeillei</i>				X	X	X							X	
10 <i>Coccothraustes vespertinus</i>													X	
TRAZO 3														
1 <i>Aphelocoma californica</i>		X	X											
2 <i>Campylorhynchus affinis</i>		X	X											
3 <i>Toxostoma cinereum</i>		X	X											
TRAZO 4														
1 <i>Cyanolyca mirabilis</i>	X			X										
2 <i>Chlorospingus albifrons</i>	X			X										
TRAZO 5														
1 <i>Melanerpes angustifrons</i>		X												
2 <i>Melanerpes bairdi</i>														X
3 <i>Picoides nuttallii</i>			X											X
4 <i>Baeolophus inornatus</i>		X	X											X
5 <i>Psaltriparus minimus</i>		X	X											X
6 <i>Turdus confinis</i>		X												
TRAZO 6														
1 <i>Melanerpes formicivorus</i>							X	X	X			X	X	
2 <i>Vireolanius melitophrys</i>							X	X					X	
3 <i>Aphelocoma ultramarina</i>							X	X					X	
4 <i>Campylorhynchus megalopterus</i>							X						X	
5 <i>Myadestes occidentalis</i>							X	X	X			X	X	
6 <i>Turdus migratorius</i>							X	X	X			X	X	
7 <i>Basileuterus belli</i>							X	X				X	X	
8 <i>Atlapetes pileatus</i>							X	X	X			X	X	
9 <i>Buarremon virenticeps</i>							X					X	X	

TRAZO 7												
1 <i>Xenotriccus callizonus</i> *												
2 <i>Cyanolyca pumilo</i>				X								
3 <i>Thryothorus modestus</i>				X								
4 <i>Chlorospingus postocularis</i>				X								
TRAZO 8												
1 <i>Xiphorhynchus erythropygius</i>					X	X	X		X			
2 <i>Vireolanius pulchellus</i>						X	X					
3 <i>Cyanolyca cucullata</i>						X	X		X			
4 <i>Myadestes unicolor</i>					X	X	X		X			
5 <i>Chlorospingus ophthalmicus</i>						X	X		X			
6 <i>Atlapetes albinucha</i>						X	X		X			
TRAZO 9												
1 <i>Melanerpes pucherani</i>						X	X					
2 <i>Lepidocolaptes souleyetii</i>					X	X	X					
3 <i>Lepidocolaptes affinis</i>					X	X	X					
4 <i>Turdus infuscatus</i>					X	X	X					
TRAZO 10												
1 <i>Picoides villosus</i>												X
2 <i>Poecile gambeli</i>												X
3 <i>Toxostoma redivivum</i>												X
TRAZO 11												
1 <i>Picoides sanctorum</i>										X		
2 <i>Colaptes mexicanoides</i>										X		
3 <i>Cyanocitta ridgwayi</i>										X		
4 <i>Turdus rufitorques</i>										X		
TRAZO 12												
1 <i>Turdus assimilis</i>					X	X	X		X		X	
2 <i>Buarremon brunneinucha</i>					X	X	X		X		X	
TRAZO 13												
1 <i>Campylorhynchus nigricaudatus</i>				X								
2 <i>Thryothorus rufalbus</i>				X								
3 <i>Basileuterus delatarii</i>				X								
4 <i>Atlapetes gutturalis</i>				X								
TRAZO 14												
1 <i>Campylorhynchus gularis</i>								X	X	X		X
2 <i>Basileuterus rufifrons</i>								X	X	X		X



Figura 12. Trazos individuales de *Melanerpes bairdi* (a), *M. angustifrons* (b) y *M. formicivorus* (c).

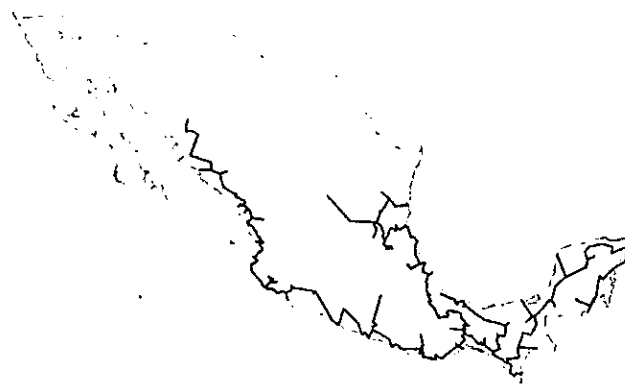


Figura 13. Trazo individual de *Xiphorhynchus flavigaster*.



Figura 14. Trazos individuales de *Psaltriparus plumbeus* (a), *Cyanolyca mirabilis* (b), *C. nana* (c) y *Melanerpes polygrammus* (d).

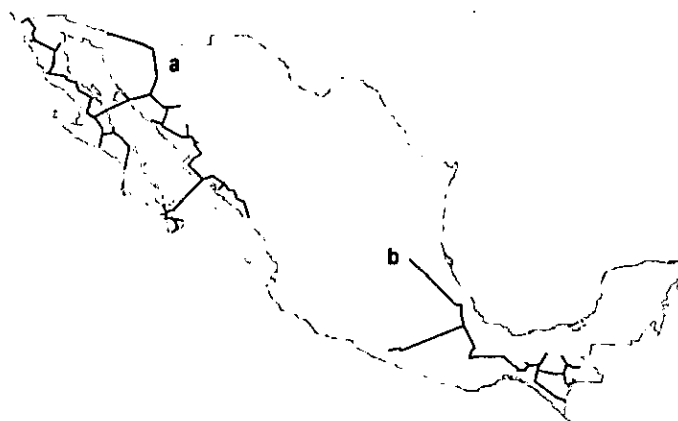


Figura 15. Trazos individuales de *Colaptes chrysoides* (a) y *Xiphorhynchus erythrogygius* (b).



Figura 16. Trazos individuales de *Picoides arizonae* (a), *P. stricklandi* (b) y *Melanerpes santacruzi* (c).



Figura 17. Trazo individual de *Picoides scalaris*.



Figura 18. Trazos individuales de *Picoides villosus* (a), *P. jardinii* (b) y *P. sanctorum* (c).



Figura 19. Trazos generalizados de *Piculus auricularis* (a) y *P. yucatanensis* (b).



Figura 20. Trazos individuales de *Colaptes rufipileus* (a), *C. cafer* (b) y *C. mexicanoides* (c).



Figura 21. Trazos individuales de *Grallaria ochraceiventris* (a), *G. binfordi* (b) y *G. guatemalensis* (c).



Figura 22. Trazos individuales de *Cyanocitta diademata* (a), *C. coronata* (b) y *C. ridgwayi* (c).



Figura 23. Trazos individuales de *Cyanocorax dickeyi* (a), *Campylorhynchus megalopterus* (b) y *C. zonatus* (c).



Figura 24. Trazos individuales de *Aphelocoma californica* (a), *A. Woodhousei* (b) y *Myadestes unicolor* (c).



Figura 25. Trazos individuales de *Poecile gambeli* (a) y *P. sclateri* (b).



Figura 26. Trazos individuales de *Thyrothorus sinaloa* (a) y *T. maculipectus* (b).



Figura 27. Trazos individuales de *Myadestes townsendi* (a), *Turdus confinis* (b) y *Aphelocoma sumichrasti* (c).



Figura 28. Trazos individuales de *Vireolanius melitophrys* (a) y *Buarremon apertus* (b).



Figura 29. Trazos individuales de *Chlorospingus ophthalmicus* (a), *C. albifrons* (b), *C. wetmorei* (c) y *C. postocularis* (d).

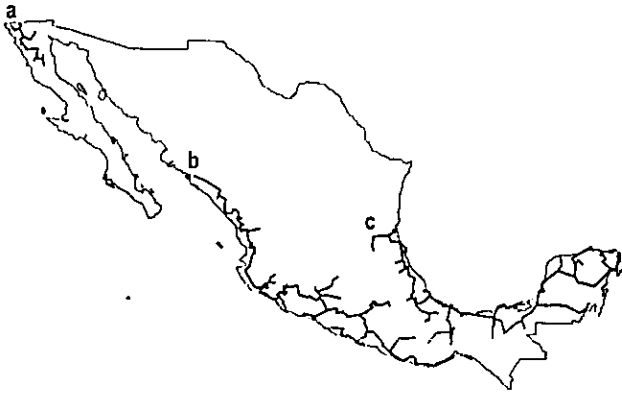


Figura 30. Trazos individuales de *Picoïtes nuttallii* (a), *Melanerpes chrysogenys* (b) y *M. grateloupensis* (c).

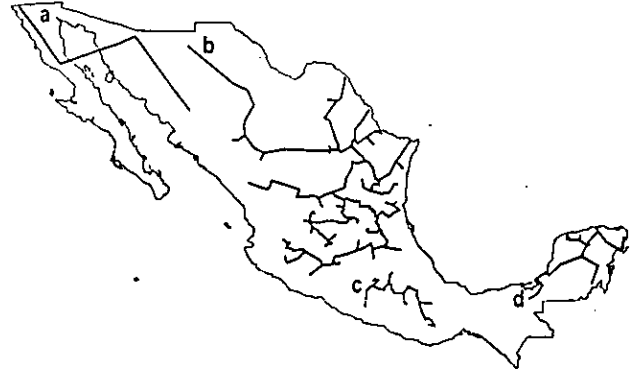


Figura 31. Trazos individuales de *Melanerpes lewis* (a), *M. aurifrons* (b), *M. hypopolius* (c) y *M. pygmaeus* (d).



Figura 32. Trazos individuales de *Melanerpes uropygialis* (a) y *M. pucherani* (b).



Figura 33. Trazo individual de *Lepidocolaptes leucogaster*.



Figura 34. Trazo individual de *Lepidocolaptes souleyeti*.



Figura 35. Trazo individual de *Lepidocolaptes affinis*.



Figura 36. Trazos individuales de *Elaenia flavogaster* (a) y *E. martinica* (b).



Figura 37 Trazos individuales de *Piculus aeruginosus* (a), *Xenotriccus mexicanus* (b) y *X. callizonus* (c).



Figura 38. Trazos individuales de *Calocitta formosa* (a) y *Toxostoma longirostre* (b).



Figura 39. Trazos individuales de *Cyanocorax luxuosa* (a) y *C. sanblasianus* (b).

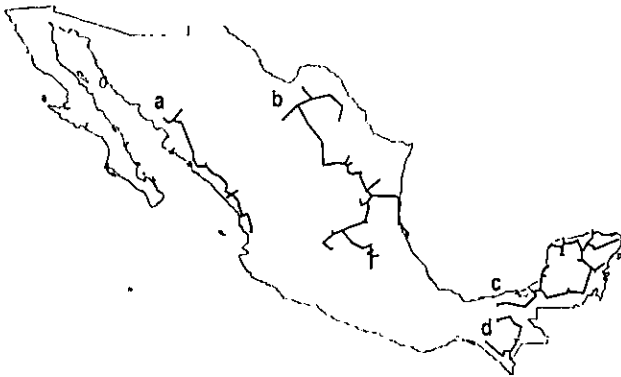


Figura 40. Trazos individuales de *Cyanocorax beecheii* (a), *Aphelocoma potosina* (b), *Cyanocorax yucatanicus* (c) y *Cyanolyca pumilo* (d).



Figura 41. Trazos individuales de *Campylorhynchus affinis* (a) y *Cyanolitta cucullata* (b).



Figura 42. Trazos individuales de *Aphelocoma wollweberi* (a) y *A. ultramarina* (b).



Figura 43. Trazos individuales de *Toxostoma rufum* (a), *Aphelocoma unicolor* (b) y *A. guerrerensis* (c).



Figura 44. Trazos individuales de *Baeolophus wollweberi* (a) y *Thyrothorus modestus* (b).

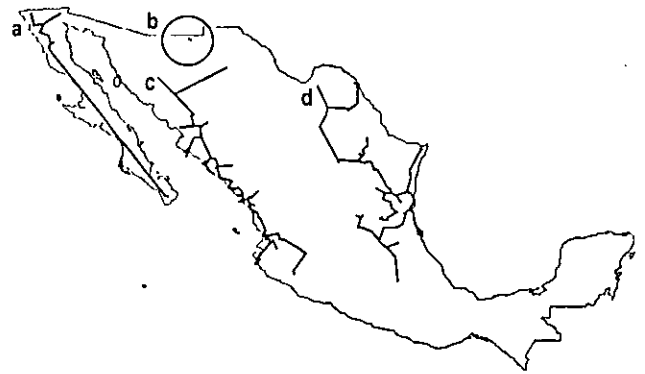


Figura 45. Trazos individuales de *Baeolophus inornatus* (a), *B. ridgwayi* (b), *Calocitta colliei* (c) y *Baeolophus bicolor* (d).



Figura 46. Trazos individuales de *Psaltriparus minimus* (a) y *P. melanotis* (b).



Figura 47. Trazos individuales de *Campylorhynchus brunneicapillus* (a), *C. yucatanicus* (b) y *C. chiapensis* (c).



Figura 48. Trazos individuales de *Campylopterus curvipennis* (a) y *C. rufinucha* (b).



Figura 49. Trazos individuales de *Campylopterus curvipennis* (a), *C. jocosus* (b) y *C. capistratus* (c).



Figura 50. Trazos individuales de *Thyrothorus felix* (a), *Cyanocorax morio* (b) y *Thyrothorus rufalbus* (c).



