



00343
8
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**PATRONES DE DISTRIBUCION DE LAS AVES
RESIDENTES DE LA CUENCA DEL BALSAS.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRA EN CIENCIAS

(BIOLOGÍA ANIMAL)

P R E S E N T A :

TERESA PATRICIA FERIA ARROYO

DIRECTOR DE TESIS: DR. ANDREW TOWNSEND PETERSON

COTUTOR: DR. ADOLFO G. NAVARRO SIGÜENZA



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.

A Javier Colín, Sebastián Ortiz, Cecilia Fernández, Lety Gómez, Elleli Huerta, Pilar Rodríguez, por su incondicional ayuda para el buen desarrollo de este trabajo.

A los buenos compañeros de CONABIO y a mis alumnos.

A CONACYT y TELMEX por proporcionarme el apoyo económico para la realización de este trabajo.

A TODOS GRACIAS!!!!

AGRADECIMIENTOS

Es difícil citar a todas aquellas personas que contribuyeron a la realización de este trabajo, familia, amigos, profesores, que no me sería posible citar a todos sin omitir por error a alguien, sin embargo cada uno sabe cuan importante fue para mi su apoyo, por lo que quiero agradecerles infinitamente por ello.

Especialmente agradezco a mi familia a mis padres Rogelio Feria y Teresa Arroyo, a mis hermanos Leonardo y Rogelio, a Alma Rosa Matías, al pequeño Isma, a mi compañero Ismael Castillo, a mis abuelitas Margarita Ortiz y Rita Arroyo, que siempre han estado conmigo y me han ayudado a crecer, me han dado su ejemplo y me han permitido darles el mío.

Quiero agradecer infinitamente a mi tutor el Dr. A. T. Peterson, por todas sus enseñanzas, por compartir sus experiencias y su amistad, por escuchar con paciencia y orientar con sabiduría, gracias Town.

Al M. en C. David Espinosa quien siempre tuvo un buen y oportuno consejo para el desarrollo de este trabajo, por ser una gran persona y un gran profesor.

Al M. en C. Fernando Villaseñor quien estuvo conmigo en todo este proceso, como profesor, tutor y amigo.

Al M. en C. Armando Luis y al Dr. Oscar Flores, por su comprensión, ayuda incondicional y gran amistad.

Al jurado revisor de este trabajo, Dr. Adolfo Navarro, M. en C. Jaime Jiménez, Dr. Jorge Soberón, Dra. Patricia Escalante.

A Esperanza Álvarez, Nelle Medina y María Ventura porque formamos un buen cuarteto, por estar juntas en las buenas y en las malas.

A Roxana Acosta por soportarme y compartir conmigo su amistad, por darme fortaleza, por creer en mi.

A Liliana Lara, por despejar mi mente con sus buenos consejos, por toda la energía que me ha contagiado para seguir adelante.

A Jorge Gutierrez, no sólo por trabajar bien en campo, sino por brindarme su apoyo incondicional en cada uno de los momentos requeridos, por ser una persona admirable.

A mis amigas Rosa Andrés y Claudia Aguilar porque juntas iniciamos esta aventura de la maestría y seguimos adelante sin claudicar.

A Alberto Guzmán por nuestra gran amistad.

A Alejandro Gordillo, Laurita, Gaby y toda la banda de ornitólogos del Museo.

A todas las personas que me apoyaron en campo, Bruno, Jose, Samuel, Jorge (el pollo), Lupita, Roxana y Pedro.

A Oliver Komar, por su gran ayuda para la obtención de bibliografía, por sus buenos consejos y por ser un gran amigo.

A mis ex-profesores y actuales amigos Biól. Mercedes Luna, M. en C. (casi doc.) Alfredo Bucno, M. en C. Carlos Pérez, Dra. Patricia Velasco, Dr. Juan José Morrone y M. en C. Patricia Koleff. Al Dr. Isaias Salgado por sacarme de apuros con la estadística.

RESUMEN

Investigaciones recientes en la biogeografía han explorado la posibilidad de predecir las distribuciones geográficas de especies con base en puntos de ocurrencia conocida. Aunque estos modelos se han probado estadísticamente para especies individuales, una posibilidad atractiva es el extender la idea a la predicción de toda la fauna. Es decir, las predicciones para cada especie se combinan en listas de todas las especies esperadas para cada localidad. Estas distribuciones hipotéticas para la fauna pueden probarse a través de comparaciones estadísticas con los resultados obtenidos a partir de esfuerzos de inventario.

La presente investigación prueba esta idea prediciendo faunas en el laboratorio y probándolas con base en inventarios de campo. Se utilizaron los registros de ocurrencia de las especies conocidas para la Cuenca del Balsas contenidas en el "Atlas de las Aves de México". Para predecir las distribuciones de 89 especies de la región se utilizó el sistema de modelación GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Prediction). Posteriormente se usaron datos de inventarios de campo para probar las predicciones, de lo que resultó que las faunas fueron significativamente predecibles con base en los enfoques planteados en el presente estudio.

Se encontraron cinco patrones diferentes de distribución de las especies analizadas y se obtuvo un mapa de las áreas de mayor riqueza potencial de especies y uno de las áreas de mayor riqueza potencial de especies endémicas. Las áreas de mayor riqueza encontradas en este trabajo mostraron diferencias con las ANP (Áreas Naturales Protegidas), AICAS (Áreas de importancia para la Conservación de las Aves) y RPT (Regiones Prioritarias Terrestres).

Los resultados de esta aplicación preliminar para predecir la presencia y ausencia de las especies en una determinada localidad son alentadores para impulsar otras exploraciones.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES	
Estudios Avifaunísticos.....	3
Herramientas para predecir la distribución de las especies.....	9
OBJETIVOS	13
ÁREA DE ESTUDIO	
Localización.....	14
Geología.....	18
Suelos.....	20
Hidrología.....	20
Clima.....	21
Vegetación.....	21
MÉTODOS	
Lista de especies.....	26
Mapas de distribución potencial.....	28
Validación de hipótesis.....	28
Patrones de distribución.....	29
RESULTADOS	
Lista de especies.....	30
Mapas de distribución potencial.....	37
Validación de hipótesis.....	50
Patrones de distribución.....	52
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	
Lista de especies.....	59
Mapas de distribución potencial.....	60
Validación de hipótesis.....	62
Patrones de distribución.....	63
LITERATURA CITADA.....	66
APÉNDICE.....	74

CUADROS

1	Áreas de la Cuenca consideradas de importancia para la conservación.....	5
2	Componentes del GARP.....	11
3	Localidades en dónde se validaron las hipótesis de predicción.....	29
4	Composición avifaunística de la Cuenca.....	30
5	Especies analizadas.....	37
6	Resultados de la prueba de λ^2	51
7	Porcentaje de la superficie de intersección entre las áreas de mayor riqueza de especies y de endemismos con las AICAS, ANP y RPT.	52

FIGURAS

1	Regiones Prioritarias Terrestres.....	6
2	Áreas Naturales Protegidas.....	7
3	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.....	8
4	Esquema del funcionamiento del GARP.....	12
5	Provincias fisiográficas de México.....	14
6	Área de Estudio.....	15
7	Altitud.....	16
8	División Política.....	17
9	Depresión del Balsas.....	19
10	Hidrología.....	23
11	Clima.....	24
12	Vegetación.....	25
13	Localidades de validación de hipótesis.....	27
14	Representatividad taxonómica de las aves de la Cuenca.....	30
15	Colecciones.....	32
16	Sitios de colecta y carreteras.....	33
17-20	Curvas de acumulación para cada localidad.....	34
21	Curva de acumulación general.....	35
22	Estatus de Residencia.....	36
23	Porcentaje de especies que se encuentran en la NOM-ECOL-059-94.....	36
24-112	Mapas de distribución potencial para cada especie.....	38-49
113	Aciertos, comisiones y omisiones.....	51
114	Riqueza potencial.....	54
115	Distribución potencial de especies endémicas.....	55
116	Sobreposición de las zonas de mayor riqueza potencial de especies con las AICAS, ANP y PT.....	56
117	Sobreposición de las zonas de mayor riqueza potencial de especies endémicas con las AICAS, ANP y RPT.	57
118	Patrones de distribución geográfica de la avifauna de la Cuenca.....	58

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad o diversidad biológica, la cual, definida de la manera más sencilla es la riqueza o variedad de formas vivientes que existen en el planeta, es uno de los temas más importantes en la actualidad. Su conocimiento es fundamental para ciencias como la ecología, sistemática y biogeografía y crucial para entender la naturaleza (Dirzo 1990).

El conocimiento de los recursos naturales de una región requiere del estudio profundo de la riqueza, abundancia relativa y distribución ecológica de la biota (Navarro *et al.* 1991). Sin embargo, cuantificar la magnitud de la diversidad biológica es realmente un desafío científico (Dirzo 1990), sobre todo si se toma en cuenta que las estimaciones más conservadoras del número de especies que habitan la Tierra son del orden de los 30 millones (Erwin 1983, en Wilson 1988), de los cuales sólo 1.5 millones se han descrito y catalogado formalmente para la ciencia (Stockwell 1997). Pese a ello, debido al deterioro que han sufrido los hábitats naturales, un gran número de especies se perderán antes de conocerse, describirse y catalogarse. Esto trae como consecuencia la necesidad urgente de conocer y conservar la biodiversidad. La realización de los inventarios biológicos es entonces la prioridad en todo proyecto que intente conocer la biodiversidad de un país (Toledo 1994).

El caso de México es peculiar, ya que es bien conocido como un país con megadiversidad. Ocupa el primer lugar en cuanto a diversidad de reptiles, el segundo en mamíferos, el cuarto en anfibios y plantas vasculares y el séptimo en aves (Mittermeier y Goettsh 1992, McNeely *et al.* 1990). En general se considera que México contiene entre un 10 y un 12 % del total de la biota del mundo (Mittermeier y Goettsh 1992, Toledo y Ordoñez 1993, Toledo 1994). El valor de la biota del país, no sólo radica en su diversidad, sino también en el hecho de que un elevado número de especies son endémicas (Toledo 1988, Escalante *et al.* 1993, Ceballos *et al.* 1994).

Se ha considerado que son varios los factores que han determinado esta riqueza: su posición geográfica, su antigua y compleja historia geológica, su accidentada topografía y variedad de suelos, clima y vegetación (Toledo 1988, Navarro y Llorente, 1991). Sin embargo, los inventarios apenas han comenzado (Toledo 1988), a tal grado que hasta la fecha sólo se conocen inventarios parciales de su biota (Navarro y Llorente 1991).

Respecto a las aves, se ha estimado para el país un total de 1,060 especies, lo cual representa más del 10 % de las que se reportan a escala mundial (Navarro y Benítez 1994). Esta riqueza ubica al país en el séptimo lugar dentro de los países pertenecientes al Neotrópico, presentando casi un 30% más de las especies que se reportan para los Estados Unidos y Canadá en conjunto, y es además el área de invernación más importante para las aves migratorias de estos países (McNeely *et al.* 1990).

Pese a lo anterior, han sido relativamente escasos los esfuerzos realizados para comprender la distribución de las aves en México. De hecho, sólo algunos estados como Querétaro, Oaxaca, Baja California, Baja California Sur, Sonora, Colima y Veracruz (Escalante, com. pers.) tienen un inventario detallado de su avifauna con datos de distribución y abundancia en las regiones naturales y en los diferentes tipos de vegetación (Navarro y Benítez 1994). En general son pocos de trabajos en los que se analiza el estatus de comunidades de aves a escalas locales y regionales.

De lo anterior, resulta urgente la necesidad de realizar estudios detallados sobre distribución y abundancia de las poblaciones de aves a escala fina, como antecedente para proponer e implementar políticas racionales de conservación (May 1988), analizar la dinámica de

las comunidades (Maurer y Brown 1988) y reconstruir la historia de la vida en el espacio (Espinosa y Llorente 1993). Por lo que es necesario usar nuevas tecnologías, más rápidas, que nos permitan tener mayor ventaja para el conocimiento parcial de esta información.

Una aproximación racional para el manejo de fuentes biológicas requiere avance tecnológico en muchas áreas de procesamiento de información (Davay *et al.* 1995 en Stockwell 1997); por tal motivo, desde hace dos décadas, se han venido considerando de manera simultánea los factores de espacio y tiempo, para el análisis y solución de problemas en la administración de recursos naturales por medio del uso de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Dangermond 1989). Su objetivo es mejorar la habilidad de las personas para tomar decisiones (Calkins y Tomlinson 1977), gracias a la facilidad y rapidez que presentan para combinar e interpretar mapas e información sobre áreas de interés (Berry 1988). De igual forma se han elaborado métodos para predecir la distribución de las especies estimando la precisión de las áreas inferidas. Un ejemplo de ello es el Genetic Algorithm for Rule Set Production (GARP), el cual entre otras cosas permite crear una base de datos, muestreos estadísticos, además de analizar, evaluar, predecir y desplegar resultados (Stockwell y Peters 1999).