Figura 51. Trazos individuales de *Toxostoma crissale* (a) y *Thyrothorus pleurostictus* (b).



Figura 52. Trazos individuales de *Thyrothorus ludovicianus* (a), *Cyanocorax speciosa* (b) y *Thyrothorus albinucha* (c).



Figura 53. Trazo individual de *Myadestes occidentalis*.

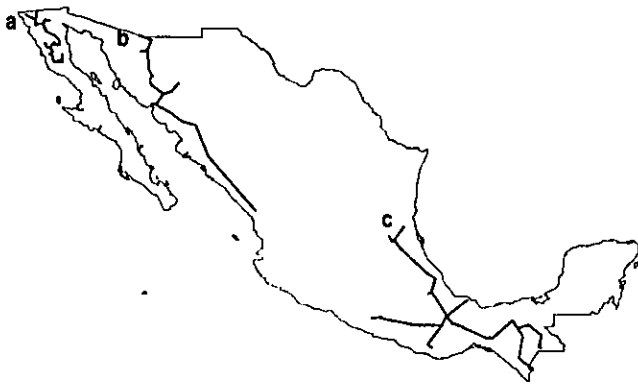


Figura 54. Trazos individuales de *Toxostoma redivivum* (a), *T. bendirei* (b) y *Turdus infuscatus* (c).



Figura 55. Trazos individuales de *Turdus migratorius* (a) y *T. plebejus* (b).



Figura 56. Trazos individuales de *Toxostoma cinereum* (a) y *Turdus grayi* (b).



Figura 57. Trazo individual de *Turdus assimilis*.

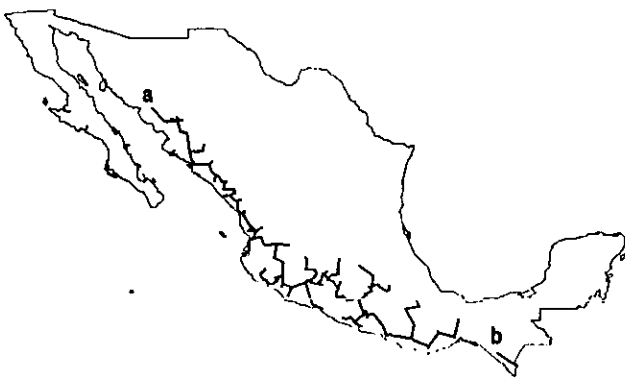


Figura 58. Trazos individuales de *Turdus rufopalliatu* (a) y *Basileuterus delatirii* (b).



Figura 59. Trazos individuales de *Toxostoma arenicola* (a), *T. palmeri* (b), *T. ocellatum* (c) y *T. guttatum* (d).



Figura 60. Trazos individuales de *Toxostoma lecontei* (a), *T. curvirostre* (b) y *Turdus rufitorques* (c).



Figura 61. Trazos individuales de *Coccythraustes vespertinus* (a) y *Vireolanius pulchellus* (b).

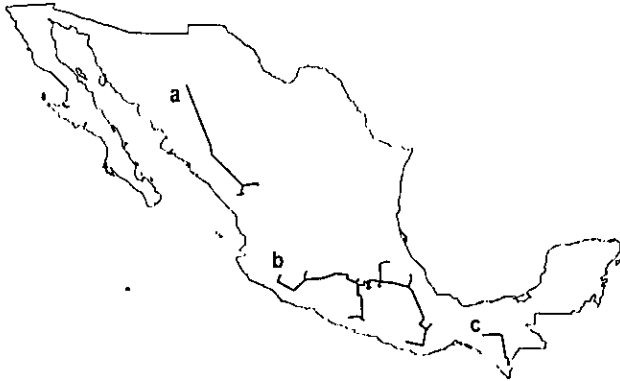


Figura 62. Trazos individuales de *Ergaticus melanauris* (a), *E. ruber* (b) y *E. versicolor* (c).



Figura 63. Trazo individual de *Basileuterus culicivorus*.

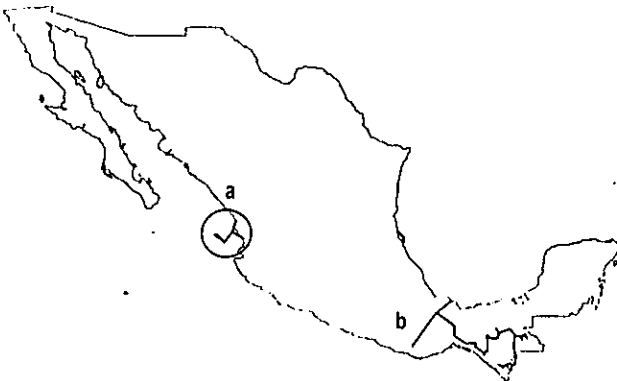


Figura 64. Trazos individuales de *Turdus graysoni* (a) y *Basileuterus salvini* (b).



Figura 65. Trazo individual de *Basileuterus rufifrons*.



Figura 66. Trazo individual de *Basileuterus belli* (a).



Figura 67. Trazo individual de *Atlapetes albinucha*.



Figura 68. Trazos individuales de *Atlapetes pileatus* (a) y *A. gutturalis* (b).



Figura 69. Trazos individuales de *Buarremon virenticeps* (a) y *Turdus leucacchen* (b).



Figura 70. Trazo individual de *Buarremon brunneinucha*.



Figura 71. Trazo individual de *Coccythraustes abeillei*.

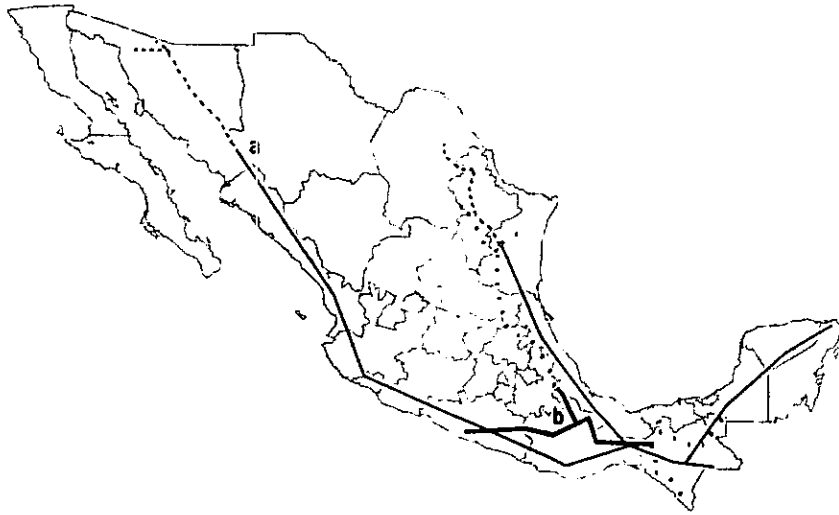


Figura 72. Trazos generalizados 1 (a) y 9 (b), las líneas punteadas en ambos trazos pertenecen a trazos individuales más extendidos, pero incluidos en los trazos generalizados.



Figura 73. Trazos generalizados 2 (a) y 11 (b), las líneas punteadas en ambos trazos pertenecen a trazos individuales más extendidos, pero incluidos en los trazos generalizados.



Figura 74. Trazos generalizados 3 (a) y 6 (b), las líneas punteadas en ambos trazos pertenecen a trazos individuales más extendidos, pero incluidos en los trazos generalizados.



Figura 75. Trazos generalizados 10 (a), 4 (b) y 7 (c), las líneas punteadas en los trazos a y c pertenecen a trazos individuales más extendidos, pero incluidos en los trazos generalizados.



Figura 76. Trazos generalizados 5 (a) y 8 (b), las líneas punteadas en ambos trazos pertenecen a trazos individuales más extendidos, pero incluidos en los trazos generalizados.



Figura 77. Trazo generalizado 12, las líneas punteadas pertenecen a trazos individuales más extendidos pero incluidos en el trazo generalizado.



Figura 78. Trazos generalizados 14 (a) y 13 (b), las líneas punteadas en ambos trazos pertenecen a trazos individuales más extendidos, pero incluidos en los trazos generalizados.

NODOS PANBIOGEOGRÁFICOS

De la sobreposición de los trazos generalizados, se detectaron 15 puntos de intersección o nodos, 12 de ellos en la región Neotropical y tres en la región Neártica. Es importante destacar que no todas las especies de cada trazo generalizado necesariamente participan en los nodos, como se observa en el Cuadro 1 en los casos de *Xenotriccus callizonus*, *Ergaticus melanauris*, *Cyanocorax sanblasianus*, *Cyanocitta diademata* y *Campylorhynchus rufinucha*. En el Cuadro 2 se indica cuáles y cuántos trazos generalizados participan en cada nodo, observando que el máximo número de trazos generalizados que intervienen en los nodos es de seis, en este caso el nodo "Guerrero centro". Los nodos están representados en un mapa de la República Mexicana con base en las provincias biogeográficas propuestas por Morrone *et al.* (en revisión. Figura 79) y están descritos a continuación:

Nodo 1: Oaxaca sur.

- UBICACIÓN: se encuentra al sur del estado de Oaxaca.
- PROVINCIAS BIOGEOGRAFICAS: está ubicado en el sur de la provincia de la Sierra Madre del Sur.
- TRAZOS GENERALIZADOS: intervienen los trazos generalizados 1, 2 y 4, combinándose especies de orígenes templados y tropicales de tierras bajas.

Nodo 2: Baja California Sur.

- UBICACIÓN: se encuentra al sur de Baja California Sur.
- PROVINCIAS BIOGEOGRAFICAS: se ubica al sur de la provincia de Baja California.
- TRAZOS GENERALIZADOS: intervienen los trazos generalizados 3 y 5 combinándose especies de orígenes desérticos de tierras altas, con bosques templados y tropicales (en el sur de la Península).

Nodo 3: Baja California Norte oeste.

- UBICACIÓN: se encuentra al noroeste de Baja California Norte.
- PROVINCIAS BIOGEOGRAFICAS: se localiza en la provincia de California.
- TRAZOS GENERALIZADOS: intervienen los trazos generalizados 3 y 5 combinándose especies de orígenes desérticos de tierras altas, con bosques templados.

Nodo 4: Chiapas suroeste.

- UBICACIÓN: se extiende cerca de la costa del estado de Chiapas.
- PROVINCIAS BIOGEOGRAFICAS: se ubica en la provincia de Chiapas, tocando mínimamente la de la Costa del Pacífico.
- TRAZOS GENERALIZADOS: intervienen los trazos generalizados 7 y 13 combinándose especies de orígenes templados y tropicales tanto altos como bajos.

Nodo 5: Guerrero centro.

- UBICACIÓN: se localiza en el centro del estado de Guerrero.
- PROVINCIAS BIOGEOGRAFICAS: se localiza en la provincia de la Sierra Madre del Sur limitando con la de Costa del Pacífico.
- TRAZOS GENERALIZADOS: intervienen los trazos generalizados 1, 2, 4, 8, 9 y 12 combinándose especies de orígenes tropicales y principalmente templados.

Nodo 6: Oaxaca este.

- UBICACIÓN: se ubica al este del estado de Oaxaca.
- PROVINCIAS BIOGEOGRAFICAS: comparte las provincias de la Sierra Madre del Sur y la del Golfo de México.
- TRAZOS GENERALIZADOS: intervienen los trazos generalizados 1, 2, 8, 9 y 12 combinándose especies de orígenes tropicales y principalmente templados.

Nodo 7: Oaxaca norte.

- UBICACIÓN: se localiza al norte del estado de Oaxaca.
- PROVINCIAS BIOGEOGRAFICAS: comparte las provincias del Eje Volcánico Transmexicano y del Golfo de México.
- TRAZOS GENERALIZADOS: intervienen los trazos generalizados 2, 8, 9 y 12 combinándose especies de orígenes templados tanto del norte como del sur del país.

Nodo 8: Jalisco.

- UBICACIÓN: se encuentra al sureste del estado de Jalisco.
- PROVINCIAS BIOGEOGRAFICAS: comparte las provincias del Eje Volcánico Transmexicano y de la Depresión del Balsas.
- TRAZOS GENERALIZADOS: intervienen los trazos generalizados 2, 6 y 14 combinándose especies de orígenes tropicales, desérticos y templados.

Nodo 9: Hidalgo norte.

- UBICACIÓN: se ubica al norte del estado de Hidalgo.
- PROVINCIAS BIOGEOGRAFICAS: se localiza en la provincia de la Sierra Madre Oriental.
- TRAZOS GENERALIZADOS: intervienen los trazos generalizados 6, 8, 12 y 14 combinándose especies de orígenes tropicales, desérticos y templados.

Nodo 10: Nuevo León-Tamaulipas.

- UBICACIÓN: se encuentra al sureste del estado de Nuevo León, limitando con Tamaulipas.
- PROVINCIAS BIOGEOGRAFICAS: se encuentra en la provincia de la Sierra Madre Oriental.
- TRAZOS GENERALIZADOS: intervienen los trazos generalizados 1, 6 y 14 combinándose especies de orígenes desérticos y principalmente tropicales.

Nodo 11: Chiapas este.

- UBICACIÓN: se localiza en el estado de Chiapas.
- PROVINCIAS BIOGEOGRAFICAS: comparte las provincias de Chiapas y de la Costa del Pacífico.
- TRAZOS GENERALIZADOS: intervienen los trazos generalizados 1, 11 y 12 combinándose especies de orígenes tropicales y principalmente templados.

Nodo 12: Sinaloa norte.