Es por ello que el objetivo principal de este trabajo es analizar y validar la distribución potencial de las aves de la Cuenca del Río Balsas, desarrollando una serie de resultados que permitan ilustrar el poder de este nuevo método (GARP) para entender los patrones de diversidad en una región de interés para acciones de conservación, ya que la Cuenca del Río Balsas es una de las cuencas más extensas e importantes del país y por lo que se puede apreciar en el panorama general, es una zona que ha sido estudiada fragmentariamente y no se ha realizado un estudio global de sus aves.

ANTECEDENTES

La Cuenca Hidrológica del Río Balsas o de las Balsas es una de las cuencas más extensas e importantes del país, abarcando porciones de las regiones geo-económicas del Pacífico Sur, Centro, Centro-Sur y Occidente de la República Mexicana. Sus límites son por el norte el Eje Volcánico Transversal, por el este la Sierra Madre de Oaxaca y por el sur y el oeste la Sierra Madre del Sur, comprende porciones de los Estados de Oaxaca, Tlaxcala, Puebla, Guerrero, Estado de México, Michoacán y Jalisco, así como la totalidad del estado de Morelos

ESTUDIOS AVIFAUNISTICOS.

Diversos estudios sobre las aves de la Cuenca del Balsas han sido realizados por investigadores, naturalistas o colectores nacionales y extranjeros; quizá los primeros se remontan a las visitas realizadas por el naturalista Coronel Antonio Pineda, que formaba parte del equipo de Alejandro Malaspina en la expedición realizada a fines del siglo XVIII (González-Claverán 1989).

Las temáticas abordadas en estos trabajos son variadas y se presentan a continuación citando en primera instancia los estudios involucrados con la riqueza de especies de la cuenca y posteriormente otros estudios realizados con las aves de esta región.

Inventarios

Durante la expedición en donde participó el Coronel Antonio Pineda, se citan varias localidades en donde se obtuvieron datos de la avifauna como Acahuizotla, Chilpancingo, Mezcala, Iguala y Taxco. Otro de los trabajos pioneros, muy exhaustivo, realizado a finales del siglo XIX, fue el realizado por Salvin y Goldman, en su *Biología Centrali-Americana*, que cita varias localidades dentro de la Cuenca, como Chilpancingo y sus alrededores (Salvin y Godman 1897-1904).

A finales del siglo XIX y principios del siglo XX, se observó un interés de los investigadores norteamericanos por México (Navarro 1998), de tal forma que Nelson y Goldman reportaron 89 especies de aves para el Volcán Jorullo, la Huacana y La Salada en Michoacán (Goldman, 1951) y durante el invierno de 1902-1903, reportaron especies para localidades alrededor de Chilpancingo y Tlalquetzala (Nelson 1903). Griscom (1934) publicó una lista de 31 especies endémicas para lo que él denominó Zona Árida del Oeste de México incluyendo la Depresión del Balsas. Martín del Campo (1937) reportó una lista para las aves de Morelos. Sutton y Burleigh (1942) realizaron una expedición en 1939 al Distrito Federal, Estado de México y Puebla y reportaron 25 especies en las localidades de Río Frío y Alchichica. En 1943 Leopold, Hernández y Sharp, realizaron una expedición que abarcó porciones de la depresión citando a las especies de aves, especialmente las de caza (Leopold y Hernández 1944). Sibley y Davis (1946), realizaron el inventario de la localidad de Real de Arriba, Estado de México, Martín del Campo (1948) en una revisión que realizó sobre los ejemplares del Instituto de Biología, reportó una lista de las aves de Guerrero en la cual se incluyen localidades dentro de la Cuenca.

Durante la década de los 50's, Blake (1950) revisó una colección formada por W.W. Brown durante 1945-46. Davis (1953), colectó aves al norte de Tzitzio en los declives del Eje Volcánico Transversal hacia la Depresión del Balsas, y posteriormente visitó la porción

occidental de la Depresión del Balsas, en el Estado de Michoacán (Apatzingan) y en Guerrero (Zirándaro) registrando un total de 129 especies. Amadon y Eckelberry (1955), como parte del estudio que realizaron citan 16 nuevos registros para el Volcán Popocatepetl. Paynter (1956), reporta la visita que realizaron Storer y Miller cerca del Volcán Jorullo en donde colectaron 15 ejemplares de 13 especies.

En las siguientes décadas algunos trabajos sobre este tema fueron realizados por Coffey (1961) en Guerrero. Juárez y Babb (1979) trabajaron en lo que ellos llamaron la porción de la Cuenca del Balsas, en el Estado de Guerrero.

En los 80's, Uribe *et al.* (1981), listaron 21 especies recolectadas en "El Reparito" localidad ubicada en la Cuenca del Balsas-Tepalcatepec. Sucre (1983), listó 65 especies para el Municipio de Tejupilco, Estado de México, de los cuales 24 fueron nuevos registros. Lozano (1983), realizó una revisión de vertebrados terrestres del Estado de Guerrero y considero localidades de la subcuenca del Río Cutzamala. Dos años después Zaragoza (1985), realizó una revisión sobre las aves de Guerrero citando localidades para la misma subcuenca. Villaseñor (1985) reportó 164 especies en la presa Zicuirán. Méndez *et al.* (1986), durante un curso realizado por personal de la colección ornitológica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo colectaron 53 especies en localidades dentro de la Depresión. Guichard (1986) realizó un estudio sobre las aves asociadas a agroecosistemas en el Municipio de Apaxtla de Castrejón. Pérez (1988), realizó una lista en la vertiente oriental del volcán Iztaccíhuatl, registrando un total de 53 especies. Ornelas *et al.* (1988) realizaron un estudio avifaunístico en Temascaltepec, Estado de México. En el trabajo realizado por Binford (1989), sobre la revisión de las aves del Estado de Oaxaca, reporta 10 localidades pertenecientes a la Cuenca y cabe señalar que en una de ellas Nelson y Goldman realizaron colectas etiquetando con el nombre de Tlapancingo a la localidad (en realidad San Francisco Tlapancingo).

Ya para los 90's, Villalón (1990) realizó un análisis altitudinal de la avifauna del transecto Tancitaro-Parácuaro reportando 269 especies, de las cuales 114 pertenecen a la porción oeste de esta cuenca en el estado de Michoacán. Mejía (1992) realizó un estudio sobre la región sureste de la Depresión del Balsas en el Estado de Michoacán reportando 233 especies. Rojas (1995) en un estudio que realizó sobre las aves de Puebla, visitó Tecuanapa, Municipio de Chietla, localidad que se encuentra dentro de la Cuenca. Feria (1997), en un estudio realizado en el poblado de Tlancualpicán en el Municipio de Chiautla de Tapia, Puebla listó 87 especies. Navarro (1998) en su trabajo de tesis doctoral sobre las aves de Guerrero, cita 180 especies pertenecientes a la porción correspondiente al Balsas. En el Museo de la FES Zaragoza Campus II profesores y alumnos han realizando inventarios en diversas localidades de la Cuenca del Balsas.

Por otra parte, con la información de una serie de trabajos realizados en la actualidad por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), considerando varios grupos taxonómicos, se han propuesto varias Regiones Prioritarias Terrestres (RPT) para la conservación (Arriaga *et al.* 2000) (figura 1), dentro de la Cuenca, de igual forma se han propuesto Áreas Naturales Protegidas (ANP) por parte del Instituto Nacional de Ecología (INE 1999) (figura 2). En el terreno específico de las aves se han propuesto Arcas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAS)(Arizmendi y Marquéz 2000) (figura 3). En lo que se refiere al terreno internacional, se ha considerado a la cuenca como una EBA (Endemic Bird Areas of the World) (Stattersfield *et al.* 1998) (cuadro 1).

Cuadro 1. Áreas de la Cuenca del Balsas que han sido consideradas de importancia para la conservación.

AICAS	Tancítaro, Coalcomán-Pomaro*, Tumbiscatio, Cuanca Baja del Balsas, Tacámbaro, Sierra Chincua, Sierra de Taxco, Grutas de Cacahuamilpa, Cañón de Lobos, Sur del Valle de México*, Sierra de Huautla, Cañón del Zopilote y Valle de Tehuacán*.
EBA (Endemic Bird Areas of the World)	Región del Balsas e interior de Oaxaca (clave 008)
RPT	Tancítaro, Infiernillo, Nanchititla, Cañón del Zopilote, Sierra de Huautla, Sierra de Chincua, Sierra de Coalcomán, Sierra Madre del Sur de Guerrero*, Sierra de Taxco*, Sur del Valle de México* y Sierra Trique.*
ANP	Mariposa Monarca 4, Mariposa Monarca 5, Bosencheve, El Tepozteco, Ajusco-Chichinautzin 2, Grutas de Cacahuamilpa, Huautla y Tehucán-Cuicatlán

* Áreas que llegan a extenderse hacia la Cuenca pero abarcan también otras regiones de la República Mexicana.

Otros

Estudios relacionados con la taxonomía de alguna especie o grupo particular fueron realizados por los siguientes autores: Moore (1950; 1953), Leopold y McCabe (1957), Warner y Dickerman (1959), Dickerman (1963; 1970), Hardy (1967) y Parkes (1974). Otros estudios involucran aspectos de conducta, ecología, biología han sido realizados por: Leopold y Hernández (1944), Phillips y Dickerman (1957), Hernández y Toledo (1979), Lemus *et al.* (1988), Hendricks *et al.* (1990), Babb-Stanley y López-Islas (1995). Estudios sobre aspectos de alimentación han sido realizados por Bribiesca (1969) y Necedal (1984). Estudios que consideran la reproducción, plumaje o muda han sido realizados por Dickerman (1965) y Haeming (1977).

Un estudio sobre aspectos históricos, ecológicos y geográficos de las aves de México fue realizado por Escalante *et al.* (1993), quienes reportaron que la parte este de la Cuenca del Balsas es menos rica en cuanto a riqueza de especies (81), que la parte oeste (113), mientras que en lo que respecta a las especies de aves endémicas se considera que la zona tiene áreas de distribución de alto endemismo.

Recientemente en octubre de 1998 se realizó el IX encuentro regional de investigadores en flora y fauna del Centro-Sur de la República Mexicana abordando trabajos que se están realizando exclusivamente para la Cuenca del Balsas. Algunos de estos trabajos son realizados por Urbina *et al.* (1998).

Por lo que se puede apreciar en el panorama general, la Cuenca del Balsas, es una zona que ha sido estudiada fragmentariamente y no se ha realizado un estudio global de las aves.

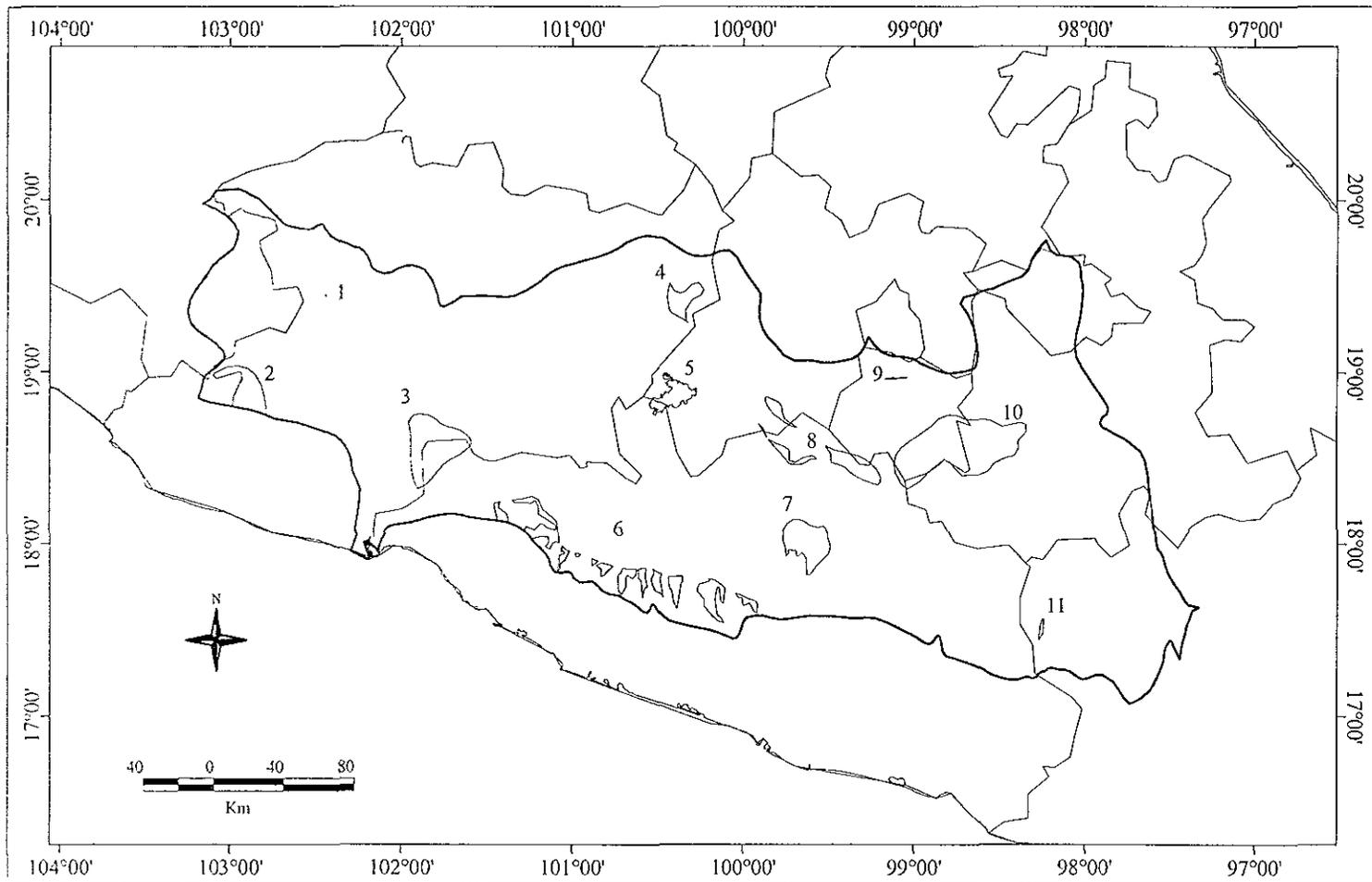


Figura 1. Regiones Prioritarias Terrestres: 1. Tancítaro, 2. Sierra de Coalcomán, 3. Infiernillo, 4. Sierra de Chincua, 5. Nanchititla, 6. Sierra Madre del Sur de Guerrero, 7. Cañon del Zopilote, 8. Sierra de Taxco, 9. Sur del Valle de México, 10. Sierra de Huautla y 11. Sierra Trique. Tomado y modificado de Arriaga et al. (2000).

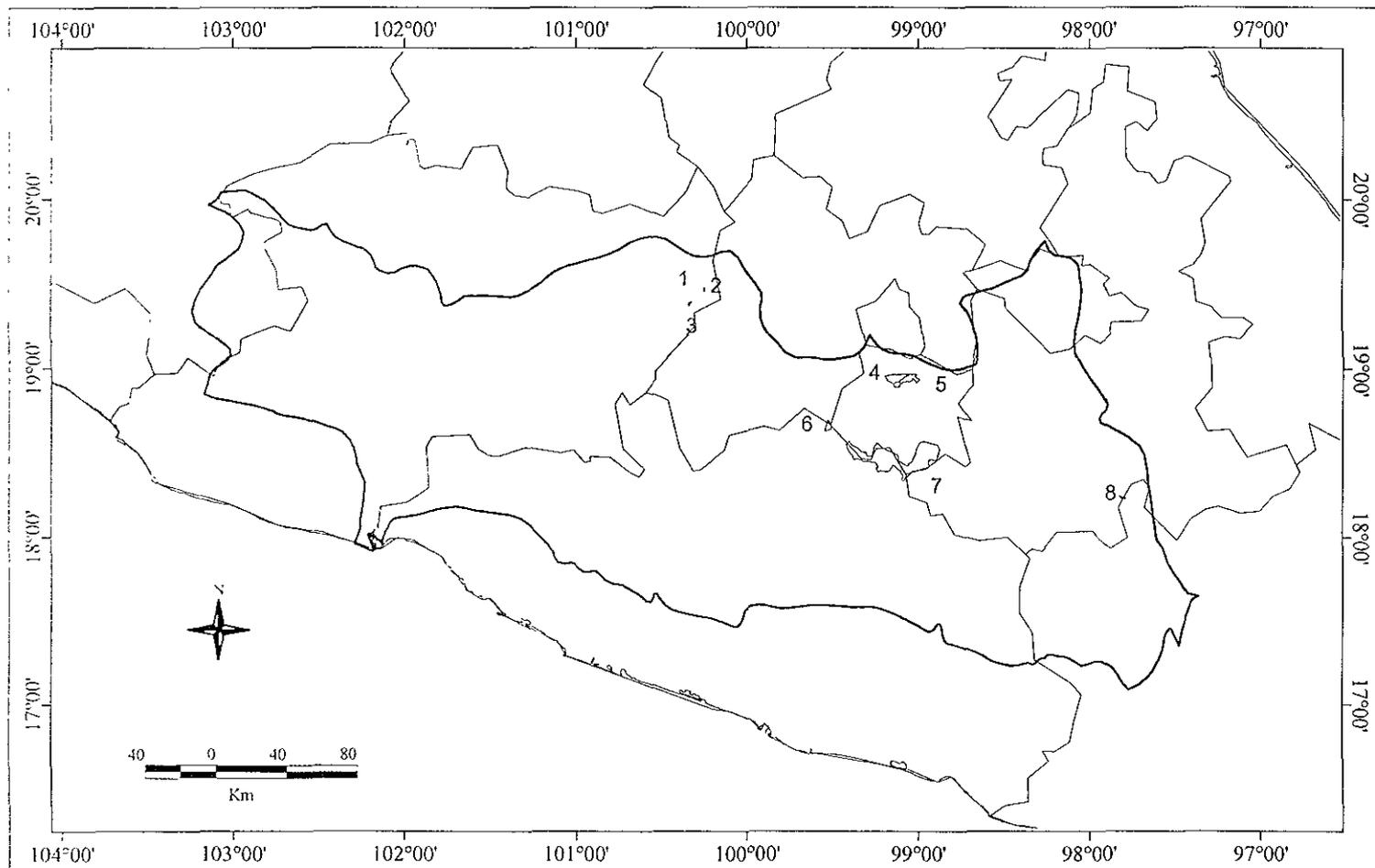


Figura 2. Áreas Naturales Protegidas: 1. Mariposa Monarca 4, 2. Bosencheve, 3. Mariposa Monarca 5, 4. El Tepozteco, 5. Ajusco-Chichinautzin 2, 6. Grutas de Cacahuamilpa, 7. Huautla y 8. Tehuacán-Cuicatlán. Tomado y Modificado de INE (1999)

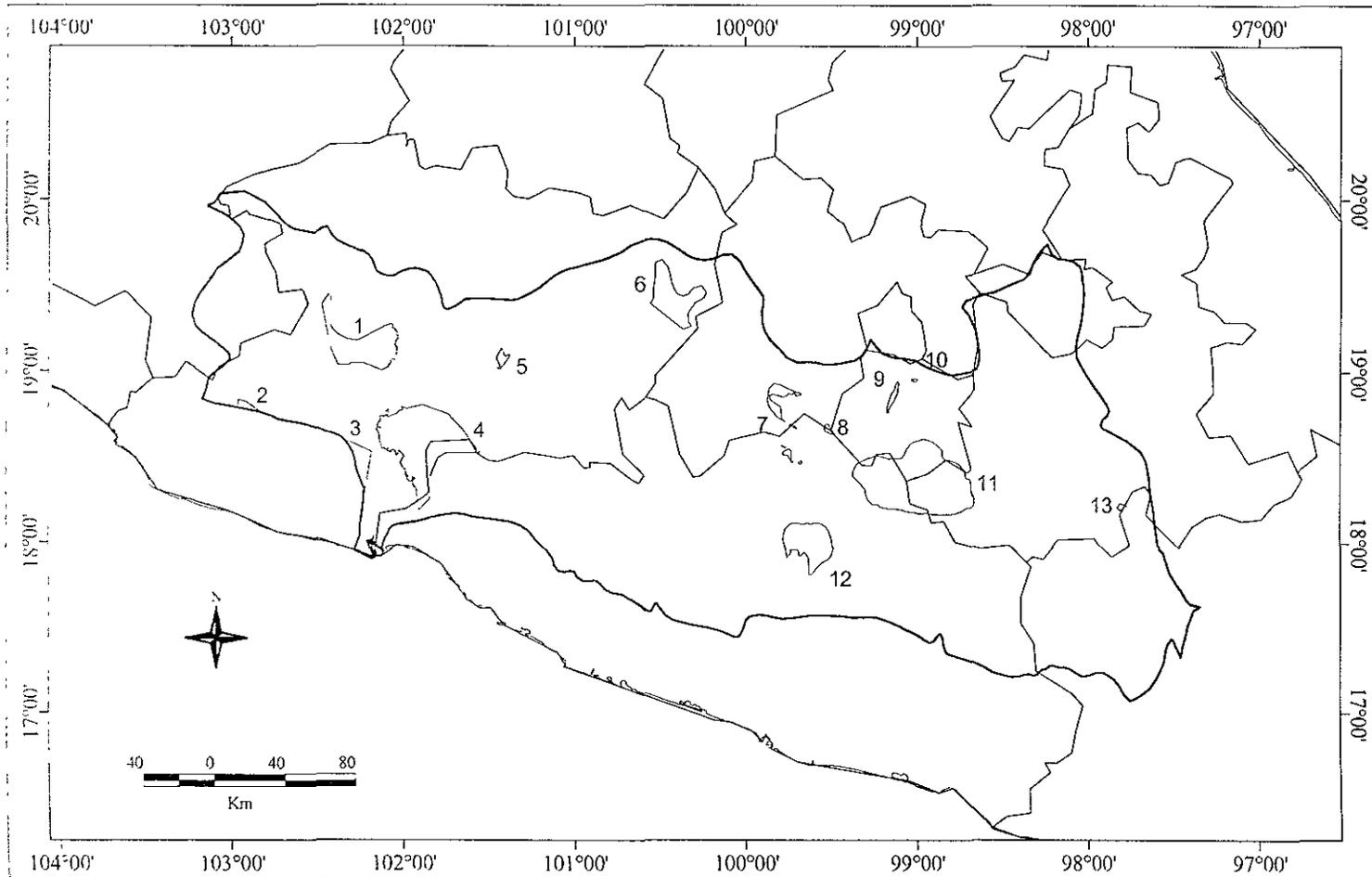


Figura 3. Areas de Importancia para la Conservación de las Aves: 1. Tancitaro, 2. Coalcomán-Pomaro, 3. Tumbiscatío, 4. Cuenca Baja del Balsas, 5. Tacámbaro, 6. Sierra Chincua, 7. Sierra de Taxco, 8. Grutas de Cacahuamilpa, 9. Cañon de Lobos, 10. Sur del Valle de México, 11. Sierra de Huautla, 12. Cañon del Zopilote y 13. Valle de Tehuacán. Tomado y modificado de Arizmendi y Márquez (2000).

HERRAMIENTAS PARA PREDECIR LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES

Sistemas de información geográfica (SIG)

A escala mundial existen alrededor de 177 paquetes diferentes relacionados con los SIG, y sus funciones se pueden dividir en cuatro rubros: 1) mantenimiento y análisis de datos espaciales, 2) mantenimiento y análisis de atributos (datos no espaciales), 3) análisis integral de datos espaciales y atributos y 4) formato de productos (Aronoff 1989).

En lo que se refiere a la administración de recursos naturales, los SIG tienen varias aplicaciones entre las que caben destacar: a) manejo de recursos naturales: análisis de procesos de deforestación, cambios del uso del suelo, planeación; b) inventario de recursos: inventario forestal, inventario de recursos múltiples, inventarios regionales, evaluación de recursos; c) manejo de fauna silvestre: manejo del hábitat de especies silvestres; d) protección: incendios forestales, control y combate de plagas y enfermedades, estudios de impacto ambiental y e) cosechas forestales.

Los SIG están diseñados para realizar operaciones de captura, almacenamiento, manejo, análisis y presentación de datos espacialmente referenciados (Dangermond 1989). Los datos espaciales dentro del SIG son almacenados como una de las tres categorías geométricas (puntos, líneas o polígonos), y dependiendo del SIG, los datos son guardados en dos tipos básicos de estructuras: raster o vectorial. El formato raster es concebido como un sistema de celdillas de tamaño limitado, cada una de las cuales tienen atributos específicos. El formato vectorial almacena los datos como una secuencia precisa de coordenadas X, Y y vectores que conectan las coordenadas, acompañados de una variable alfa-numérica que denota los atributos (Shaw y Atkinson 1990).

Un tipo de sistema de información geográfica denominado "Bioclimas" de formato raster fue diseñado para realizar un estudio integral de los recursos vegetales del estado de Veracruz, y se ha utilizado en otros organismos como reptiles y anfibios (Flores y Hernández 1992), mamíferos (Prieto-Bosh y Sánchez-Cordero en prep.) e inclusive en aves (Rojas 1995).

De acuerdo con Peterson *et al.* (2000), las aplicaciones de los SIG para la conservación de la biodiversidad han procedido en dos direcciones principalmente. La primera consiste en desarrollar algoritmos para caracterizar la distribución geográfica de las especies, las áreas que se ajustan a estas condiciones son tomadas como áreas de distribución geográfica predicha para las especies como en BIOCLIM (Nix 1986), HABITAT (Walker y Cocks 1991), DOMAIN (Carpenter *et al.* 1993). En estos métodos la ocurrencia de las especies es presentada como en polígonos o arreglos de pixeles permitiendo de esta manera un mejor análisis de las áreas de distribución de las especies. La segunda dirección en la cual la aplicación de los SIG ha avanzado para cuestiones de la conservación, es la de priorizar áreas para la conservación como los trabajos realizados con el análisis GAP (p.c. Daniels *et al.* 1991, Russell-Smith y Browman 1992, Bojorquéz-Tapia *et al.* 1995, Harrison y Martínez 1995 y Kiester *et al.* 1996). En estas aplicaciones los datos de distribución son modelados utilizando SIG para predecir las co-ocurrencias geográficas y las áreas geográficas "foci" son identificadas como áreas prioritarias para acciones de conservación.