- UBICACIÓN: se ubica al noreste del estado de Sinaloa.
- PROVINCIAS BIOGEOGRAFICAS: comparte las provincias de la Sierra Madre Occidental y de la Costa del Pacífico.
- TRAZOS GENERALIZADOS: intervienen los trazos generalizados 1 y 14 combinándose especies de orígenes desérticos y tropicales.

Nodo 13: Sinaloa sur.

- UBICACIÓN: se localiza al sur del estado de Sinaloa.
- PROVINCIAS BIOGEOGRAFICAS: se localiza en la provincia de la Costa del Pacífico.
- TRAZOS GENERALIZADOS: intervienen los trazos generalizados 1 y 6 combinándose especies de orígenes tropicales.

Nodo 14: Estado de México.

- UBICACIÓN: se localiza en el Estado de México limitando con el Distrito Federal.
- PROVINCIAS BIOGEOGRAFICAS: se ubica en la provincia del Eje Volcánico Transmexicano.
- TRAZOS GENERALIZADOS: intervienen los trazos generalizados 2 y 6 combinándose especies de orígenes templados y tropicales.

Nodo 15: Baja California Norte centro.

- UBICACIÓN: se encuentra al norte-centro de Baja California.
- PROVINCIAS BIOGEOGRAFICAS: se localiza en la provincia de California.
- TRAZOS GENERALIZADOS: intervienen los trazos generalizados 5 y 10 combinándose especies de orígenes desérticos y templados.

Cuadro 2. Trazos generalizados que intervienen en los distintos nodos.

NODOS	TRAZOS GENERALIZADOS													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	X	X		X										
2			X		X									
3			X		X									
4							X						X	
5	X	X		X				X	X			X		
6	X	X						X	X			X		
7		X						X	X			X		
8		X				X								X
9						X		X				X		X
10	X					X								X
11	X										X	X		
12	X													X
13	X					X								
14		X				X								
15					X					X				

COMPLEMENTARIEDAD

Al aplicar el método de complementariedad a los nodos, de acuerdo con Humphries *et al.* (1991), se considera como complemento total 84, pues es el número de especies que participan en los 15 nodos panbiogeográficos obtenidos. Como se aprecia en el Cuadro 3, las dos primeras opciones como áreas prioritarias son los nodos "Oaxaca este" y "Guerrero centro", pues tienen los complementos residuales (53 y 58 especies respectivamente) más bajos comparados con el resto de los nodos.

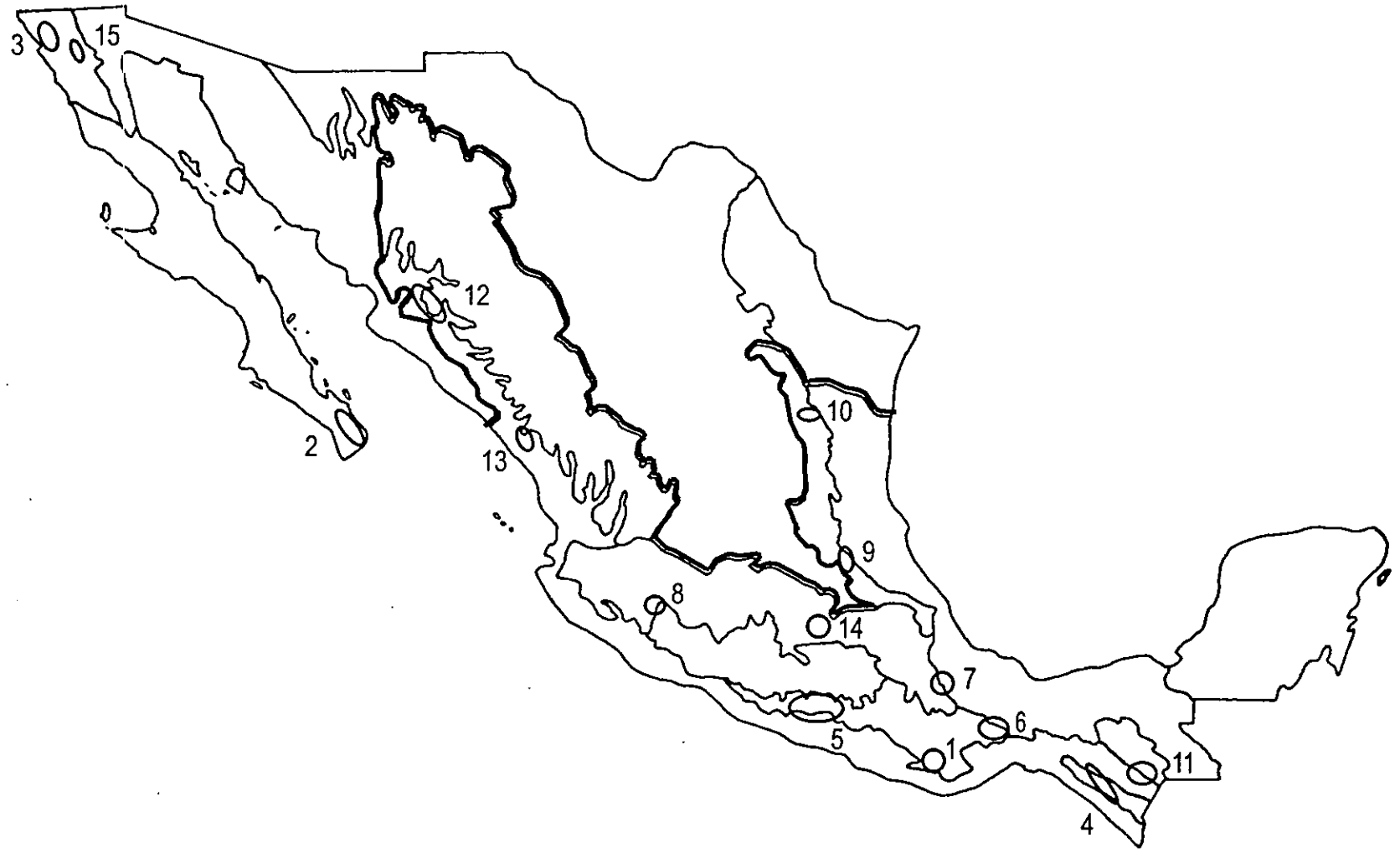


Figura 79. Total de nodos panbiogeográficos obtenidos con base en el mapa de las provincias biogeográficas de México (Morrone *et al.*, en revisión). Los 15 nodos están indicados con número.

Cuadro 3. Complementos residuales por nodo, obtenidos a partir del complemento total = 84, aplicando el método de complementariedad de Humphries et. al. (1991). El complemento residual es igual a la diferencia entre el complemento total y el total de especies por nodo.

Nodos	Número total de especies por nodo	Complemento residual
1	19	65
2	7	77
3	6	78
4	7	77
5	26	58
6	31	53
7	17	67
8	15	69
9	16	68
10	13	71
11	18	66
12	11	73
13	18	66
14	16	68
15	7	77

En el Cuadro 4 se indica el número de especies adicionales (en orden descendente) por nodo y el porcentaje acumulativo de conservación de especies, al considerar tal orden de prioridad de los nodos. Es interesante destacar que con los dos nodos ("Oaxaca este" y "Sinaloa sur") elegidos con este método como primera y segunda opción, se conservaría el 50 % de las 84 especies contempladas.

Cuadro 4. Prioridad de nodos, aplicando el método de complementariedad de Humphries et. al. (1991). El número de especies complementarias indica el número de especies adicionales por nodo, es decir, aquellas no representadas en el nodo anterior. El porcentaje acumulativo permite detectar cuántas y cuáles áreas necesitan elegirse para conservar un porcentaje deseado de las 84 especies de aves terrestres.

Nodos en orden prioritario a conservar	Número de especies complementarias	Porcentaje acumulativo
6	31	36.90 %
13	11	50.00 %
5	10	61.90 %
2	7	70.23 %
4	7	78.57 %
15	5	84.52 %
9	4	89.28 %
11	4	94.04 %
14	3	97.62 %
8	1	98.81 %
10	1	100 %

Por otro lado, se obtuvo el IC de Colwell y Coddington (1994) para cada par de nodos, encontrándose un total de 56 pares con IC = 1, lo que indica 56 posibles propuestas de pares de áreas totalmente complementarias, pues no cuentan con especies en común. Es importante mencionar que la mayor riqueza de especies que se conservaría con estos pares de nodos, es de 38 y la mínima de 13 (ver Cuadro 6). Sin embargo, es necesario reconocer que hay pares de áreas con IC entre 0.5 y 1, pero con más de 38 especies en total, en este caso hay 15 pares con riqueza de especies de 42 a 57 (Cuadro 5), en diez de dichos pares interviene el nodo (6) "Oaxaca este" y en seis (uno compartiendo con Oaxaca este), el nodo (5) "Guerrero centro". En el Cuadro 7 se observan los valores del IC por pares de nodos.

Cuadro 5. Orden de prioridad de los nodos panbiogeográficos de acuerdo con las diferentes herramientas utilizadas. En la columna del Índice de complementariedad de Colwell y Coddington (1994), se agregaron los pares de nodos con 57 a 42 especies.

HERRAMIENTAS PARA ESTABLECER PRIORIDAD			
IC de Colwell y Coddington (1994)	Complementariedad de Humphries et al (1991)		Diversidad filogenética
	Complemento residual	Porcentaje acumulativo	
6-5	6	6	6
6-1	5	13	5
6-7	1	5	14
6-13	11, 13	2, 4	7
6-11	7	15	1
6-14	14	9, 11	8
6-9	8	14	9
6-8	10	8, 10	11
6-10	12		13
5-11	2, 4, 15		10
5-13	3		12
5-7			2
6-12			3
5-9			4
5-14			15

Cuadro 6. Riqueza de especies por pares de nodos. Se indica el total de especies por cada par de nodos y entre paréntesis el número de especies compartidas. Ver número total de especies por nodo en el cuadro 3.

	NODOS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	---	26 (0)	25 (0)	26 (0)	45 (17)	50 (10)	36 (4)	34 (3)	35 (0)	32 (3)	37 (6)	30 (4)	37 (5)	35 (4)	26 (0)
2	---	---	13 (5)	14 (0)	33 (0)	38 (0)	24 (0)	22 (0)	23 (0)	20 (0)	25 (0)	18 (0)	25 (0)	23 (0)	14 (0)
3	---	---	---	13 (0)	32 (0)	37 (0)	23 (0)	21 (0)	22 (0)	19 (0)	24 (0)	17 (0)	24 (0)	22 (0)	13 (3)
4	---	---	---	---	33 (0)	38 (0)	24 (0)	22 (0)	23 (0)	20 (0)	25 (0)	18 (0)	25 (0)	23 (0)	14 (0)
5	---	---	---	---	---	57 (16)	43 (12)	41 (3)	42 (4)	39 (2)	44 (6)	37 (4)	44 (6)	42 (5)	33 (0)
6	---	---	---	---	---	---	48 (14)	46 (1)	47 (7)	44 (6)	49 (14)	42 (2)	49 (3)	47 (2)	13 (0)
7	---	---	---	---	---	---	---	32 (3)	33 (7)	30 (0)	35 (2)	28 (0)	35 (0)	33 (5)	24 (0)
8	---	---	---	---	---	---	---	---	31 (9)	28 (6)	33 (0)	26 (0)	33 (6)	31 (12)	22 (0)
9	---	---	---	---	---	---	---	---	---	29 (6)	34 (2)	27 (2)	34 (5)	32 (7)	23 (0)
10	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	21 (5)	24 (3)	31 (5)	29 (4)	20 (0)
11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	29 (1)	36 (2)	34 (0)	25 (0)
12	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	29 (9)	27 (0)	18 (0)
13	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	34 (6)	25 (0)
14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23 (0)
15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Cuadro 7. Valores obtenidos por pares de nodos aplicando el Índice de complementariedad de Colwell y Coddington (1994), mediante la siguiente fórmula: $IC = a + b - 2j / a + b - j$, donde: a = número de especies del área 1, b = número de especies del área 2, j = número de especies compartidas entre áreas 1 y 2.

	NODOS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	---	1	1	1	0.392	0.75	0.875	0.903	1	0.896	0.806	0.846	0.843	0.870	1
2	---	---	0.375	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	---	---	---	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	---	---	---	---	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7
5	---	---	---	---	---	0.609	0.612	0.921	0.894	0.945	0.842	0.878	0.842	0.864	1
6	---	---	---	---	---	---	0.588	0.977	0.825	0.842	0.6	0.95	0.934	0.955	1
7	---	---	---	---	---	---	---	0.896	0.730	1	0.939	1	1	0.821	1
8	---	---	---	---	---	---	---	---	0.590	0.727	1	1	0.777	0.368	1
9	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.739	0.937	0.92	0.827	0.72	1
10	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.687	0.857	0.807	0.84	1
11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.964	0.941	1	1
12	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.55	1	1
13	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.785	1
14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1
15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

DIVERSIDAD FILOGENÉTICA

Es interesante resaltar que los dos nodos con mayor diversidad filogenética se encuentran entre las tres prioridades obtenidas con los métodos de complementariedad. Tomando en cuenta 84 especies, 28 géneros y 15 familias que participan en los 15 nodos panbiogeográficos, los más altos porcentajes están representados en el nodo "Oaxaca este" con 31 especies repartidas en 20 géneros y 12 familias (80 %, 71.42 % y 36.90 % respectivamente). En segundo lugar está el nodo "Guerrero centro" con 26 especies, 19 géneros y 11 familias. El nodo con menor representación filogenética es el "Baja California norte-centro", pues cuenta únicamente con cuatro familias, aun cuando cuenta con seis géneros y siete especies, al igual que algunos otros nodos con más familias representadas. En un principio del trabajo, se consideraron 29 géneros, siendo *Xenotricus* el único que no participó en ningún nodo. La relación del número y porcentaje de familias, géneros y especies por nodo en orden descendente, se aprecia en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Prioridad de nodos con base en la diversidad filogenética. Los nodos están ordenados de mayor a menor representatividad filogenética de acuerdo con el porcentaje (%) basado en el total de especies (84), géneros (28) y familias (15) que participan en los 15 nodos panbiogeográficos.