Por otro lado, recientemente han surgido varios modelos para predecir la distribución geográfica de las especies. El reto ha sido desarrollar tales modelos a partir de datos de sitios de colecta de organismos depositados en museos y al respecto han sido

desarrollados modelos como la regresión logística, métodos basados en medidas de distancias, etc. (Peterson y Cohoon 1999). No obstante dado el pobre conocimiento de la distribución e historia natural de la mayoría de las especies, los algoritmos deben trabajar con una mínima calidad de los datos. Un algoritmo que puede XX estos datos de calidad variable es el GARP.

Algoritmo Genético para el establecimiento de Reglas de Predicción (GARP)

El propósito para desarrollar el GARP, fue proveer una técnica estadísticamente cuantificable y aplicable de forma general para la predicción de distribución de las especies.

GARP es un sistema de modelación que permite generar una serie de posibles modelos (llamados reglas), las cuales pueden ser usadas para varias funciones (Stockwell 1997). Para la validación de este método, se contó con la opinión de 10 expertos en diferentes áreas: sobre especies en peligro o raras, endémicas, de amplia distribución y comunes, en plantas, reptiles y anfibios, aves, peces, animales salvajes selectos y fenómenos de paisaje (Stockwell 1995). El GARP se ha aplicado en una amplia gama de dominios, incluyendo optimización de funciones numéricas (Bethke 1981, Brindle 1981), diseño de sistemas de control adaptativo (Djong 1980) y tareas de inteligencia artificial (Stockwell y Peters 1999).

El algoritmo genético fue desarrollado por John Holland de la Universidad de Michigan en los 70's (Holland 1975). Esta inspirado en el concepto de evolución por selección natural y se basa en la idea de solución evolutiva de los problemas en un camino análogo a la evolución de los organismos. Esta idea es implementada en una maquina para crear una serie de soluciones potenciales a un problema y luego interactivamente modificar y probar esta serie de soluciones optimas encontradas (Payne y Stockwell 1997). El GARP fue diseñado con un número de módulos de lenguaje C, vinculados con script PERL. Los datos ambientales son almacenados en imágenes raster en escala de gris (llamados capas) con un bite de valor por cada celda.

Este sistema de análisis esta compuesto por ocho programas (*rasterize, presample, initial, explain, verify, predict, image y translate*)(cuadro 2), cada una de los cuales tienen funciones específicas. EXPLAIN es el programa central y es el que desarrolla el modelo. El modelo desarrollado por GARP (figura 4) está compuesto de una serie de reglas de relación SI-ENTONCES. Cuando no se cumplen ciertas condiciones la regla no es usada. La serie de reglas está desarrollada a través de un refinamiento evolutivo, probando y seleccionando reglas en subseries aleatorias de una serie de datos (Stockwell y Peters 1999). Una serie de reglas es una lista de reglas no ordenadas, en donde cada serie de reglas tiene la misma prioridad (Stockwell y Noble 1992).

Cuadro 2. Componentes del GARP en la aplicación ERIN-GMS (Environmental Resources Information Network-GARP Modelling System) (Stockwell y Peters 1999).

Programa	Función
Preparación de datos	
RASTERIZ	Convierte archivos de datos espaciales a capas raster.
PRESAMPL	Produce por muestreos aleatorios conjuntos de datos de entrenamiento y de prueba.
Desarrollo del modelo	
INITIAL	Desarrolla un modelo inicial.
EXPLAIN	Refina el modelo usando un algoritmo genético.
Aplicación del modelo	
VERIFY	Provee verificación predictiva de la información en la serie de reglas resultantes.
PREDICT	Toma el modelo y predice la probabilidad de cada valor.
Comunicación del modelo	
IMAGE	Toma las probabilidades predichas y produce un número de resultados en un formato de imagen requerido.
TRASLAT	Toma el modelo y forma una explicación de las reglas en lenguaje natural.

En resumen, GARP trabaja en un proceso interactivo de selección de reglas, evaluación, comprobación e incorporación: primero un método es elegido de una serie de posibilidades (regresión logística, reglas de bioclimas) y luego es aplicado a los datos y se desarrolla una regla (Peterson *et al.* 1999).

El objetivo de este sistema es maximizar la significancia y exactitud de la predicción. La significancia es establecida a través de una prueba de χ^2 . Las predicciones son convertidas en imágenes con un procesador de imagen. Los Scripts están escritos en formato PERL que se produce en un lenguaje HTML (HyperText Markup Language) documentado para ser visualizado en una pantalla del Web, proviendo al usuario una interface entre el usuario para integrar imágenes, producciones textuales y documentación suplementaria. El GARP esta integrado en la página del World Wide Web (WWW) (Putz 1994). La mayoría de las implementaciones del GARP se encuentran en un sistema de información para el Biodiversity Species Workshop en la dirección <http://biodi.sdsc.edu> (Stockwell y Peters 1999).

GARP ha sido extensivamente probado para organismos individuales (Stockwell y Peterson en prep.) así como para probar la robustez de la variación en la densidad de los datos (Peterson y Cohoon 1999). Sin embargo hasta la fecha no se ha realizado ninguna prueba con respecto a la predicción de la presencia y ausencia de las especies en una determinada localidad.

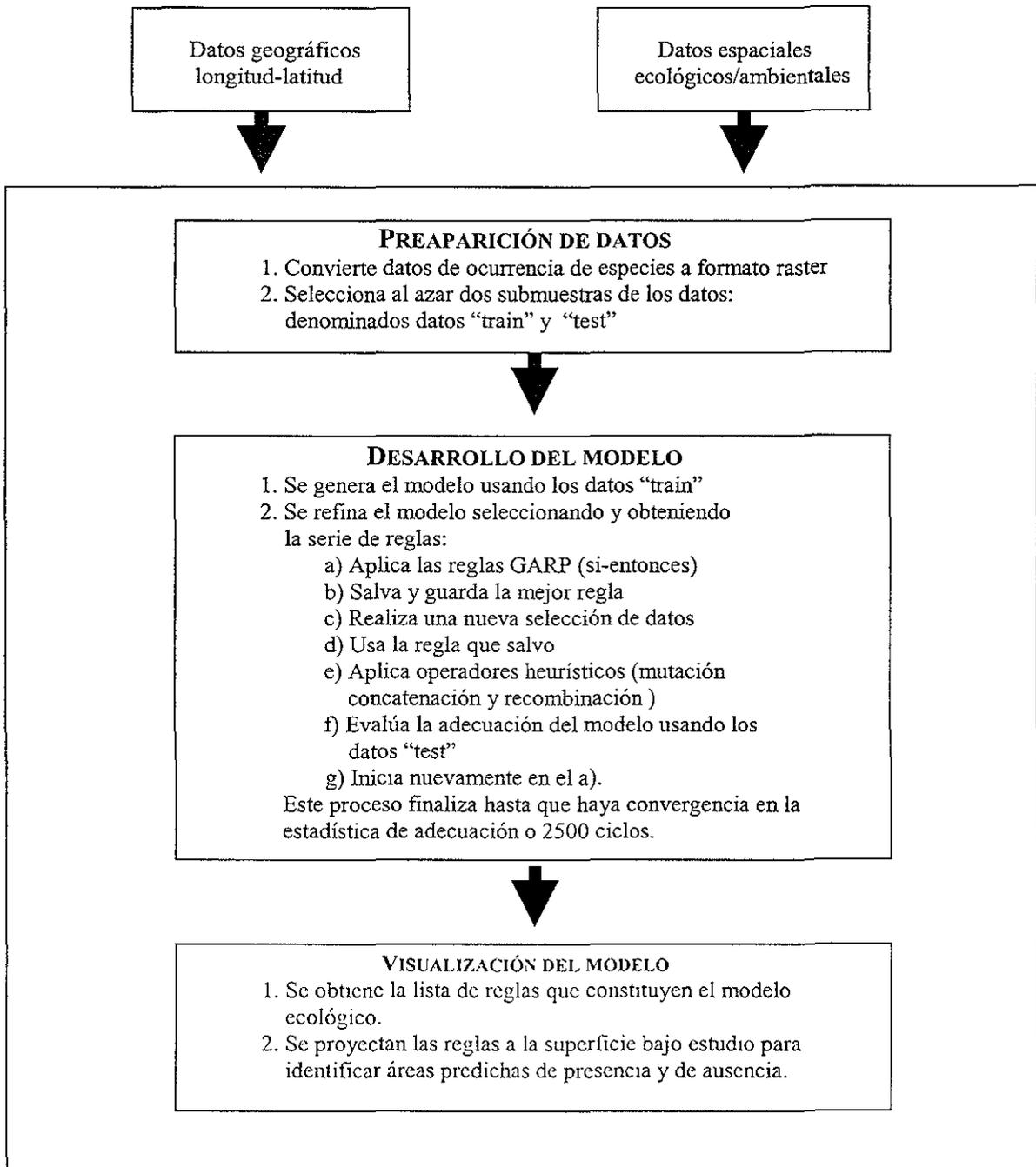


Figura 4. Esquema del funcionamiento del GARP.

OBJETIVOS

GENERAL:

Analizar y validar la distribución potencial de las aves de la Cuenca del Río Balsas utilizando el algoritmo genético GARP.

PARTICULARES:

1. Elaborar una lista actualizada de las aves existentes en la zona y su estacionalidad con base a la información obtenida en la literatura, colecciones científicas y trabajo de campo.
2. Obtener mapas digitalizados de las áreas potenciales de distribución de las aves de la Cuenca del Balsas, mediante la utilización de GARP.
3. Modelar y validar las hipótesis de predicción de la composición de las comunidades de aves en una serie de sitios dentro del área de estudio.
4. Determinar los patrones de distribución geográfica de las especies residentes de la Cuenca, con base en los mapas de distribución potencial obtenidos a través del GARP.

ÁREA DE ESTUDIO

LOCALIZACIÓN.

La Cuenca del Río Balsas, o de las Balsas es una de las cuencas más extensas e importantes del país. Abarca porciones de las regiones geoeconómicas del Pacífico Sur, Centro, Centro-sur y Occidente de la República Mexicana entre los paralelos 17° 00' y 20° 00' de latitud norte y los meridianos 97° 30' y 103° 15' de longitud oeste. Sus límites son por el norte el Eje Volcánico Transversal, por el este el Sistema Montañoso del Norte de Oaxaca y por el sur y el oeste la Sierra Madre del Sur (figura 5), orografía que circunda la Depresión Austral o del Balsas, que contuvo un gran lago, para después dicha depresión pasar a ser la cuenca Hidrográfica del Río Balsas.

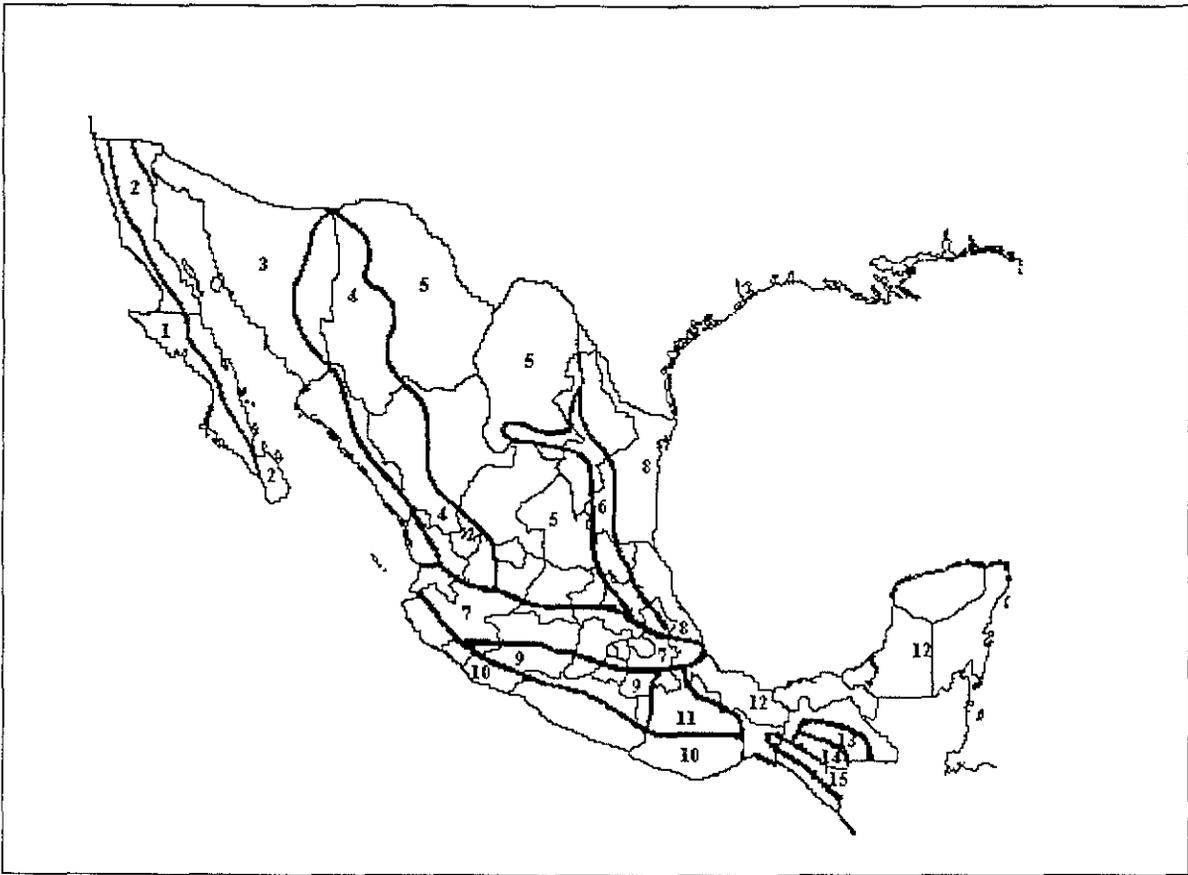


Figura 5. Principales provincias fisiográficas de México 1. Planicie costera de Baja California, 2. Sistemas Montañosos de Baja California, 3. Planicie Costera Noroccidental, 4. Sierra Madre Occidental, 5. Altiplano Mexicano, 6. Sierra Madre Oriental, 7. Eje Volcánico Transversal, 8. Planicie Costera Nororiental, 9. Depresión del Balsas, 10. Sierra Madre del Sur, 11. Sistema Montañoso del Norte de Oaxaca, 12. Planicie Costera Suroriental, 13. Macizo Central de Chiapas, 14. Depresión Central de Chiapas y 15. Sierra madre de Chiapas. Tomado y Modificado de Rzedowski (1978)

La Cuenca tiene una extensión aproximada de 112 320 km² planos (figura 6) y se caracteriza por ser una región con pocas superficies planas. Los sistemas orográficos determinan tres escalones dentro de la cuenca: el primero de ellos corresponde al alto Balsas pasando los 2000 metros sobre el nivel del mar el segundo escalón se sitúa entre los 1000 y 1800 msnm, correspondientes al medio Balsas. El escalón inferior por abajo de los 1000 msnm, es al que corresponden las mayores superficies planas del bajo Balsas. La cuenca presenta una altitud media cerca de los 1000 msnm. En su parte central por donde corre el Río Balsas se encuentra a altitudes que van desde más de 800 msnm, en el extremo oriental, hasta cerca de los 200 msnm, en el extremo occidental (figura 7).

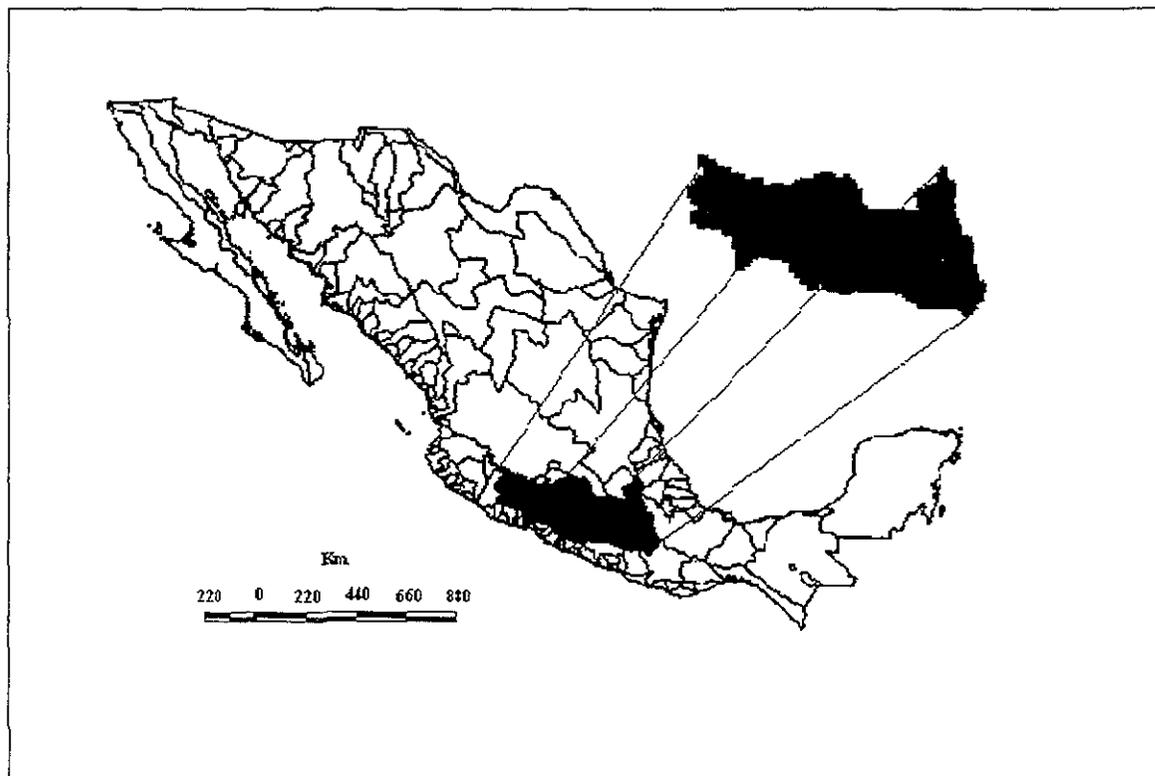


Figura 6. Área de estudio. Tomado y modificado de Madercy *et al* (1990) CONABIO.

La Cuenca hidrológica comprende porciones de los Estados de Oaxaca, Tlaxcala, Puebla, Guerrero, Estado de México, Michoacán y Jalisco, así como la totalidad del estado de Morelos (figura 8).

El Río Balsas por el caudal de sus corrientes tiene una gran amplitud de suelos aprovechables y riqueza de sus recursos naturales, así como una gran diversidad en sus atributos físicos demográficos, económicos, sociales y políticos. Por estas características que reúne la Cuenca del Río Balsas se motivo la creación de la Comisión Río Balsas por decreto del Congreso de la Unión durante la presidencia del Lic. Adolfo López Mateos. Este decreto se dió a conocer el 11 de noviembre de 1960 en el Diario Oficial de la Federación.

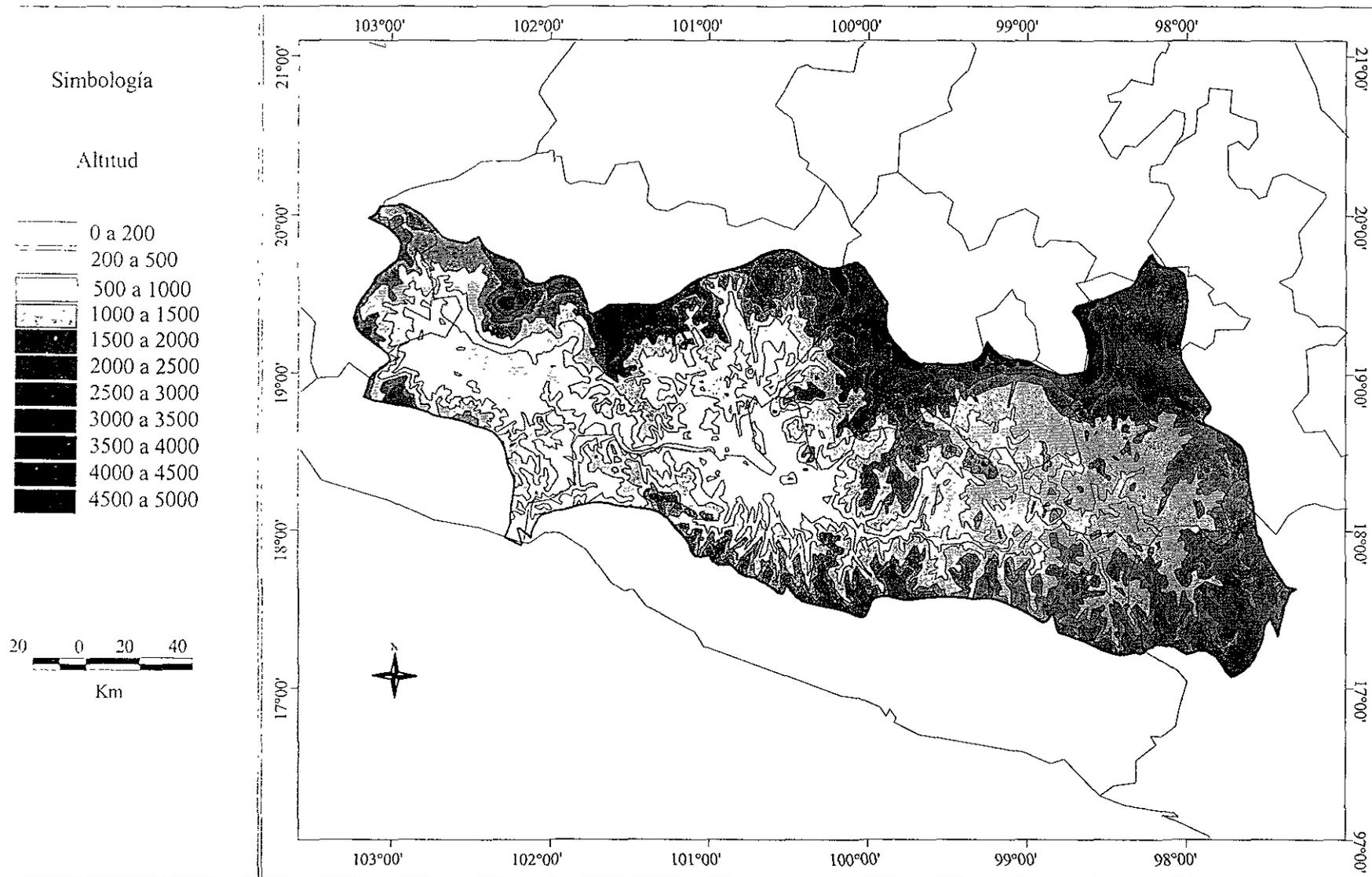


Figura 7. Altitud. Tomado y modificado de Lugo-Hupb et al (1990).

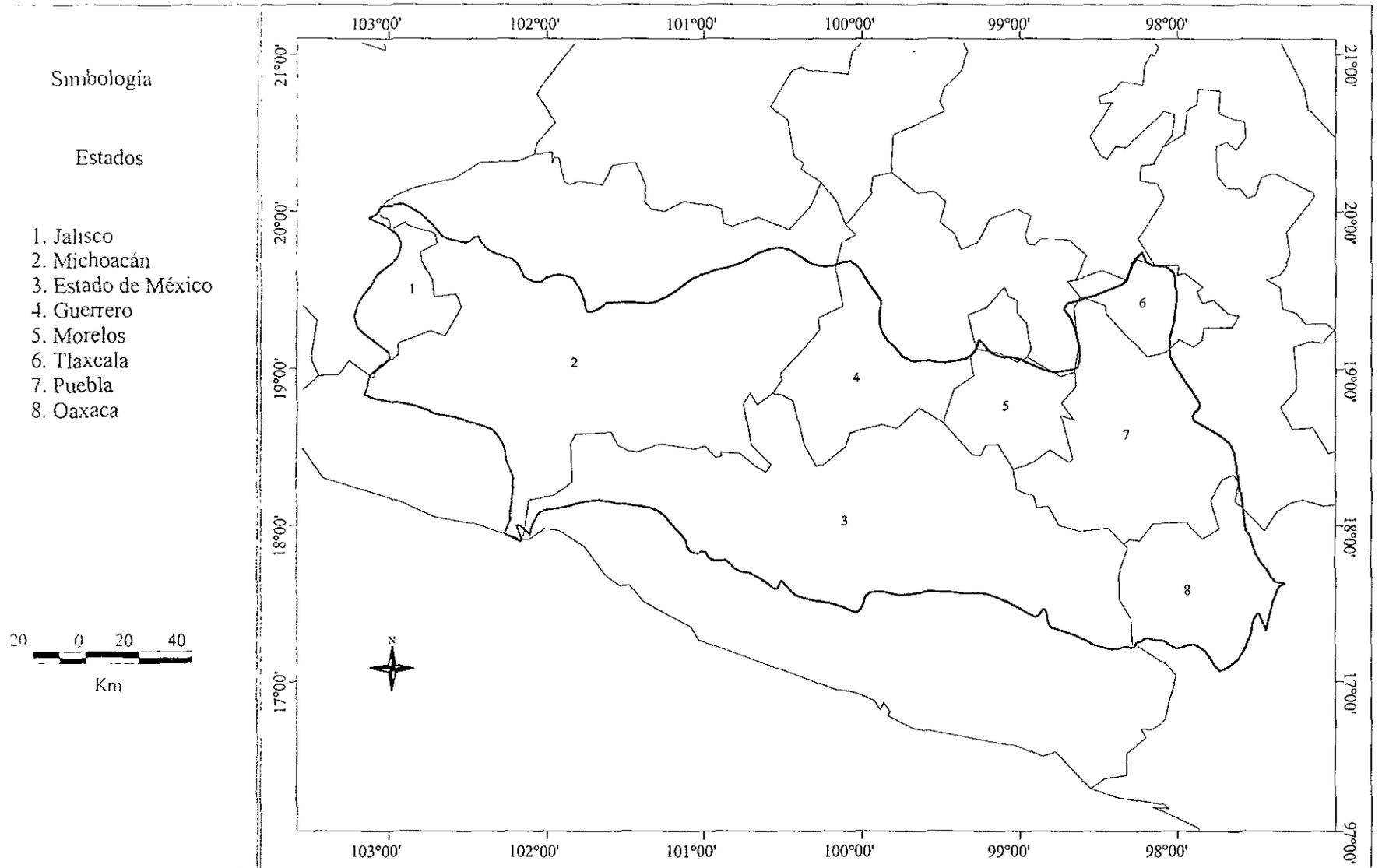


Figura 8. División Política. Tomado y modificado de Ita-Rubio (1990)

Con base en sus características fisiográficas y de la vegetación, principalmente, así como por sus afluentes más importantes, la Cuenca hidrológica del Balsas, está subdividida en nueve subcuencas hidrológicas: Río Tepalcatepec, Río Tacámbaro, Balsas Infiernillo, Río Cutzamala, Río Balsas Zirándaro, Río Balsas Mezcala, Río Grande Amacuzac, Río Atoyac y Río Tlapaneco (INEGI 1981).