Nodos	Familias por nodo	Número de géneros por familia	Total de géneros por nodo	Total de especies por nodo	% de familias por nodo	% de géneros por nodo	% de especies por nodo
6	1 Picidae	2	20	31	80	71.42	36.90
Oaxaca este	2 Dendrocolaptidae	2					
	3 Formicariidae	1					
	4 Tyrannidae	1					
	5 Corvidae	4					
	6 Troglodytidae	2					
	7 Turdidae	2					
	8 Vireonidae	1					
	9 Parulidae	1					
	10 Emberizidae	2					
	11 Fringillidae	1					
	12 Thraupidae	1					

5 Guerrero centro	1 Picidae	2	19	26	73.3	67.85	30.95
	2 Dendrocolaptidae	2					
	3 Formicariidae	1					
	4 Corvidae	4					
	5 Paridae	1					
	6 Troglodytidae	2					
	7 Turdidae	2					
	8 Parulidae	2					
	9 Thraupidae	1					
	10 Emberizidae	1					
	11 Fringillidae	1					
14 Estado de México	1 Picidae	2	15	16	66.6	53.57	19.04
	2 Dendrocolaptidae	1					
	3 Vireonidae	2					
	4 Corvidae	1					
	5 Paridae	1					
	6 Troglodytidae	2					
	7 Turdidae	1					
	8 Parulidae	2					
	9 Emberizidae	2					
	10 Fringillidae	1					
7 Oaxaca norte	1 Picidae	1	14	17	66.6	50	20.23
	2 Dendrocolaptidae	2					
	3 Corvidae	2					
	4 Paridae	1					
	5 Turdidae	2					
	6 Vireonidae	1					
	7 Parulidae	1					
	8 Emberizidae	2					
	9 Fringillidae	1					
	10 Thraupidae	1					
1 Oaxaca sur	1 Picidae	2	16	19	60	57.14	22.61
	2 Dendrocolaptidae	2					
	3 Formicariidae	1					
	4 Corvidae	4					
	5 Paridae	1					
	6 Troglodytidae	2					
	7 Turdidae	1					
	8 Parulidae	2					
	9 Thraupidae	1					
8 Jalisco	1 Picidae	2	13	15	60	46.42	17.85
	2 Dendrocolaptidae	1					
	3 Corvidae	1					
	4 Paridae	1					
	5 Troglodytidae	1					
	6 Turdidae	2					
	7 Vireonidae	1					
	8 Parulidae	2					
	9 Emberizidae	2					

9 Hidalgo norte	1 Picidae	1	12	16	60	42.85	19.04
	2 Dendrocolaptidae	1					
	3 Corvidae	2					
	4 Troglodytidae	1					
	5 Turdidae	2					
	6 Vireonidae	1					
	7 Parulidae	1					
	8 Emberizidae	2					
	9 Thraupidae	1					
11 Chiapas este	1 Picidae	4	15	18	53.3	53.57	21.42
	2 Dendrocolaptidae	1					
	3 Formicariidae	1					
	4 Corvidae	4					
	5 Troglodytidae	2					
	6 Turdidae	1					
	7 Parulidae	1					
	8 Emberizidae	1					
13 Sinaloa sur	1 Picidae	2	12	18	53.3	42.85	21.42
	2 Dendrocolaptidae	1					
	3 Corvidae	2					
	4 Troglodytidae	1					
	5 Turdidae	2					
	6 Mimidae	1					
	7 Parulidae	1					
	8 Emberizidae	2					
10 Nuevo León- Tamaulipas	1 Picidae	2	10	13	46.6	35.71	15.47
	2 Dendrocolaptidae	1					
	3 Corvidae	1					
	4 Troglodytidae	2					
	5 Turdidae	2					
	6 Parulidae	1					
	7 Emberizidae	1					
12 Sinaloa norte	1 Picidae	1	9	11	46.6	32.14	13.09
	2 Dendrocolaptidae	1					
	3 Corvidae	2					
	4 Troglodytidae	2					
	5 Turdidae	1					
	6 Mimidae	1					
	7 Parulidae	1					
2 Baja California Sur	1 Picidae	1	7	7	46.6	25	8.33
	2 Corvidae	1					
	3 Paridae	1					
	4 Aegithalidae	1					
	5 Troglodytidae	1					
	6 Turdidae	1					
	7 Mimidae	1					

3 Baja California norte-oeste	1 Picidae	1	6	6	40	21.42	7.14
	2 Corvidae	1					
	3 Paridae	1					
	4 Aegithalidae	1					
	5 Troglodytidae	1					
	6 Mimidae	1					
4 Chiapas suroeste	1 Corvidae	1	6	7	33.3	21.42	8.33
	2 Troglodytidae	2					
	3 Parulidae	1					
	4 Emberizidae	1					
	5 Thraupidae	1					
15 Baja California norte-centro	1 Picidae	2	6	7	26.6	21.42	8.33
	2 Paridae	2					
	3 Aegithalidae	1					
	4 Mimidae	1					

COMPARACIÓN DE NODOS PANBIOGEOGRÁFICOS CON AICA'S.

Al sobreponer el mapa de los nodos panbiogeográficos obtenidos con el de las AICA's de México (Figura 80), se observaron tanto nodos coincidentes como no coincidentes con algunas de ellas.

Cuatro son los nodos no coincidentes, pero sí muy cercanos a algunas AICA's de México. Entre paréntesis después de cada AICA se indica la clave de reconocimiento en el mapa de las AICA's de internet (<http://www.conabio.gob.mx>). El nodo "Baja California Norte oeste" se ubica al oeste del AICA Sierra Juárez (NO-16), el nodo "Jalisco" se encuentra justo al sur del AICA Laguna de Chapala (C-67), el nodo "Chiapas este" se localiza al suroeste del AICA Lagunas de Montebello (SE-19), y el nodo "Sinaloa norte" se localiza al norte del AICA Pericos (NO-95).

Algunos nodos coinciden en una porción de alguna AICA, como en los siguientes casos: el nodo "Oaxaca sur" se encuentra ocupando una mínima porción noroeste del AICA Sierra de Miahuatlán (C-17), el nodo "Baja California Sur" se localiza ocupando el centro y norte del AICA Sierra de la Laguna (NO-01), el nodo "Chiapas suroeste" ocupa prácticamente toda el AICA El Triunfo (SE-23), el nodo "Oaxaca este" ocupa una porción este del AICA Sierra Norte de Oaxaca (C-13), el nodo "Hidalgo norte" toca la orilla oeste del AICA Tlanchinol (C-41), el nodo "Nuevo León-Tamaulipas" toca el este del AICA San Antonio Peña Nevada (NE-23), el nodo "Sinaloa sur" se encuentra al oeste del AICA Río Presidio-Pueblo Nuevo (NE-18), y el nodo "Baja California Norte centro" queda dentro del AICA Sierra Juárez (NO-16).

También existen casos en donde un nodo ocupa tres o cuatro AICA's de la siguiente manera: el nodo "Guerrero centro" se encuentra entre cuatro AICA's, ocupa una porción

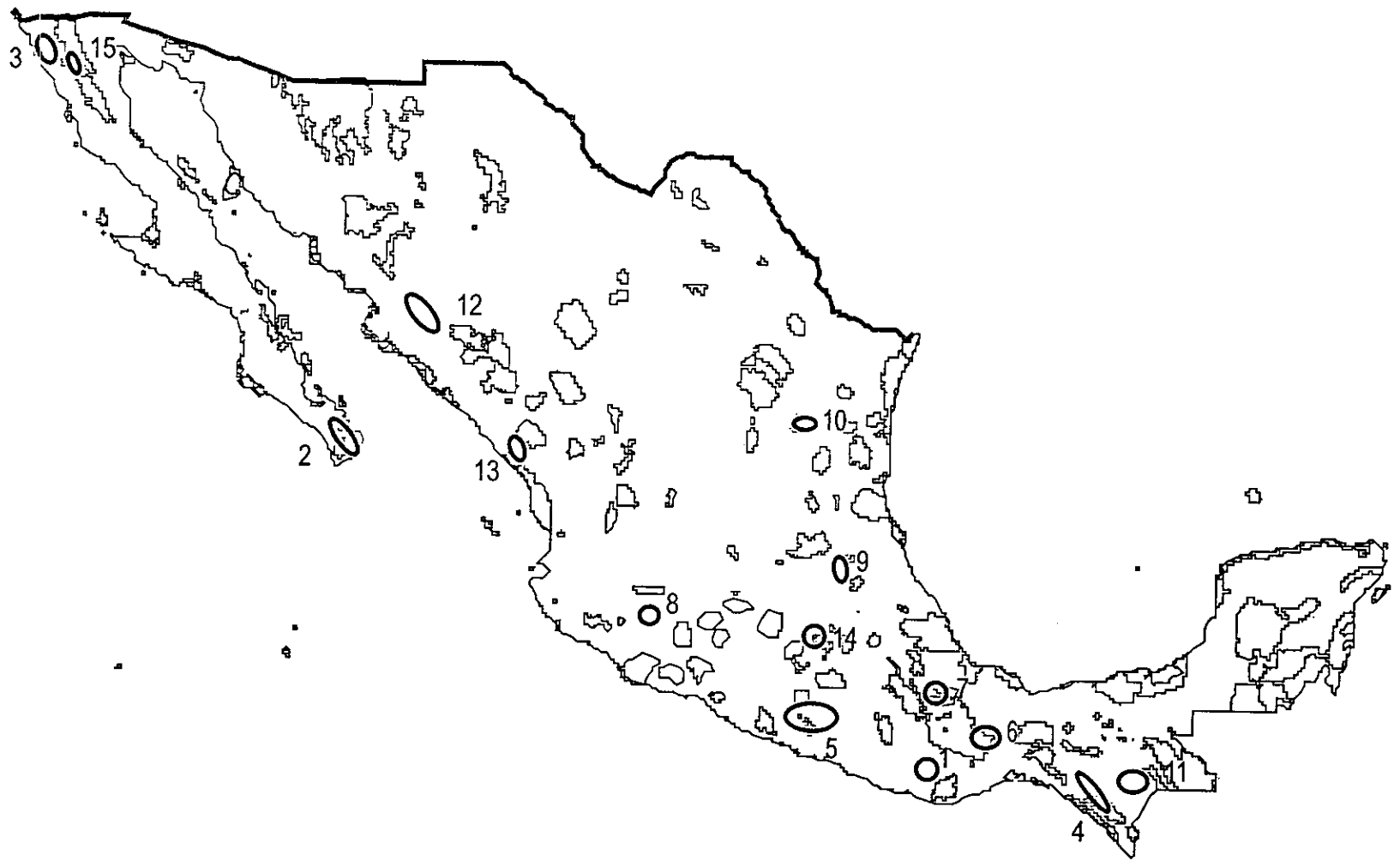


Figura 80. Sobreposición de los 15 nodos panbiogeográficos con las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves de México (AICA's).

noreste de Sierra de Atoyac (C-25), la porción sur del Cañón del Zopilote (C-23), el norte de Acahuizotla–Agua del Obispo (C-24) y toda el área de Omiltemi (C-26).

El nodo "Oaxaca norte" coincide con la Presa Temascal (SE-57), con el oeste del AICA Cerro de Oro (SE-47) y una porción noroeste de la Sierra Norte (C-13). El nodo "Estado de México" se encuentra al norte y entre las AICA's Sierra de Taxco–Nevado de Toluca (C-22), Sur del Valle de México (C-19) y Ciénegas de Lerma (C-11).

COMPARACIÓN DE NODOS PANBIOGEOGRÁFICOS CON ANP'S.

Es interesante percibir que tan solo cuatro nodos coinciden con algunas ANP's (Figura 81). El nodo "Baja California Sur" coincide con Sierra de la Laguna, el nodo "Baja California Norte centro" coincide con Constitución de 1857, haciéndose notar que el nodo es de mucho mayor tamaño.

Los otros dos nodos conectan a dos o más áreas, "Chiapas suroeste" que coincide con El Triunfo y toca el área La sepultura, y "Estado de México" se encuentra entre las ocho siguientes ANP's: Nevado de Toluca, Lagunas de Zempoala, Ajusco Chichinautzin 1, El Tepozteco, Ajusco Chichinautzin 2, Ins. Miguel Hidalgo y Costilla, Los Remedios, y Cumbres del Ajusco.

El resto de los nodos se encuentran totalmente aislados de las ANP's, sin embargo, los nodos "Oaxaca norte", "Hidalgo norte" y "Chiapas este" están cerca de alguna ANP.

PROPUESTA DE ÁREAS PARA LA CONSERVACIÓN

Considerando que la conservación requiere preservar en un número mínimo de áreas la mayor diversidad biológica posible (Ackery y Vane-Wright, 1984), es necesario decidir cuál o cuáles áreas tendrían prioridad. Debido a lo antes mencionado, basado tanto en el complemento residual como en el porcentaje acumulativo obtenido con el método de complementariedad de Humphries *et. al.* (1991), los nodos "Oaxaca este" y "Guerrero centro" están en las tres primeras opciones (ver Cuadro 5).

También con el IC de Colwell y Coddington (1994), el par de nodos prioritario es "Oaxaca este" y "Guerrero centro", pues aun cuando no tienen 100 % de complementariedad, el total de especies es el más alto comparado con el resto de los pares de nodos.

La elección de estas áreas como prioritarias es apoyada por la diversidad filogenética, pues nuevamente son los nodos "Oaxaca este" y "Guerrero centro" los que tienen mayor

noreste de Sierra de Atoyac (C-25), la porción sur del Cañón del Zopilote (C-23), el norte de Acahuizotla–Agua del Obispo (C-24) y toda el área de Omiltemi (C-26).

El nodo "Oaxaca norte" coincide con la Presa Temascal (SE-57), con el oeste del AICA Cerro de Oro (SE-47) y una porción noroeste de la Sierra Norte (C-13). El nodo "Estado de México" se encuentra al norte y entre las AICA's Sierra de Taxco–Nevado de Toluca (C-22), Sur del Valle de México (C-19) y Ciénegas de Lerma (C-11).

COMPARACIÓN DE NODOS PANBIOGEOGRÁFICOS CON ANP'S.

Es interesante percibir que tan solo cuatro nodos coinciden con algunas ANP's (Figura 81). El nodo "Baja California Sur" coincide con Sierra de la Laguna, el nodo "Baja California Norte centro" coincide con Constitución de 1857, haciéndose notar que el nodo es de mucho mayor tamaño.

Los otros dos nodos conectan a dos o más áreas, "Chiapas suroeste" que coincide con El Triunfo y toca el área La sepultura, y "Estado de México" se encuentra entre las ocho siguientes ANP's: Nevado de Toluca, Lagunas de Zempoala, Ajusco Chichinautzin 1, El Tepozteco, Ajusco Chichinautzin 2, Ins. Miguel Hidalgo y Costilla, Los Remedios, y Cumbres del Ajusco.

El resto de los nodos se encuentran totalmente aislados de las ANP's, sin embargo, los nodos "Oaxaca norte", "Hidalgo norte" y "Chiapas este" están cerca de alguna ANP.

PROPUESTA DE ÁREAS PARA LA CONSERVACIÓN

Considerando que la conservación requiere preservar en un número mínimo de áreas la mayor diversidad biológica posible (Ackery y Vane-Wright, 1984), es necesario decidir cuál o cuáles áreas tendrían prioridad. Debido a lo antes mencionado, basado tanto en el complemento residual como en el porcentaje acumulativo obtenido con el método de complementariedad de Humphries *et. al.* (1991), los nodos "Oaxaca este" y "Guerrero centro" están en las tres primeras opciones (ver Cuadro 5).

También con el IC de Colwell y Coddington (1994), el par de nodos prioritario es "Oaxaca este" y "Guerrero centro", pues aun cuando no tienen 100 % de complementariedad, el total de especies es el más alto comparado con el resto de los pares de nodos.

La elección de estas áreas como prioritarias es apoyada por la diversidad filogenética, pues nuevamente son los nodos "Oaxaca este" y "Guerrero centro" los que tienen mayor

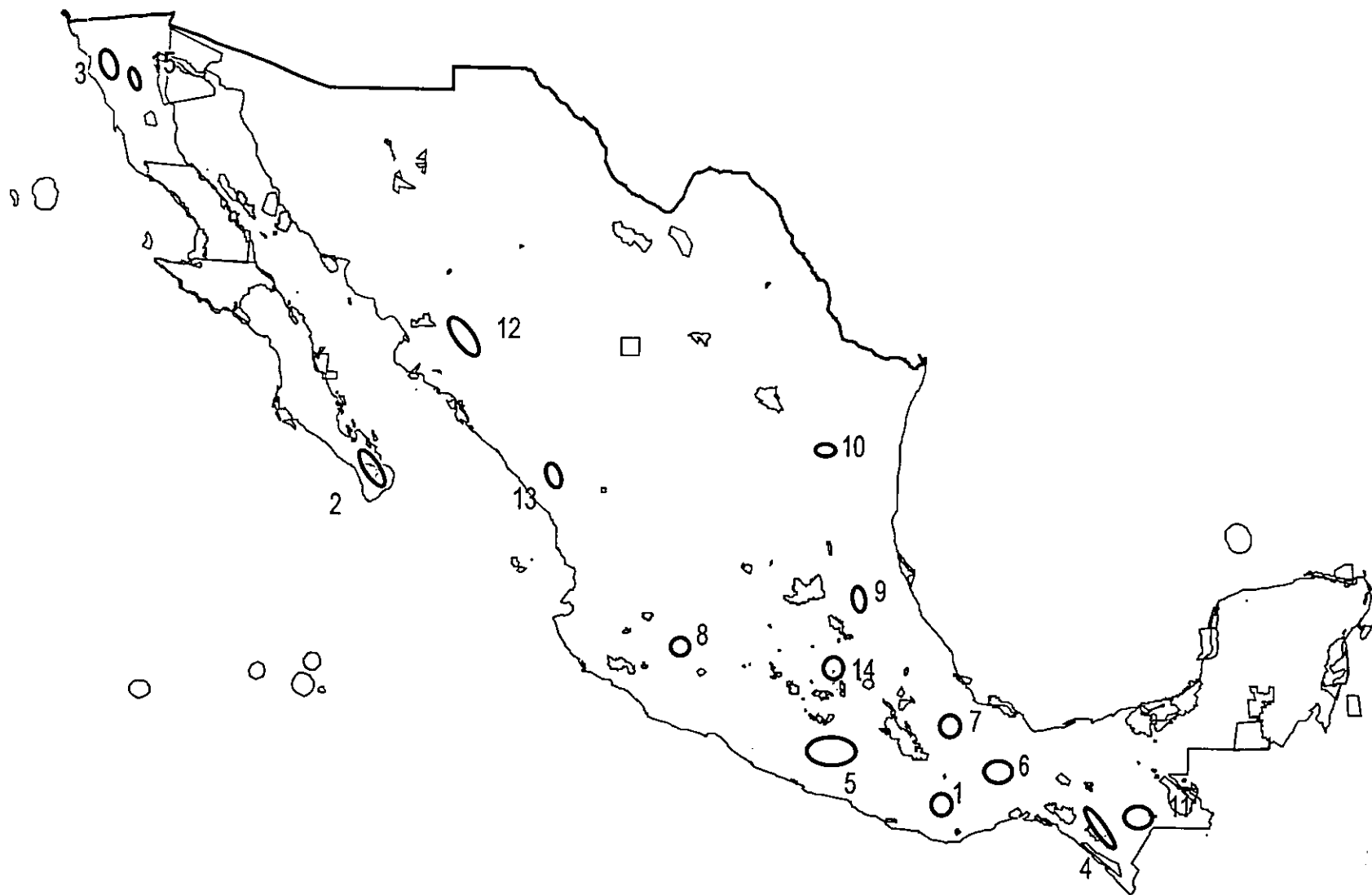


Figura 81. Sobreposición de los 15 nodos panbiogeográficos con las Áreas Naturales Protegidas de México (ANP's).

porcentaje filogenético. Otro punto a favor es la presencia de especies con algún estatus interesante, el nodo "Oaxaca este" tiene cinco especies raras y una amenazada de acuerdo con la NOM-ECOL-059 (SEDESOL, 1994), el nodo "Guerrero centro" cuenta con tres especies raras de acuerdo con la NOM-ECOL-059 (SEDESOL, 1994) y una considerada amenazada por la NOM-ECOL-059 (SEDESOL, 1994), en peligro de extinción por Birds to Watch de BirdLife (Collar *et al.* 1994) y vulnerable de acuerdo con el Libro rojo de las Américas (IUCN, 1996), ver Cuadro 9.

Son 23 las especies que se encuentran en los trazos generalizados con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-ECOL-059 (SEDESOL, 1994), con el Libro Rojo de las Américas (IUCN, 1996) y con el libro Birds to Watch de BirdLife (Collar *et al.* 1994), y 13 de estas las que participan en los nodos (Cuadro 9).

En principio, las 15 áreas (nodos) que se distribuyen en el territorio mexicano desde la Península de Baja California hasta el este de Oaxaca, se consideran con una riqueza histórica con posibilidades a ser conservadas. Sin embargo, las herramientas utilizadas para definir áreas prioritarias, motivan a proponer como áreas para conservación de aves terrestres en México a los nodos "Oaxaca este" y "Guerrero centro" en primera instancia. No obstante, "Sinaloa sur" y "Oaxaca sur" se encuentran también entre las primeras opciones de prioridad de acuerdo con dichas herramientas (ver Cuadro 5).

Otro punto a favor para proponer estas áreas es la ausencia de ANP's reconocidas en su ubicación, aun cuando son áreas cercanas a AICA's propuestas, lo que sugiere una importancia ornitológica, pero que por alguna razón quizá federal, gubernamental o de otra índole, no han sido contempladas para su conservación, sin embargo no se pierde la intención de que algún día se evalúen y reconozcan.

Una vez más considerando a las AICA's y a las ANP's, y suponiendo la posibilidad de proponer diferentes áreas para conservar aves terrestres en el territorio mexicano, es interesante resaltar que el nodo "Sinaloa norte" se encuentra aislado entre las AICA's y las ANP's, llenando un hueco en el noroeste del País, además en comparación con los demás nodos, es un área de mayor tamaño que cuenta con una especie amenazada (*Cyanocorax beecheii*) de acuerdo con la NOM-ECOL-059 (SEDESOL, 1994) y comparte orígenes tropicales de la Costa del Pacífico y ambientes templados, tropicales y principalmente desérticos de la Sierra Madre Occidental, lo cual sugiere un área con riqueza histórica valiosa para conservar.

Un caso interesante es el del nodo "Estado de México", pues de alguna manera se encuentra conectando tres AICA's y ocho ANP's. Se conoce que las políticas de las

Cuadro 9. Especies en algún estatus de protección, por nodo. Rara = rara, Amz. = amenazada, P.e. = en peligro de extinción, S. p. e. = sujeta a protección especial, C. amz. = casi amenazada, Vul. = vulnerable. Los números entre paréntesis corresponden a 1. NOM-ECOL-59 (SEDESOL, 1994), 2. Birds to Watch de BirdLife (Collar et. al. 1994) y 3. Libro rojo de las Américas (IUCN, 1996).

ESPECIES	CATEGORIA	NODOS															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
<i>Melanerpes pucherani</i>	Rara (1)						X	X									
<i>Xiphorhynchus erythrogygius</i>	Rara (1)					X	X	X		X							
<i>Xenotriccus callizonus</i>	Amz. (1), C. amz. (2)																
<i>Xenotriccus mexicanus</i>	Amz. (1), C. amz. (2)																
<i>Cyanocorax dickeyi</i>	Amz. (1), C. amz. (2)															X	
<i>Cyanocorax beecheii</i>	Amz. (1)												X	X			
<i>Cyanolyca cucullata</i>	Amz. (1)							X	X		X						
<i>Cyanolyca pumilo</i>	Amz. (1)				X												
<i>Cyanolyca nana</i>	P.e. (1, 2, 3)																
<i>Cyanolyca mirabilis</i>	Amz. (1), P.e. (2), Vul. (3)	X				X											
<i>Campylorhynchus chiapensis</i>	Rara (1)																
<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	Rara (1)																
<i>Myadestes townsendi</i>	S. p. e. (1)																
<i>Myadestes occidentalis</i>	S. p. e. (1)									X	X	X			X	X	
<i>Turdus inuscatu</i>	Rara (1)					X	X	X									
<i>Turdus plebejus</i>	Rara (1)																
<i>Turdus graysoni</i>	C. amz (2)																
<i>Turdus rufitorques</i>	Rara (1)												X				
<i>Toxostoma guttatum</i>	Amz (1), C. amz. (2)																
<i>Vireolanius melitophrys</i>	C. amz. (2)									X	X						X
<i>Vireolanius pulchellus</i>	Rara (1)							X	X								
<i>Ergaticus versicolor</i>	C. amz. (2)																
<i>Basileuterus culicivorus</i>	Rara (1)	X				X	X					X	X				
Total de especies en alguna categoría, por nodo		2	0	0	1	4	6	5	2	4	2	2	1	3	2	0	

diferentes áreas son variables, sin embargo, resultaría exitoso poder conservar áreas más grandes, por ello se considera aunque más difícil pero no imposible, la probabilidad de unir áreas por medio de este nodo que de alguna manera las comunica. Por ello, siempre y cuando se cuente con un informe de las condiciones políticas, administrativas y otras necesarias en que se encuentra el área y éstas lo permitan, la propuesta sería una posible extensión y unión de las áreas.

En el caso de las AICA's, existen diferentes ejemplos para los cuales podría considerarse apropiada la asociación con los interesados en las áreas con las que coinciden los nodos obtenidos, pues la información generada en el presente trabajo es complementaria y por lo tanto sirve de apoyo para reafirmar la importancia de la conservación de alguna AICA en particular, aspirando así a la evaluación y consideración de más áreas cada vez, pues finalmente se espera que se asegure la conservación de las especies entre límites de áreas cercanas.