Dentro de la Cuenca Hidrológica del Río Balsas se reconoce la Depresión del Balsas (figura 9), con una extensión de 64,128.60 km², considerada como provincia biótica, ubicada dentro de la región Caribe y el reino Neotropical (Aguilar 1998). Se extiende en los Estados de Guerrero, Estado de México, Jalisco, Michoacán, Morelos Oaxaca y Puebla, al norte queda limitado por el Eje Neovolcánico Transversal y hacia el sur por la Sierra Madre del Sur, por debajo de los 2,000 msnm. La provincia abarca las tierras bajas de la cuenca con predominio de climas tropical subhúmedo y semiárido, con vegetación predominante de bosques tropicales caducifolios.

GEOLOGÍA

La Depresión del Balsas se formó a principios del Cenozoico cuando se generaron los plegamientos de la Sierra Madre del Sur y el Sistema Volcánico transversal, quedando entre ellos la Depresión del Balsas. Por algún tiempo esta depresión fue una cuenca cerrada, pero a causa de movimientos orogénicos en la Sierra Madre del Sur se originaron las fracturas por donde ahora fluye el Río Balsas hacia el Océano Pacífico (Correa 1974).

La Depresión del Balsas Presenta principalmente rocas volcánicas del Cenozoico y del Pleistoceno y rocas metamórficas del Precámbrico y del Paleozoico (Aguilar 1998).

En el caso particular del Alto Balsas, las unidades litológicas más frecuentes a escala regional son: Qal-Cuaternario. Compuesto de arenas, limos y gravas medianamente clasificadas y de baja consolidación; K(cz) Cretácico indiferenciado. Representado por formas calcáreas, constituidas principalmente por calizas; Pz (E).-Paleozoico. Representado por rocas metamórficas, que varían de esquistos a filitas; TI(d).-Terciario intrusivo. Cuerpos intrusivos, representados en la zona por pórfidos dioríticos y TI(p).-Terciario lacustre. Calizas de origen lacustre, representan estratos arcillosos, arenas y yesos. Estos materiales intemperizan en colores del blanco al pardo-amarillento (Guizar y Sánchez 1991).

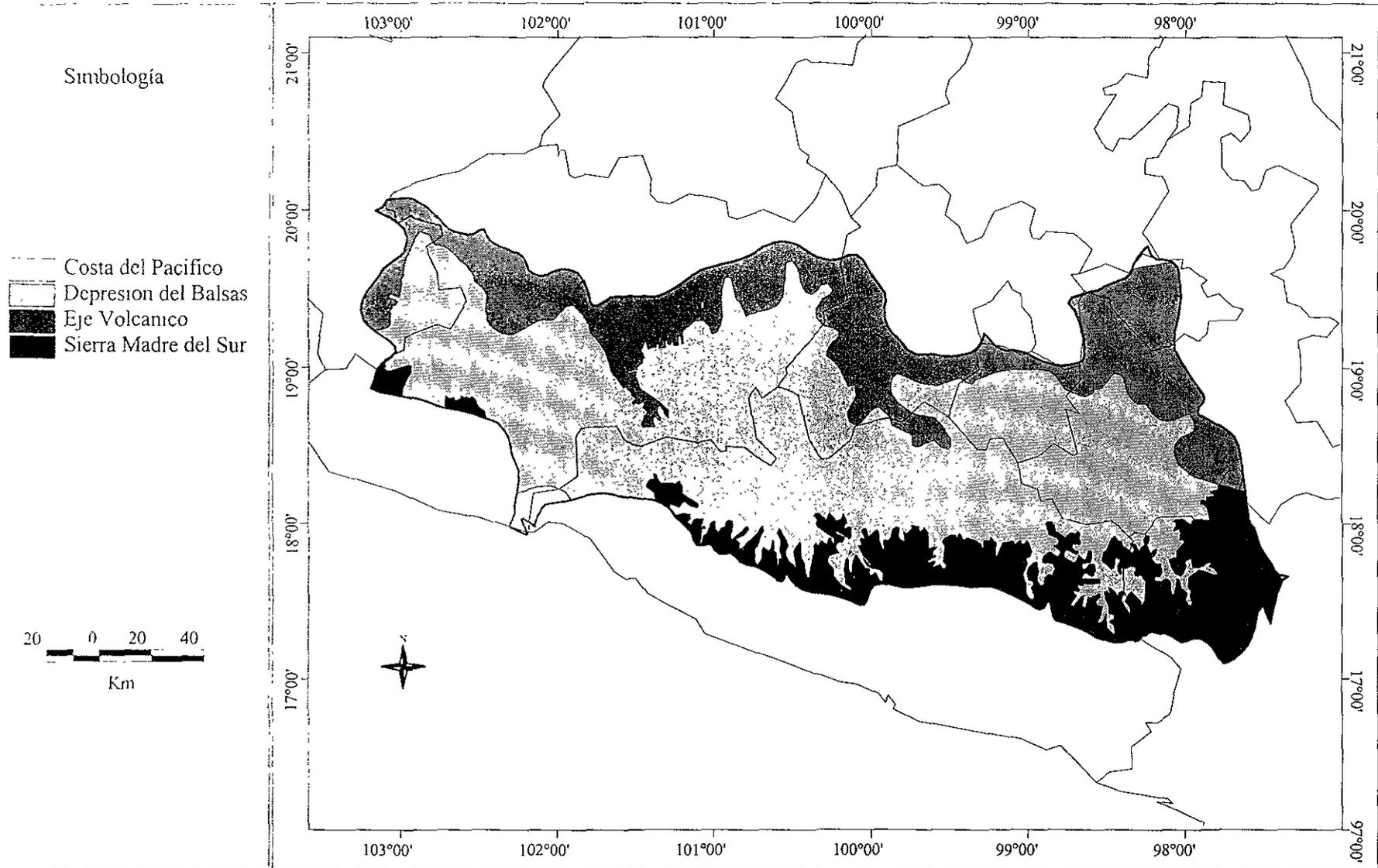


Figura 9. Depresión del Balsas. Tomado y modificado de CONABIO (1997)

SUELOS

Los tipos de suelo que se presentan en la cuenca son:

Suelos de pradera.- medianamente profundos, de color oscuro superficial y color café subyacente, debido a la distribución de la materia orgánica, su textura es arcillosa.

Castaño o chestnut.- Tipo de suelo que se distribuye en áreas de poca humedad, correspondiendo a los climas secos esteparios, presenta una menor proporción de materia orgánica por lo que son de color claro (Cárdenas 1980).

Rendzina.- Se distribuyen en superficies onduladas (laderas) y montañas, con material geológico calizo; las primeras son utilizadas para la agricultura de temporal y las segundas presentan vegetación de bosque tropical caducifolio. Se caracterizan por un horizonte superficial muy oscuro relativamente fértil y profundo y por un perfil rico en bases. La mayoría de las rendzinas presentan vegetación nativa y pastos inducidos, aunque se les encuentra también bajo bosque y vegetación arbustiva.

Luvisoles.- Se distribuyen ampliamente en algunas porciones de exposición noreste de la región; son suelos de coloraciones rojizas como consecuencia del material geológico que los origina, sustentan vegetación perturbada de bosque tropical caducifolio y pastizales inducidos; son suelos limitados con profundidad por roca dura, continua y coherente, delgados y se localizan entre las rocas, son ricos en materiales calcáreos, producen localmente un ambiente más seco, debido al alto drenaje. Estos suelos generalmente no tienen uso agrícola, se utilizan en la ganadería extensiva.

Fluvisoles.- Son suelos de formación reciente, se localizan en las planicies aluviales, deltas de ríos, estuarios y áreas lacustres. En el alto Balsas los sedimentos de estos suelos son de base cuaternaria, comprendiendo arenisca-caliza y riolita.

Vertisoles.- Son suelos formados por material arcilloso que se agrietan fuertemente a medida que disminuye el grado de humedad. Son profundos y llegan a presentar poca pedregosidad superficial. Se localizan en las partes planas y bajas, se derivan de los depósitos de arcillas acumuladas por corrientes fluviales, aunque puede desarrollarse *in situ* a partir de rocas sedimentarias (lutitas y calizas) y en ocasiones de materiales ígneos donde dominan los basaltos (Guizar y Sánchez 1991).

HIDROLOGÍA

El Río Balsas con un escurrimiento anual de $13\ 862 \times 10^3 \text{ m}^3$, es la corriente de mayor caudal e importancia de la Cuenca y de la Vertiente del Pacífico. El Río Balsas se forma por los Ríos Atoyac, Mixteco, Nexapa y Tlapaneco. Sus afluentes más importantes son los del margen occidental y son los ríos: Amacuzac, Tepepacuilco, Poliutla, Cutzamala, Tacámbaro y Tepalcatepec. Las corrientes del margen oriental tienen escurrimientos menores que los del margen occidental, siendo los ríos principales del margen oriental, el Amuco, Cuiro y Del Oro, que drenan áreas del estado de Guerrero principalmente (figura 10). La Depresión del Balsas conforma una Cuenca exorreica, las aguas drenan hacia la presa Infiernillo y al Océano Pacífico, e incluye nueve subcuencas.

CLIMA

De acuerdo con García (1988) se encuentran los siguientes tipos de clima:

Subhúmedos w_0 (50%), Subhúmedos w_1 (18.75%), subhúmedos w_2 (11.25%), semiáridos (13.75%) y áridos (6.25%).

Son climas cálidos y muy cálidos con temperatura media de 22 a $> 26^\circ\text{C}$ (84%). Semicalidos con temperatura media de 18 a 22°C (14%) y templados con temperatura media de 18°C (53%). Todos ellos con lluvia en verano.

$BS_I (h') w(w)(i)/g$: clima cálido semiárido, el menos secos de los áridos con temperatura media anual mayor de 22°C y la temperatura del mes más frío superior a los 18°C , lluvias en verano, porcentaje de lluvia invernal menor de 5% con poca oscilación térmica, entre 5 y 7°C y marcha anual de la temperatura tipo Ganges.

$Aw(w)(e)/g$: clima cálido, el más seco de los subhúmedos con lluvias en verano y con canícula intraestival; el porcentaje de lluvia invernal es bajo; extremo, la oscilación térmica anual es entre 7 y 14°C y marcha anual de la temperatura tipo Ganges (figura 11).

VEGETACIÓN

La vegetación (figura 12) de la Cuenca es básicamente de los siguientes tipos:

Bosque de Coníferas y Encino .- se les encuentra prácticamente desde el nivel del mar hasta el límite de la vegetación arbórea; prosperan en regiones de clima semiárido, semihúmedo y francamente húmedo y varios existen en condiciones edáficas especiales. Este tipo de vegetación ocupa el 31.25% de la superficie de la Cuenca.

Bosque Espinoso.- se presenta en una serie heterogénea de comunidades vegetales, que comparten las características de ser bosques bajos de árboles espinosos. Este tipo de vegetación se localiza en las partes bajas de la depresión del Balsas-Tepalcatepec y en el Sureste de la Planicie Costera del Pacífico. En áreas no perturbadas el bosque es denso con árboles de 3 a 7 metros de altura, de tallos delgados y ramificados desde la base. La mayoría de las especies tienen hojas pequeñas y deciduas, frecuentemente espinosas, presenta abundancia de cactáceas y leguminosas. Este bosque no es de tipo forestal, pero se utiliza para desarrollar agostaderos, siendo fuente de alimento los elementos arbóreos y arbustivos. Los elementos que conforman este tipo de vegetación son *Prosopis laevigata*, *Acacia cymbispina*, *Cercidium praecox*, *Haematoxylon brasiletto*, *Caesalpinia coriaria*, *Pithecellobium sp.*, *Ruprechtia sp* y *Ziziphus sp* (Rzedowski 1978). Aguilar (1988) señala que esta vegetación ocupa el 3.23% de la provincia biótica de la Depresión del Balsas.

Bosque Tropical Caducifolio.- se incluye dentro de esta denominación a un conjunto de bosques propios de regiones de climas cálidos y dominados por especies arborescentes que pierden sus hojas en la época de sequía que por lo general es de seis meses. Este tipo de vegetación presente árboles de 8 a 16 m de altura, los tallos en su mayoría son menores de 50 cm de diámetro. Las especies características son: *Bursera* spp., *Amphipterygium adstringens*, *Lysiloma microphylla*, *Ceiba parvifolia*, *Cyrtocarpa procera*, *Pseudosmodium perniciosum*, *Hauya rusbyi*, *Ipomoea* spp., *Lcmaireocereus* spp., *Pachysereus* spp., etc. Cabe destacar que un elemento preponderante es el género *Bursera*, sobre todo las pertenecientes a la sección *Bursera* (Rzedowski 1978). De acuerdo con Aguilar (1988), este tipo de vegetación ocupa el 60.5% de la Depresión del Balsas.