En cuanto a las ANP's, a excepción de los nodos "Baja California Sur", "Baja California Norte centro", "Chiapas suroeste" y "Estado de México" que sí coinciden con algún ANP, todos los nodos tendrían posibilidades de ser propuestos para su conservación, ya que se ubican en zonas carentes de áreas protegidas.

DISCUSIÓN

La crisis de la biodiversidad es un problema a nivel global, el cual avanza a una gran velocidad. Sin embargo, aún estamos a tiempo para proteger y rescatar de la pérdida total una parte de lo que tenemos. La diversidad biológica es una fuente de recursos que debe ser aprovechada de manera inteligente, aceptando que todos los seres vivos formamos parte de una cadena que si continúa deteriorándose podría llegar a provocar una situación irremediable.

El estudio de la biodiversidad ha revelado que el deterioro en las zonas boscosas es el resultado histórico de acciones conjuntas de eventos naturales y actividades humanas principalmente (Rojas-Viloria, *en prep.*), las cuales ejercen una marcada influencia en la disminución del número de especies, en el tamaño y la variabilidad genética de las poblaciones silvestres y en la pérdida irreversible de hábitats y ecosistemas (CONABIO, 1998).

Por lo que México, aun cuando goza de una gran variedad de recursos naturales y de inequívocas bellezas escénicas (CCA, 1997), irremediablemente, es reconocido por el deterioro de su biodiversidad, que viene sucediendo desde hace varios años a la fecha y por lo que ha llegado a una situación crítica.

Con la situación crítica reconocida como crisis de la biodiversidad en la cual se encuentra México actualmente, es urgente encontrar métodos de trabajo que permitan hacer evaluaciones que arrojen información confiable para una correcta toma de decisiones. Aunque la falta de recursos financieros es uno de los principales impedimentos en nuestro país para la promoción del desarrollo sustentable y la protección del ambiente (CONABIO, 1998), los intentos por lograr salvar y conservar lo que aún queda deben ser lo suficientemente fuertes para encontrar el financiamiento necesario y así aplicar estrategias posibles de conservación.

Es aquí donde la biogeografía cumple su objetivo en el área de la conservación de la biodiversidad, ya que genera conocimiento científico básico acerca de ésta, utilizando entre otras herramientas los inventarios biológicos que vienen realizándose desde hace muchos años por investigadores de diversas instituciones tanto gubernamentales como particulares.

En el caso de las estrategias biogeográficas de índole histórico aplicadas a la conservación, es posible que el enfoque panbiogeográfico sea más accesible que los métodos filogenéticos, pues como Platnick y Nelson (1988, en Morrone y Crisci, 1990)

mencionaron alguna vez "la panbiogeografía es un método destinado a brindar respuestas rápidas en ausencia de análisis cladísticos", pues mientras no se disponga de suficientes análisis filogenéticos, la implementación de atlas panbiogeográficos y la identificación de nodos parecen ser las medidas más apropiadas para tomar a corto plazo (Morrone y Crisci, 1990).

Es necesario mencionar que el enfoque panbiogeográfico intentará desarrollar en el público la comprensión de la íntima relación entre biología, sistemática, geología, ecología e historia (Morrone y Crisci, 1990), lo que en términos de conservación, puede arrojar una visión novedosa sobre el problema de la determinación de áreas a ser conservadas (Grehan, 1989), al expresar la riqueza relativa de especies en el área y la riqueza de "orígenes" históricos en forma simultánea (Morrone y Crisci, 1990).

Con la aplicación del método panbiogeográfico se detectaron especies que comparten una historia tanto geográfica como ecológica, lo que se reconoce al percibir que aun cuando la mayoría de los trazos generalizados se extienden por la región Neotropical de México, al determinar los nodos, se mezclan orígenes tanto templados, como tropicales y desérticos de las diferentes regiones de México.

Es aquí donde cabe la explicación del porque no se encontraron nodos en el Altiplano Mexicano (neártico) y en la Península de Yucatán, pues básicamente el haber restringido este estudio a especies residentes y no considerar especies migratorias (que son de afinidad Neártica principalmente), redujo esta posibilidad. La Península de Yucatán es utilizada por muchas especies migratorias como el paso de Estados Unidos de América a Centro y Sudamérica, además, sus relaciones están más cercanas al Caribe, y si se suma el haber trabajado exclusivamente con México y no con el continente americano, se confirma más esta idea.

La panbiogeografía es un método que ideó Croizat para reconstruir el proceso de fragmentación de las biotas primigenias, al reconocer en la distribución actual de los taxones en áreas disyuntas, relictos de distribuciones ancestrales (Crisci y Morrone, 1990), reconociendo a un nodo como una área bióticamente compleja y por lo cual debería tener prioridad para su conservación. Por esta razón es que las 15 áreas (nodos panbiogeográficos) encontradas que cuentan con una mezcla de orígenes, una riqueza histórica y específica, así como con un número significativo de taxones únicos, merecen atención y consideración para su posible conservación.

Los criterios para dar prioridad de conservación a las diferentes áreas deben ser bien estudiados, pues dependerá del valor que se le dé a cada uno para tomar la decisión

apropiada, porque aun cuando no siempre se encuentren entre las primeras prioridades de acuerdo con las herramientas de priorización utilizadas, es interesante mencionar que una razón para darle más importancia a una o a otra área para conservar, puede ser la ubicación en la llamada zona de transición (Halffter, 1976) lo cual indicaría la mezcla de elementos bióticos neárticos y neotropicales. De acuerdo con ello, los nodos "Oaxaca norte", "Jalisco", y "Estado de México" ubicados en el Eje Volcánico Transmexicano, los nodos "Hidalgo norte" y "Nuevo León-Tamaulipas" en la Sierra Madre Oriental y el nodo "Sinaloa norte" en la Sierra Madre Occidental, debieran considerarse como áreas prioritarias para su conservación.

Es fundamental que la alteración de los ecosistemas no se produzca más allá del umbral en que los cambios sean irreversibles. Por ello, considerando a México como un país megadiverso en crisis de la biodiversidad, una de las principales preocupaciones hoy en día es contar con áreas para conservar y así aprovechar los recursos naturales disponibles, y que mejor que dichas áreas se encuentren distribuidas en prácticamente todo el territorio mexicano, tal como se encontró en el presente trabajo. Las 15 áreas (nodos panbiogeográficos) encontradas se distribuyen desde la Península de Baja California hasta Chiapas limitando con Guatemala, cubriendo básicamente las cadenas montañosas de México, en donde se contempla una riqueza de especies considerable y además, ocupan diferentes ambientes e intervalos altitudinales.

Las prioridades de conservación dependen críticamente de la autoridad taxonómica empleada, ya sea basadas en concentraciones de taxones endémicos (Peterson y Navarro-Sigüenza, 1999), migratorios (Rappole *et al.*, 1983) o como en este caso residentes, ya que se ignora si el número de especies y por consiguiente la ubicación y cantidad de nodos panbiogeográficos habrían sido los mismos de no haber ocupado la clasificación basada en el concepto de especie evolutiva (Navarro y Peterson, en revisión).

Sin embargo, se reconoce el logro de encontrar congruencia entre los patrones de distribución de dichas especies dentro de un mínimo de trazos y nodos, sin dejar de mencionar que los trazos generalizados resultaron de la distribución geográfica de los taxones, permitiendo delimitar biotas ancestrales sobre la base de homologías biogeográficas.

También son necesarias algunas herramientas no ecológicas para el establecimiento de prioridades que permitan conservar el máximo de diversidad biológica posible. Sin embargo, ninguna de las medidas de la diversidad biológica provee un resultado óptimo

en cualquier situación, pues algunas son sensibles al número de especies, porque al aplicarse podrían llevar a "sacrificar" un gran número de taxones cuando se eligen áreas con menor número, pero con representantes más divergentes (Morrone y Crisci, 1990).

Debido a lo anterior, se sugiere la combinación de distintas medidas, considerando que es la manera más apropiada para priorizar áreas a ser conservadas (Morrone y Crisci, 1990), por lo cual se recurrió a métodos de complementariedad y a precisar la diversidad filogenética de cada área. Contemplando la oportunidad de preservar en un número mínimo de áreas la mayor diversidad ornitológica posible, es preciso considerar que una vez que una área ha sido elegida, la segunda prioridad debe contribuir con el máximo complemento de especies, es decir, deberá contener el mayor número posible de especies no representadas en la primera (Humphries *et al.*, 1991).

Tanto el método de complementariedad de Humphries *et al.* (1991) como el índice de complementariedad (IC) de Colwell y Coddington (1994) fueron empleados para encontrar de entre los 15 nodos obtenidos, las áreas con prioridad para ser conservadas. Aun cuando el método de Humphries *et al.* (1991) sólo determina el orden de prioridad de las áreas, y el índice de Colwell y Coddington (1994) detecta pares de áreas complementarias, ambos métodos revelaron que los nodos "Oaxaca este" y "Guerrero centro" son la primera y la segunda opción, por ser el par de áreas con más alto número de especies aun cuando la complementariedad no es del 100 %. Cabe destacar que con estas dos áreas se estaría conservando el 50% del total de especies contempladas, además de contar con cinco especies raras (*Melanerpes pucherani*, *Xiphorhynchus erythropygius*, *Turdus infuscatus*, *Vireolanius pulchellus* y *Basileuterus culicivorus*) y dos amenazadas (*Cyanolyca cucullata* y *Cyanolyca mirabilis*).

Otro punto de importancia con respecto a estas dos áreas, es que cuentan con la combinación de prácticamente los mismos trazos generalizados (excepto el trazo 4 para el nodo Oaxaca este), mezclándose taxones tropicales de la Costa del Pacífico y de ambientes templados de diferentes regiones de México. Cabe mencionar, que aun cuando es básicamente la misma combinación de biotas para ambos nodos y por tanto cuentan con especies en común, tienen un alto número de taxones únicos y una alta diversidad filogenética, lo cual los hace diferentes y al mismo tiempo es lógica su ubicación en diferentes regiones de México.

Es necesario realizar estudios detallados con todos los criterios posibles para priorizar áreas y así lograr la toma de decisiones más adecuada. Por esto, analizar las áreas con base en los diferentes criterios utilizados en este trabajo, revelan que los nodos siempre

ubicados en las cinco primeras posiciones de prioridad son los ya mencionados "Oaxaca este" y "Guerrero centro", además de "Sinaloa sur", "Oaxaca sur" y "Oaxaca norte".

Es importante destacar que el nodo "Oaxaca norte" está formado por la mayoría de las biotas con que cuentan los nodos "Oaxaca este" y "Guerrero centro". Sin embargo, únicamente tiene orígenes templados tanto del norte como del sur del país. Estas coincidencias están diciendo mucho de los patrones de distribución de los diferentes taxones, porque se encuentren en el norte, en el centro o en el sur de México, y ya sean de extensiones amplias o reducidas, se demuestra la riqueza específica, histórica y ecológica en común de los taxones y nos llevan a localizar áreas valiosas que merecen ser tomadas en cuenta para que mediante la información que arroje un estudio detallado de cada una, pueda elegirse la mejor alternativa para todas y cada una de ellas, pensando naturalmente que también tienen una importancia ornitológica y biológica en general.

El nodo "Oaxaca sur" tiene una mezcla de orígenes templados de la Sierra Madre del Sur, del Eje Volcánico Transmexicano y de la Sierra Madre Occidental, así como de ambientes tropicales de la Costa del Pacífico, lo cual indica la presencia de biotas con una riqueza histórica considerable. Esta área está ubicada al sur del país justo entre las tres primeras prioridades mencionadas, lo que indica una tendencia hacia el sur de México de áreas con elementos fuertemente considerados para su conservación.

No obstante, el nodo "Sinaloa sur" está contemplado dentro de las cinco prioridades a ser conservadas, sugiriendo que de los nodos ubicados al norte del país, éste cuenta con suficientes elementos para considerar un estudio detallado y una propuesta oficial en un futuro. La combinación de orígenes es interesante porque cuenta con biotas tropicales tanto de la Costa del pacífico como del Eje Volcánico Transmexicano, y dan como resultado la presencia de dos especies amenazadas (*Cyanocorax dickeyi* y *C. beecheii*) y una sujeta a protección especial (*Myadestes occidentalis*). Sin embargo, son zonas a las que no se les ha prestado la suficiente atención, esto se refleja en la falta de información y en la ausencia de ANP's en general en la zona norte del país.

Con el reconocimiento de la crisis de la biodiversidad global, en los 1980's se iniciaron esfuerzos por priorizar áreas para acciones conservacionistas basadas en la riqueza de especies total y riqueza de especies endémicas (Peterson y Navarro-Sigüenza, 1999), así como en criterios de tipo administrativo, logrando que hoy en día contemos con un Sistema de Áreas Naturales Protegidas.

La creación, el financiamiento y la administración de ANP's son estrategias para la protección y conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de un gran número de

funciones ambientales vitales. El programa de Medio Ambiente 1995-2000 (SEMARNAP, 1995 en CONABIO, 1998) establece que las ANP's son uno de sus principales instrumentos de conservación (CONABIO, 1998).