Vegetación de Galería.- se desarrolla a lo largo de los cauces de los ríos más o menos permanentes. Es un conjunto muy heterogéneo que comprende árboles de hoja perenne, decídua o parcialmente decídua, a menudo constituida por árboles muy espaciados o irregularmente distribuidos. Algunos de los géneros son: *Astianthus*, *Ficus*, *Prosopis*, *Enterolobium* y *Pithecellobium*.

Vegetación secundaria.- se presenta debido a la destrucción total o parcial de la vegetación primaria o clímax, que es realizada comúnmente por el hombre o sus animales domésticos. Las especies características varían según el tipo de vegetación, las condiciones ambientales, la intensidad y el tipo de perturbación (Rzedowski, 1978).

Matorral Xerófilo.- este tipo de vegetación se puede observar prácticamente en todo tipo de condiciones topográficas. Algunas especies que se han descrito para la Cuenca son: *Castela tortuosa*, *Schaefferia stenophylla*, *Gochnatia obtusata*, *Randia* sp., *Celtis pallida* (Rzedowski, 1978).

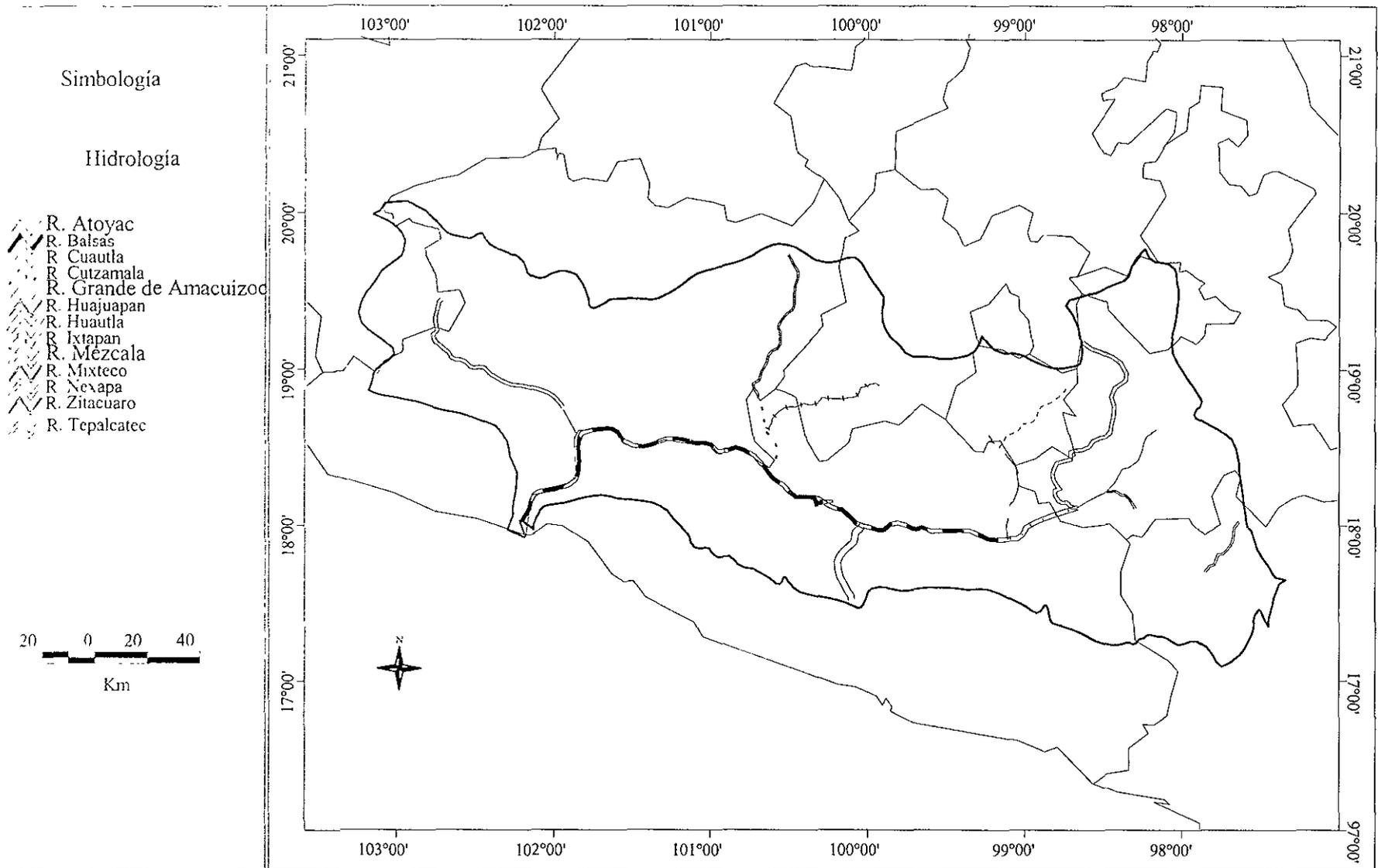


Figura 10. Hidrología. Tomado y modificado de Maderey-R y Torres-Ruata (1990).

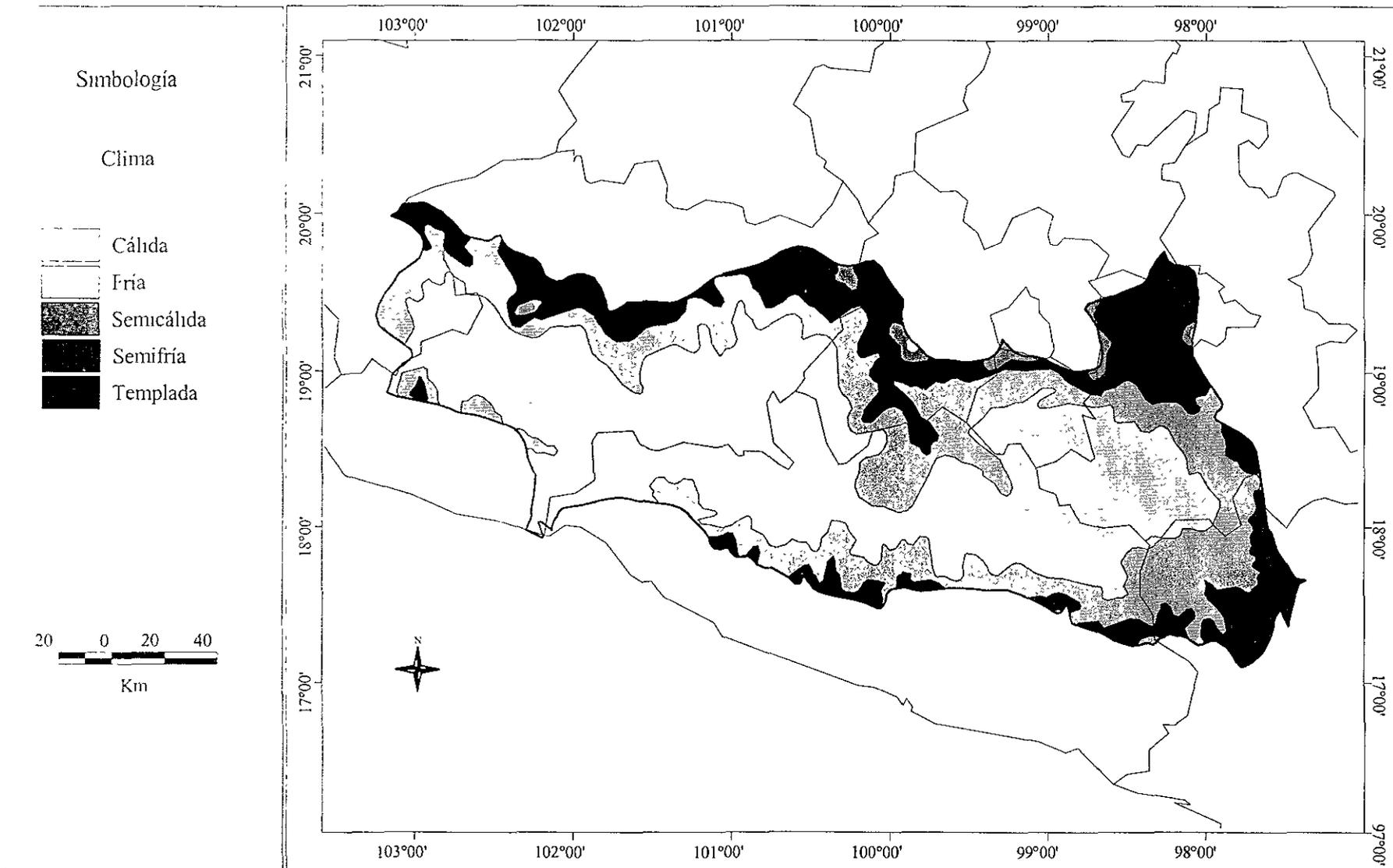


Figura 11. Clima. Tomado y modificado de García (1998c).

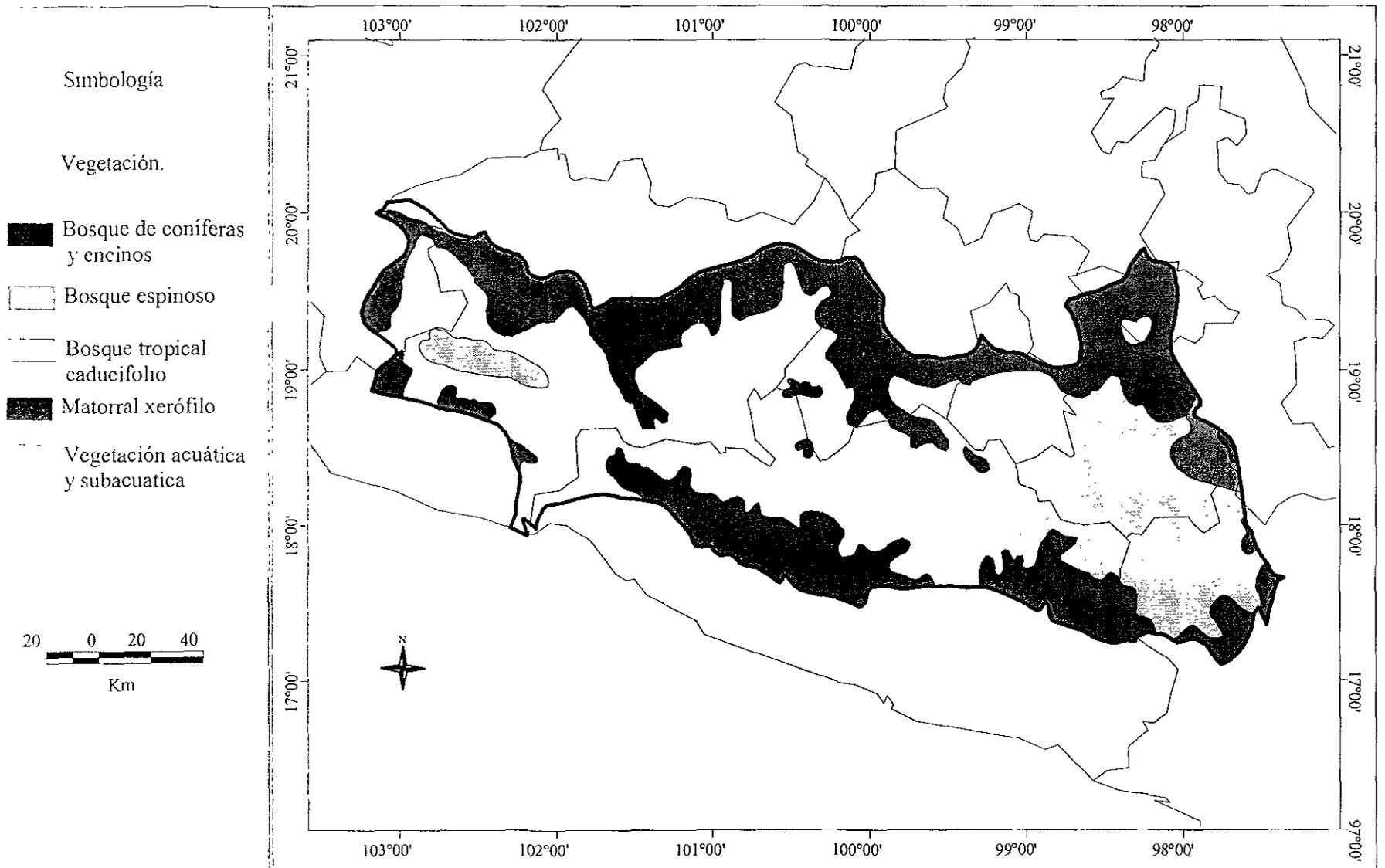


Figura 12. Vegetación. Tomado y modificado de Rzedowski (1990).