Por lo anterior, con intención de descubrir áreas nuevas para conservar, se hizo una comparación entre los nodos panbiogeográficos detectados y las 119 ANP's decretadas en México (INE, 2000) hasta la fecha, resultando llamativo que solo cuatro nodos coinciden con ellas. Esto sugiere que la panbiogeografía permite encontrar áreas que no han sido contempladas ni consideradas importantes para conservar, ya sea por falta de información, por inaccesibilidad a la zona, por baja riqueza específica, por falta de interés y de financiamiento, por falta de apoyo estatal y/o municipal, o por políticas tanto ambientales como gubernamentales, entre otras.

Se observa, que en el caso de la comparación con las AICA's el resultado difiere de manera significativa, pues de los 15 nodos panbiogeográficos, cuatro son no coincidentes con estas áreas, lo cual indica que aun cuando las AICA's son solo áreas propuestas para su conservación, desde el punto de vista ornitológico se han contemplado y considerado importantes, comprobando una vez más que son diversos los motivos por los cuales las áreas no han sido tomadas en cuenta oficialmente.

Con respecto a los primeros dos nodos prioritarios, "Oaxaca este" y "Guerrero centro", se pensaría que tan solo por su ubicación debiera existir un área natural de importancia biológica y por consiguiente una ANP en tal zona. Sin embargo, son áreas únicamente contempladas como prioritarias en las AICA's, por lo que se sugieren estudios específicos tanto biológicos, sociales y administrativos, como de las políticas ambientales y gubernamentales, dejando abierta la propuesta de plantear estrategias de conservación para dichas áreas.

Para que la conservación tenga efectos reales, los programas (e. g. Programa de las AICA's) deben tener bases sólidas en las diferentes regiones del país que involucren a los pobladores locales (Arizmendi y Márquez, 2000), por ello los estudios detallados de cada área deben incluir visitas a las comunidades haciéndolas participes de la propuesta, así como investigando que tipo de recursos naturales aprovechan y de qué manera. Además, será necesario comprobar la presencia de especies incluidas en los listados, verificar las condiciones ambientales en que se encuentra actualmente la zona, definir la extensión del área que se desea proponer y analizar las posibilidades gubernamentales y administrativas entre otras, para conservar.

Es triste comprobar que el financiamiento nacional no ha logrado proporcionar los recursos económicos necesarios para establecer y mantener áreas protegidas (CONABIO, 1998), aun cuando cada día es más evidente que las actividades humanas están profundamente interrelacionadas con el entorno ambiental y siempre lo estarán, al margen de que tan lejos llegue el avance tecnológico, por lo que es indispensable y urgente formar conciencia de que la prosperidad económica y la calidad de la vida humana son insostenibles sin ecosistemas saludables (CCA, 1997) y por ello es nuestro deber cuidar los recursos que la naturaleza nos ofrece.

Por lo antes mencionado, cabe recordar que las AICA's son áreas propuestas para su conservación, en cambio las ANP's aún cuando no todas cuenten con un plan de manejo y conservación, son áreas para proteger y conservar, por ello debemos estar concientes que todavía falta mucho por hacer por nuestro entorno natural y por lo mismo ha sido indispensable crear técnicas y métodos para encontrar las áreas rescatables.

Por tal motivo, aun cuando los criterios empleados para designar a las AICA's y a las ANP's, el método panbiogeográfico no debe tomarse como un método que intente desplazar a las técnicas utilizadas hasta la fecha. Más bien, sugiere una herramienta que proporciona información histórica lo suficientemente valiosa para proponer áreas no consideradas para conservar hasta el momento, y debe verse además como un método complementario y de apoyo.

CONCLUSIONES

Debido a la situación actual de la diversidad biológica, surge la necesidad de considerar también criterios históricos para proponer o apoyar áreas en el territorio mexicano para conservar.

Así mismo se concluye que el método panbiogeográfico es una herramienta complementaria y de apoyo entre otras cosas, para aportar criterios históricos que confirmen la importancia de áreas propuestas para su conservación.

Este método es lo suficientemente flexible para lograr resultados favorables con diferente cantidad de taxones, sin embargo, se esperarían resultados más completos con la mayor riqueza de taxones posible sin la necesidad de excluir alguna categoría.

Los 14 trazos generalizados obtenidos demuestran la historia común de varios taxones e indican los diferentes orígenes que pueden confluir en un punto dado (nodo).

Los 15 nodos panbiogeográficos obtenidos tienen un valor específico e histórico suficiente para proponerse a ser conservados. Sin embargo debe ponerse mayor atención a las cinco áreas encontradas como prioritarias "Oaxaca este", "Guerrero centro", "Sinaloa sur", "Oaxaca sur" y "Oaxaca norte", dejando abierta la propuesta de realizar estudios detallados y plantear estrategias de conservación para cada una.

Se reconoce la utilidad de herramientas metodológicas y ecológicas para priorizar áreas para conservar, asegurando cada vez más la inclusión de elementos que apoyen una decisión.

Con la comparación de las ANP's con los nodos panbiogeográficos obtenidos, se concluye la falta de áreas de conservación en el territorio mexicano. Sin embargo, se reconoce la presencia de áreas contempladas para su conservación (AICA's) desde el

punto de vista ornitológico que pueden ser apoyadas con elementos históricos para su propuesta oficial.

Como éste, existen un mínimo de trabajos, por ello, pensando en la falta de estudios de este tipo en México, se pretende impulsar a la realización de trabajos con diferentes grupos taxonómicos para en un futuro comparar y encontrar áreas en México con información complementaria.

No nos permitamos el seguir perdiendo la diversidad biológica tan valiosa con la que aún contamos en nuestro país, e intentemos encontrar los mecanismos necesarios para conservar nuestros tan preciados hábitats.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

LITERATURA CITADA

- Ackery, P. R. and R. I. Vane-Wright. 1984. *Milkweed butterflies*. Cornell University Press, New York.
- Anaya, A. L., J. Arevalo, E. M. Hentschel, J. J. Consejo y D. Gutiérrez. 1992. *Las Áreas Naturales Protegidas como alternativa de conservación: bosquejo histórico y problemática en México*. pp. 15-37. En Anaya, A. L.. *Las Areas Naturales Protegidas de México*.
- AOU (American Ornithologists' Union). 1998. *Check-List of North American Birds*. 7th. Ed. American Ornithologists' Union.
- Arizmendi, M. del C. y L. Márquez Valdelamar (Eds.). 2000. *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México (AICA's)*. CIPAMEX – CONABIO – CCA – FMCN. México, D. F., 440 p.
- Berthold, P. 1993. *Bird migration: A general survey*. Chapter 9. Threats and the conservation and future of migrants. Oxford Ornithology Series.
- CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental). 1997. *Regiones ecológicas de América del Norte: hacia una perspectiva común*. CCA.
- Collar, N. J., M. J. Crosby y A. J. Stattersfield. 1994. *Birds to Watch 2: The World List of Threatened Birds*. BirdLife Conservation Series No. 4, BirdLife International, Cambridge, Gran Bretaña.
- Colwell, R. and J. Coddington. 1994. *Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation*. Phil. Trans. R. Soc. London B, 345:101-118.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de país*. CONABIO, México, D. F. Primera edición.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2000. *Áreas de Importancia para la Conservación de Aves de México (AICA's)*. www.conabio.gob.mx
- Cortés-B., R. y P. Franco-R. 1997. *Análisis panbiogeográfico de la flora de Chiribiquete, Colombia*. *Caldasia*, 19(3):465-478.
- Contreras-Medina, R., I. Luna Vega and J. J. Morrone. 1999. *Biogeographic analysis of the genera of cycadales and coniferales (Gymnospermae): a panbiogeographic approach*. *Biogeographica*, 75(4):163-176.
- Craw, R. C., J. R. Grehan and M. J. Heads. 1999. *Panbiogeography. Tracking the history of life*. Oxford Biogeography Series No. 11. Oxford University Press., 229 p.
- Crisci, J. V. y J. J. Morrone. 1990. *En busca del paraíso perdido: la biogeografía histórica*. *Ciencia hoy*, 1(5):26-34.

- Croizat, L. 1958. *Panbiogeography*. Caracas, publicado por el autor.
- Darwin, C. 1859. *On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggles for life*. Murray, Londres.
- Domínguez, C. E. 1999. *El sistema nacional de Áreas Naturales Protegidas*. Biodiversitas, 27:9-11. CONABIO.
- Escobar, F. 2000 (en prensa). *Anotaciones sobre la diversidad y distribución de los escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia*. PROCEN.
- Espinosa, O. D. y J. Llorente B. 1993. *Fundamentos de biogeografías filogenéticas*. 1a. edición, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute). 1996. *ArcView GIS 3.0*. INC. U.S.A.
- Faith, D. P. 1992. *Conservation evaluation and phylogenetic diversity*. Biological Conservation, 61:1-10.
- Faith, D. P. 1994. *Phylogenetic diversity: a general framework for the prediction of feature diversity*. 18:251-268. En Forey, P. L., C. J. Humphries, y R. I. Vane-Wright (Eds.). 1994. *Systematics and conservation evaluation*. The Systematics Association, especial vol. No. 50. Clarendon Press, Oxford.
- Faith, D. P. and P. A. Walker. 1996. *How do indicator groups provide information about the relative biodiversity of different sets of areas?: on hotspots, complementarity and patterns-based approaches*. Biodiversity Letters, 3:18-25.
- Flores, V. O. A. y A. G. Navarro S. 1993. *Un análisis de los vertebrados terrestres endémicos de Mesoamérica en México*. Diversidad biológica en México. Vol. Esp. (XLIV) Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., pp:387-395.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. CONABIO y UNAM, 439 p.
- Forey, P. L., C. J. Humphries, y R. I. Vane-Wright (Eds.). 1994. *Systematics and conservation evaluation*. The Systematics Association, especial vol. No. 50. Clarendon Press, Oxford.
- Franco-Rosselli, P. y C. C. Berg. 1997. *Distributional patterns of Cecropia (Cecropiaceae): a panbiogeographic analysis*. Caldasia, 19(1-2):285-296.
- Grehan, J. R. 1988. *Panbiogeography: Evolution in space and time*. Riv. Biol., Biol. Forum, 81:469-498.
- Grehan, J. R. 1989. *Panbiogeography and conservation science in New Zealand*. New Zealand J. Zool., 16:731-748.

- Grehan, J. R. 1995. *Natural biogeographic patterns of biodiversity: The research imperative*. pp. 35-44 en T. B. Herman, S. Bondrup-Nielsen, J. H. Martin Willison y N. W. P. Munro, editores. *Ecosystem monitoring and protected areas, Proceedings of the Second International Conference on Science and the Management of Protected Areas*. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada, 16-29 May 1994.
- Halffter, G. 1976. *Distribución de los insectos en la zona de transición mexicana: Relaciones con la entomofauna de Norte América*. *Folia Entomológica Mexicana*, 35:1-64.
- Heads, M. J. 1996. *Biogeography, taxonomy and evolution in the Pacific genus Coprosma (Rubiaceae)*. *CANDOLLEA*, 51(2):381-405.
- Howell, S. N. G. and S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central American*. Oxford University Press., 851 p.
- Humphries, C. J., R. I. Vane-Wright and P. H. Williams. 1991. *Biodiversity reserves: Setting new priorities for the conservation of wildlife*. *Park*, 2:34-38.
- Humphries, C. J., P. H. Williams and R. I. Vane-Wright. 1995. *Measuring biodiversity value for conservation*. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 26:93-111.
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 1999. *Sistema Nacional de Información Ambiental*. www.ine.gob.mx.
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 2000. *Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México*. <http://www.ine.gob.mx>.
- IUCN. 1996. *IUCN Red List of Threatened animals*. IUCN, Gland, Suiza.
- LGEEPA. 1997. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Delitos ambientales*. SEMARNAP, México, D. F. 205 p.
- Mayr, E. 1988. *The contribution of birds to evolutionary theory*. In Ouellet, H. (ed.) *Acta XIX Congressus Internationalis Ornithol*, pp. 2718-2723.
- Mittermeier, R. A. y C. Goettsch de Mittermeier. 1992. *La importancia de la diversidad biológica de México*. pp. 63-73 en Sarukhán y Dirzo. 1992. *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO.
- Morrone, J. J., D. Espinosa and J. Llorente. En revisión. *Mexican biogeographic provinces: Preliminary scheme, general characterizations, and synonymies*. *Acta Zool. Mex.*
- Morrone, J. J. 1996. *Distributional patterns of the South American Aterpini (Coleoptera: Curculionidae)*. *Rev. Soc. Entomol. Argent.*, 55(1-4):131-141.
- Morrone, J. J. 1999. *How can biogeography and cladistics interact for the selection of areas for biodiversity conservation? A view from the Andean Weevils (Coleoptera: Curculionidae)*. *Biogeographica*, 75(2):89-96.

- Morrone, J. J. y J. V. Crisci. 1990. *Panbiogeografía: fundamentos y métodos*. Conservación Biológica, 4:119-140.
- Morrone, J. J. y J. V. Crisci. 1992. *Aplicación de métodos filogenéticos y panbiogeográficos en la conservación de la diversidad biológica*. Evolución Biológica, 6:53-66.
- Morrone, J. J. y J. V. Crisci. 1995. *Historical biogeography: Introduction to methods*. Annu. Rev. Ecol. Syst., 26:373-401.
- Morrone, J. J. y D. Espinosa. 1998. *La relevancia de los atlas biogeográficos para la conservación de la biodiversidad mexicana*. Ciencia, 49(3):12-16.
- Morrone, J. J., L. Katinas and J. V. Crisci. 1996. *On temperate areas, basal clades and biodiversity conservation*. ORYX, 30(3):187-194.
- Nelson, G. and N. I. Platnick. 1981. *Systematics and biogeography: Cladistics and vicariance*. Columbia University Press, Nueva York.
- Ordóñez, D. M. J. y O. Flores V. 1995. *Áreas Naturales Protegidas*. PRONATURA. Serie cuadernos de conservación, No. 4. 43 p.
- Peterson, A. T. y A. G. Navarro S., Eds. Inéd. *Atlas de distribución de las aves de México*.
- Peterson, A. T. and A. G. Navarro-Sigüenza. 1999. *Alternate species concepts as bases for determining priority conservation areas*. Conservation Biology, 13 (2):427-431.
- Peterson, A. T., A. G. Navarro-Sigüenza and H. Benítez-Díaz. 1998. *The need for continued scientific collecting, a geographic analysis of Mexican birds specimens*. Ibis, 140:288-294.
- Rappole, J. H., E. S. Morton, T. E. Lovejoy and J. L. Ruos. 1983. *Neartic avian migrants in the neotropics*. Fish and Wildlife Service, World Wildlife Foundation. U. S. A.
- Rzedowski, J. 1988. *Vegetación de México*. Noriega Editores. Limusa S. A. de C. V.
- Rosen, B. R. 1988. *From fossils to earth history: Applied historical biogeography*. pp. 437-481 en Myers, A. A. y P. S. Giller (Eds.). *Analytical biogeography: An integrated approach to the study of animal and plant distributions*. Chapman and Hall, Londres.
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social). 1994. *Norma oficial mexicana Nom-Ecol-059-1994*, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. Diario Oficial, 438:2-60
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1981. *Atlas Nacional del Medio Físico*. Secret. Prog. y Presup.

- Stotz, D. F., J. W. Ffitzpatrick, T. A. Parker and D. Moskovits. 1996. *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago.
- Toledo, V. M. 1988. *La diversidad biológica de México*. Ciencia y Desarrollo, (81):17-30.
- Vargas, F. 1984. *Parques nacionales de México y reservas equivalentes*. Instituto de Investigaciones Económicas – UNAM. México.
- Wallace, A. R. 1876. *The geographical distribution of animals*. Mac Millan & Co., Londres.

APÉNDICE I. LISTA DE ESPECIES DE AVES TERRESTRES RESIDENTES EN MÉXICO USADAS EN EL ESTUDIO, BASADA EN LA NOMENCLATURA PROPUESTA POR NAVARRO Y PETERSON (EN REVISIÓN) Y EN EL ARREGLO SISTEMÁTICO DE LA AOU (1998).

Las especies que participan en los trazos generalizados y en algún nodo, se indican en las columnas TG (número del trazo generalizado) y N (cantidad de nodos).

	TG	N
ORDEN PICIFORMES		
Familia Picidae		
Subfamilia Picinae		
<i>Melanerpes pucherani</i> (Malherbe) 1849	9	2
<i>Melanerpes chrysogenys</i> (Vigors) 1839	1	3
<i>Melanerpes hypopolius</i> (Wagler) 1829		
<i>Melanerpes pygmaeus</i> (Ridgway) 1885		
<i>Melanerpes aurifrons</i> (Wagler) 1829		
<i>Melanerpes grateloupensis</i> (Lesson) 1839		
<i>Melanerpes santacruzi</i> (Bonaparte) 1837	1	3
<i>Melanerpes polygrammus</i> (Cabanis) 1862		
<i>Melanerpes uropygialis</i> (Baird) 1854		
<i>Melanerpes lewis</i> (Gray) 1849		
<i>Melanerpes formicivorus</i> (Swainson) 1827	6	5
<i>Melanerpes angustifrons</i> Baird 1870	5	1
<i>Melanerpes bairdi</i> (Ridgway) 1881	5	1
<i>Picoides scalaris</i> (Wagler) 1829		
<i>Picoides nuttallii</i> (Gambel) 1843	5	2
<i>Picoides villosus</i> (Linnaeus) 1766	10	1
<i>Picoides sanctorum</i> (Nelson) 1897	11	1
<i>Picoides jardinii</i> (Malherbe) 1845		
<i>Picoides arizonae</i> (Hargitt) 1886	2	1
<i>Picoides stricklandi</i> (Malherbe) 1845	2	1
<i>Piculus aeruginosus</i> (Malherbe) 1862	1	1
<i>Piculus yucatanensis</i> (Cabot) 1844	1	3
<i>Piculus auricularis</i> (Salvin and Godman) 1889	1	4
<i>Colaptes mexicanoides</i> Lafresnaye 1844	11	1
<i>Colaptes cafer</i> (Gmelin) 1788		
<i>Colaptes rufipileus</i> Ridgway 1876		
<i>Colaptes chrysoides</i> (Malherbe) 1852		
ORDEN PASSERIFORMES		
Familia Dendrocolaptidae		
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i> Swainson 1827	1	7
<i>Xiphorhynchus erythropygius</i> (Sclater) 1859	8	4
<i>Lepidocolaptes leucogaster</i> (Swainson) 1827	2	6
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i> (Des Murs) 1849	9	3
<i>Lepidocolaptes affinis</i> (Lafresnaye) 1839	9	3

Familia Formicariidae		
<i>Grallaria ochraceiventris</i> Nelson 1898	1	2
<i>Grallaria binfordi</i> Dickerman 1990		
<i>Grallaria guatemalensis</i> Prévost and Des Murs 1846	1	2
Familia Tyrannidae		
Subfamilia Elaeniinae		
<i>Elaenia martinica</i> (Linnaeus) 1766		
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg) 1822	1	1
Subfamilia Fluvicolinae		
<i>Xenotriccus callizonus</i> Dwight and Griscom 1927	7	0
<i>Xenotriccus mexicanus</i> (Zimmer) 1938		
Familia Vireonidae		
<i>Vireolanius melitophrys</i> Bonaparte 1850	6	3
<i>Vireolanius pulchellus</i> Sclater and Salvin 1859	8	2
Familia Corvidae		
<i>Cyanocitta ridgwayi</i> (Miller and Griscom) 1925	11	1
<i>Cyanocitta coronata</i> (Swainson) 1827	2	4
<i>Cyanocitta diademata</i> (Bonaparte) 1850	2	0
<i>Cyanocitta frontalis</i> (Ridgway) 1873		
<i>Calocitta colliei</i> (Vigors) 1829	1	2
<i>Calocitta formosa</i> (Swainson) 1827	1	4
<i>Cyanocorax dickeyi</i> Moore 1935	1	1
<i>Cyanocorax luxuosa</i> (Lesson) 1839	1	4
<i>Cyanocorax speciosa</i> (Ridgway) 1900	1	3
<i>Cyanocorax morio</i> (Wagler) 1829	1	2
<i>Cyanocorax beecheii</i> (Vigors) 1829	1	2
<i>Cyanocorax sanblasianus</i> (Lafresnaye) 1842	1	0
<i>Cyanocorax yucatanicus</i> (Dubois) 1872		
<i>Cyanolyca cucullata</i> = <i>C. mitrata</i> (Ridgway) 1885	8	3
<i>Cyanolyca pumilo</i> (Strickland) 1849	7	1
<i>Cyanolyca nana</i> (Du Bus de Gisignies) 1847		
<i>Cyanolyca mirabilis</i> Nelson 1903	4	2
<i>Aphelocoma woodhousei</i> (Baird) 1858		
<i>Aphelocoma sumichrasti</i> (Baird and Ridgway) 1873		
<i>Aphelocoma californica</i> (Vigors) 1839	3	2
<i>Aphelocoma potosina</i> (Nelson) 1899		
<i>Aphelocoma wollweberi</i> Kaup 1854		
<i>Aphelocoma ultramarina</i> (Bonaparte) 1825	6	3
<i>Aphelocoma unicolor</i> (Du Bus) 1847		
<i>Aphelocoma guerrierensis</i> Nelson 1903	1	2
Familia Paridae		
<i>Poecile sclateri</i> (Kleinschmidt) 1897	2	5
<i>Poecile gambeli</i> (Ridgway) 1886	10	1
<i>Baeolophus wollweberi</i> (Bonaparte) 1850		

<i>Baeolophus inornatus</i> (Gambel) 1845	5	3
<i>Baeolophus griseus</i> (Richmond) 1902		
<i>Baeolophus atricristatus</i> Cassin 1850		
Familia Aegithalidae		
<i>Psaltriparus melanotis</i> (Hartlaub) 1844		
<i>Psaltriparus plumbeus</i> (Baird) 1854		
<i>Psaltriparus minimus</i> (J. K. Townsend) 1837	5	3
Familia Troglodytidae		
<i>Campylorhynchus zonatus</i> (Lesson) 1832	1	2
<i>Campylorhynchus megalopterus</i> Lafresnaye 1845	6	2
<i>Campylorhynchus chiapensis</i> Salvin and Godman 1891		
<i>Campylorhynchus rufinucha</i> (Lesson) 1838	1	0
<i>Campylorhynchus capistratus</i> (Lesson) 1842	13	1
<i>Campylorhynchus humilus</i> Sclater 1856	1	3
<i>Campylorhynchus gularis</i> Sclater 1861	14	4
<i>Campylorhynchus jocosus</i> Sclater 1859		
<i>Campylorhynchus yucatanicus</i> (Hellmayr) 1934		
<i>Campylorhynchus affinis</i> Xantus 1859	3	2
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i> (Lafresnaye) 1855		
<i>Thryothorus maculipectus</i> Lafresnaye 1845	1	3
<i>Thryothorus felix</i> Sclater 1859	1	4
<i>Thryothorus rufalbus</i> Lafresnaye 1845	13	1
<i>Thryothorus sinaloa</i> (Baird) 1864	1	3
<i>Thryothorus pleurostictus</i> Sclater 1860	1	4
<i>Thryothorus ludovicianus</i> (Latham) 1790		
<i>Thryothorus albinucha</i> (Cabot) 1847		
<i>Thryothorus modestus</i> Cabanis 1861	7	1
Familia Turdidae		
<i>Myadestes townsendi</i> (Audubon) 1838		
<i>Myadestes occidentalis</i> Stejneger 1882	6	5
<i>Myadestes unicolor</i> Sclater 1857	8	4
<i>Turdus infuscatus</i> (Lafresnaye) 1844	9	3
<i>Turdus plebejus</i> Cabanis 1861		
<i>Turdus grayi</i> Bonaparte 1838	1	3
<i>Turdus assimilis</i> Cabanis 1850	12	5
<i>Turdus leucacchen</i> Sclater 1858		
<i>Turdus rufopalliatu</i> s Lafresnaye 1840	1	5
<i>Turdus graysoni</i> (Ridgway) 1882		
<i>Turdus rufitorques</i> Hartlaub 1844	11	1
<i>Turdus migratorius</i> Linnaeus 1766	6	5
<i>Turdus confinis</i> Baird 1864	5	1
Familia Mimidae		
<i>Toxostoma rufum</i> (Linnaeus) 1758		
<i>Toxostoma longirostre</i> (Lafresnaye) 1838		
<i>Toxostoma guttatum</i> (Ridgway) 1885		
<i>Toxostoma cinereum</i> (Xantus de Vesey) 1860	3	2
<i>Toxostoma bendirei</i> (Coues) 1873	1	2

<i>Toxostoma curvirostre</i> (Swainson) 1827		
<i>Toxostoma palmeri</i> (Coues) 1872	1	2
<i>Toxostoma ocellatum</i> (Sclater) 1862		
<i>Toxostoma redivivum</i> (Gambel) 1845	10	1
<i>Toxostoma crissale</i> Henry 1858		
<i>Toxostoma lecontei</i> Lawrence 1851		
<i>Toxostoma arenicola</i> (Anthony) 1897		
Familia Parulidae		
<i>Ergaticus ruber</i> (Swainson) 1827	2	5
<i>Ergaticus melanauris</i> Moore 1937	2	0
<i>Ergaticus versicolor</i> (Salvin) 1863		
<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe) 1830	1	5
<i>Basileuterus rufifrons</i> (Swainson) 1838	14	4
<i>Basileuterus salvini</i> Cherrie 1891		
<i>Basileuterus delatirii</i> Bonaparte 1854	13	1
<i>Basileuterus belli</i> (Giraud) 1841	6	4
Familia Thraupidae		
<i>Chlorospingus wetmorei</i> Lowery and Newman 1949		
<i>Chlorospingus postocularis</i> Cabanis 1866	7	1
<i>Chlorospingus ophthalmicus</i> (Du Bus de Gisignies) 1847	8	3
<i>Chlorospingus albifrons</i> Salvin y Godman 1889	4	2
Familia Emberizidae		
<i>Atlapetes albinucha</i> (d'Orbigny and Lafresnaye) 1838	8	3
<i>Atlapetes gutturalis</i> (Lafresnaye) 1843	13	1
<i>Atlapetes pileatus</i> Wagler 1831	6	5
<i>Buarremon brunneinucha</i> (Lafresnaye) 1839	12	5
<i>Buarremon apertus</i> Wetmore 1942		
<i>Buarremon virenticeps</i> Bonaparte 1855	6	3
Familia Fringillidae		
Subfamilia Carduelinae		
<i>Coccothraustes abeillei</i> (Lesson) 1839	2	4
<i>Coccothraustes vespertinus</i> (Cooper) 1825	2	1