MÉTODOS

LISTA DE ESPECIES

Para la obtención de la lista actualizada de las aves del área de trabajo se realizó una revisión exhaustiva de literatura, la cual involucró la revisión de la obra "Bibliografía de las Aves de México" (Rodríguez-Yañez *et al.* 1994), así como revistas especializadas, tesis profesionales, e inclusive trabajos inéditos (como en el caso de la lista elaborada en el Museo de la FES Zaragoza Campus II), revisión de la base de datos "Atlas de las Aves de México", la cual incluye a todas las especies que se han colectado en la Cuenca del Balsas y trabajo de campo, el cual involucró 4 salidas a campo con una duración de 8 a 10 días cada una y se realizaron en los meses de marzo, abril julio y septiembre de 1999 (dichas salidas tuvieron como principal objetivo validar las hipótesis de predicción de las áreas de distribución potencial de la comunidad aviar de la Cuenca).

* Las localidades visitadas fueron dos en Guerrero: Las Tinajas (18° 21', 100° 43') y Valente Trujillo (17° 56', 99° 34'), una en el Estado de México: Bejucos (18° 45', 100° 25'), y una en Michoacán: Infiernillo (18° 40', 101° 52') (figura 13).

En cada salida se realizaron registros visuales con ayuda de binoculares 8 x 40 y registros auditivos de las especies, durante recorridos en las áreas seleccionadas. Se colocaron 12 redes de niebla en cada salida. Las redes estuvieron abiertas de 6 a 12 y 16-19 hrs. Las especies colectadas fueron determinadas utilizando las guías de Howell y Webb (1995), Peterson y Chalif (1989) y por comparación con especímenes de Museo. Los especímenes fueron depositadas en la colección del Museo de la Facultad de Ciencias "Alfonso L. Herrera", UNAM.

Para evaluar el porcentaje de aves muestreadas en cada punto de colecta en campo se utilizó el método delimitado de acuerdo a Peterson y Slade (1998) basado en el modelo asintótico de Chao (1984) (Colwell y Coddington 1995). Este modelo se expresa de la siguiente manera:

$$S_{est} = S_{obs} + a^2/2b$$

en donde S_{est} representa la predicción de la riqueza de la avifauna, S_{obs} representa el número de especies acumuladas observadas en la localidad, a representa el número de especies observadas una vez y b representa el número de especies observadas dos veces. Como la unidad de esfuerzo, se usaron días de muestreo. Los datos fueron reemplazados 100 veces, seleccionando las muestras aleatoriamente con los reemplazamientos. Se utilizaron la mediana y los intercuartiles a partir de la S_{est} para resumir la tendencia central y la variación de los resultados (Peterson com. pers.). El porcentaje de aves muestreadas se obtuvo calculando:

$$100 \times S_{obs} / S_{est}$$

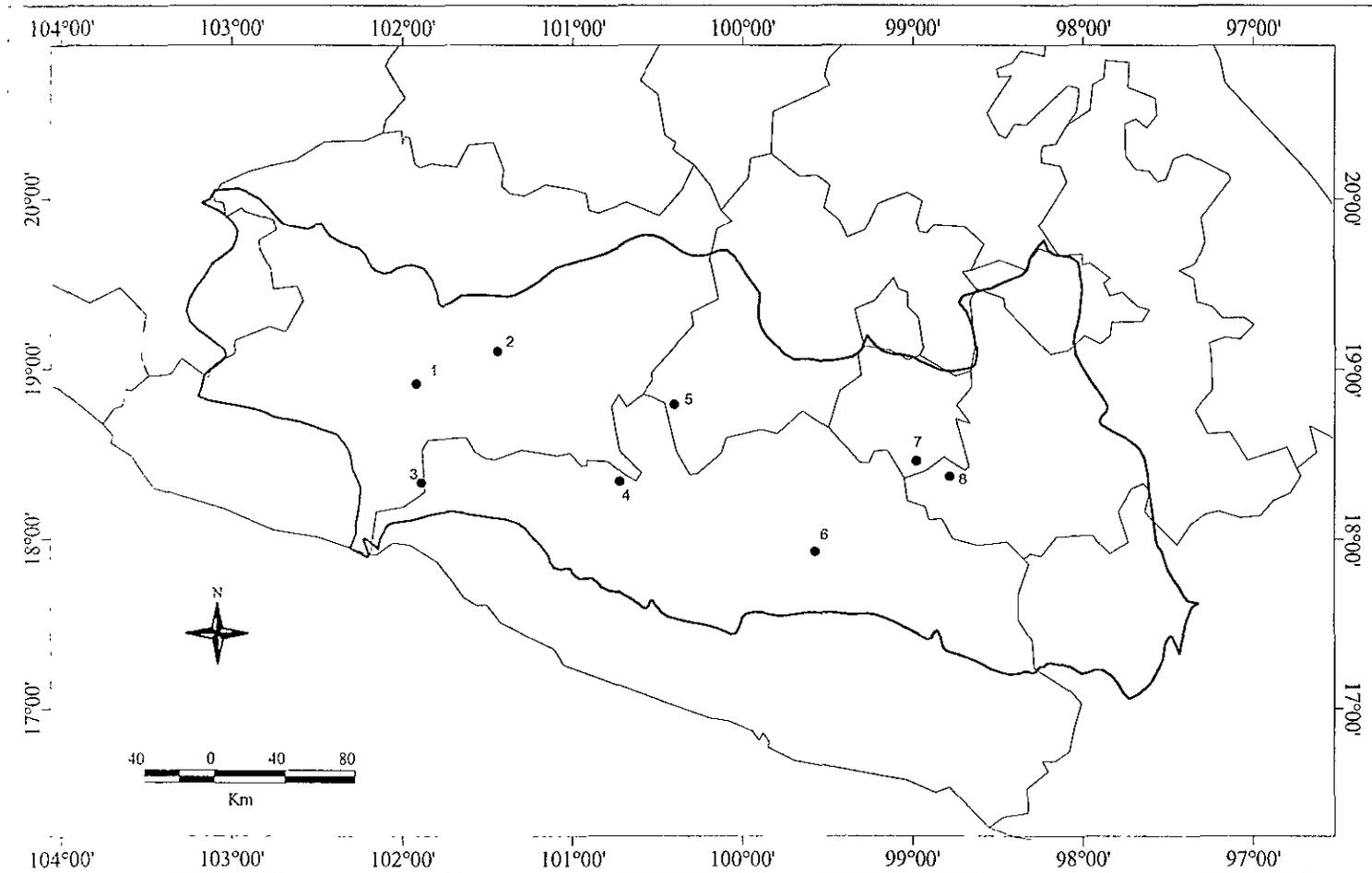


Figura 13. Ubicación de las localidades de dónde se tomaron los datos para la validación de las hipótesis de predicción. 1. Zicuirán, 2. Tacámbaro, 3. Infiernillo, 4. Las Tinajas, 5. Bejucos, 6. Valente Trujillo, 7. Huautla y 8. Tlancualpicán.

Las especies fueron analizadas en cuanto a su estacionalidad y categoría de protección. Para determinar la estacionalidad o distribución estacional se tomaron las siguientes categorías de acuerdo a Howell y Webb (1995): residentes (R), especies que no experimentan ninguna migración periódica regular y consecuentemente permanecen en un área a lo largo del año; residentes de verano (RV), especies que se encuentran en un área durante el verano y regresan al sur en el invierno; transitorias migratorias: especies que se detienen temporalmente en un área durante su migración al norte en primavera y durante su migración al sur en otoño, los meses de paraje son abril-mayo y agosto-octubre; y visitantes de invierno (VI) especies existentes en un área durante el invierno.

Para la determinación de las categorías de protección se consultó la Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-059-94; SEDESOL 1994), en donde se listan las categorías de Rara (R), Amenazada (A), Sujeta a Protección Especial (Pr) y en Peligro de Extinción (P).

MAPAS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

Para la elaboración de los mapas de distribución potencial de la avifauna, se usó el sistema de modelación GARP, implementado en el *Biodiversity Species Workshop* (<http://biodi.sdsc.edu>). Este proceso se llevó a cabo en la Universidad de Kansas, Lawrence.

Se usaron cuatro coberturas geográficas: vegetación (Rzedowski 1990), elevación (CONABIO 1998), precipitación media anual (García 1998a) y temperatura media anual (García 1998b), en formato *raster* con una resolución de 1 km x 1km.

Para el análisis, solo se consideraron a las especies residentes terrestres, no introducidas, que tuvieron más de veinte registros de colecta dentro de la cuenca y que no se distribuyeran principalmente en las montañas. Los datos de longitud y latitud se tomaron de la base de datos "Atlas de las Aves de México" para cada especie, los cuales posteriormente fueron convertidos a decimales y cargados en la página de GARP para que corriera el modelo. Los datos resultantes de la predicción se desplegaron en el SIG ArcView 3.1 utilizando el módulo de Análisis espacial, para su posterior análisis.

VALIDACION DE HIPOTESIS

La validación de las hipótesis de la distribución potencial de las aves se llevó a cabo realizando un análisis de la proporción de especies resultantes del modelo predictivo, tomando en cuenta los datos de las cuatro salidas a campo realizadas durante el desarrollo de este proyecto, y de cuatro trabajos inéditos realizados en el área de estudio (cuadro 3, figura 13).

Cuadro 3 . Localidades utilizadas para la validación de hipótesis. *Localidades visitadas durante el desarrollo de este trabajo.

Estado	Localidad	Latitud	Longitud
Guerrero	Las Tinajas*	18° 21'	100° 43'
Guerrero	Valente Trujillo*	17° 56'	99° 34'
Estado de México	Bejucos*	18° 45'	100° 25'
Michoacán	Infiernillo*	18° 40'	101° 52'
Michoacán	Zicuiran (Villaseñor 1985)	18° 57'	101° 54'
Michoacán	Tacámbaro (Méndez 1997)	19° 41'	100° 55'
Puebla	Tlancualpicán (Feria 1997)	18° 26'	98° 42'
Morelos	Huatla (Peterson et al. en prep.)	18° 47'	98° 99'

Los resultados se presentan en tablas de contingencia con el siguiente formato:

	observados	
	Si	No
Predichos		
Si	a	b
No	c	d

en donde a: especies predichas y observadas (aciertos); b: especies predichas y no observadas (comisiones), c: especies no predichas y observadas (omisiones) y d: especies no predichas y no observadas (aciertos). Los resultados se graficaron utilizando el programa STATA (1999).

Finalmente se calculó el porcentaje de errores por comisión y el porcentaje de errores por omisión utilizando las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ de errores por comisión} = b/(a+b+c+d)$$

$$\% \text{ de errores por omisión} = c/(a+b+c+d)$$

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN

Se obtuvieron los patrones de riqueza y endemismo de las especies de aves de la Cuenca a partir de la suma de cada uno de los mapas de distribución potencial de las especies individuales, utilizando el módulo de Análisis espacial del ArcView 3.1, con el comando *Map calculator*. Los mapas resultantes se sobrepusieron con los mapas de las AICAS, ANP y RPT. Posteriormente se calcularon los porcentajes de las áreas de mayor riqueza y endemismo que se intersecaron con las AICAS, ANP y RPT, utilizando el SIG ARC/INFO.

Por otro lado con base en el área de distribución potencial de cada especie, se realizó una sobreposición de las áreas para encontrar los diferentes patrones de distribución que presentan las especies en la Cuenca.

RESULTADOS

LISTA DE ESPECIES

Se acumularon 12,308 registros de aves colectadas en diferentes localidades que comprenden la Cuenca del Balsas y en total se registraron 354 especies, incluidas en 211 géneros, 56 familias y 19 ordenes. Esto representa el 33 % de las especies registradas para México de acuerdo con el AOU (1998).

Se registraron 178 (50.3%) especies de aves Passeriformes y 176 (49.7%) de aves no Passeriformes. Por tanto el orden que presento el mayor número de especies fue el de las Passeriformes, seguido por Charadriiformes con 24 (7%), Falconiformes con 23 (6.5%) y Apodiformes con 22 (6.2%) (cuadro 4).

La familia mejor representada fue la Tyrannidae con 35 especies (9.9%), siguiendo en importancia la familia Emberezidae con 25 especies (7.1%), la familia Parulidae con 24 especies (6.8%). Las restantes familias tuvieron 17 o menos especies (figura 14, Apéndice 1)

Cuadro 4. Composición avifaunística de la Cuenca.

Orden	Familias	Géneros	Especies	Porcentaje (%)
Anseriformes	1	9	17	4.8
Apodiformes	2	14	22	6.2
Caprimulgiformes	1	3	4	1.1
Charadriiformes	5	15	24	7
Ciconiiformes	4	14	17	5
Columbiformes	1	4	10	3
Coraciiformes	2	3	5	1.4
Cuculiformes	1	5	7	1.2
Falconiformes	2	14	23	6.5
Galliformes	3	5	5	1.4
Gruiformes	1	5	5	1.4
Passeriformes	23	95	178	50.3
Pelecaniformes	3	3	3	0.9
Piciformes	1	5	8	2.3
Podicipediformes	1	4	5	1.4
Psittaciformes	1	3	3	0.9
Strigiformes	2	8	14	4
Tinamiformes	1	1	1	0.3
Trogoniformes	1	1	3	0.9
TOTAL.	56	211	354	100

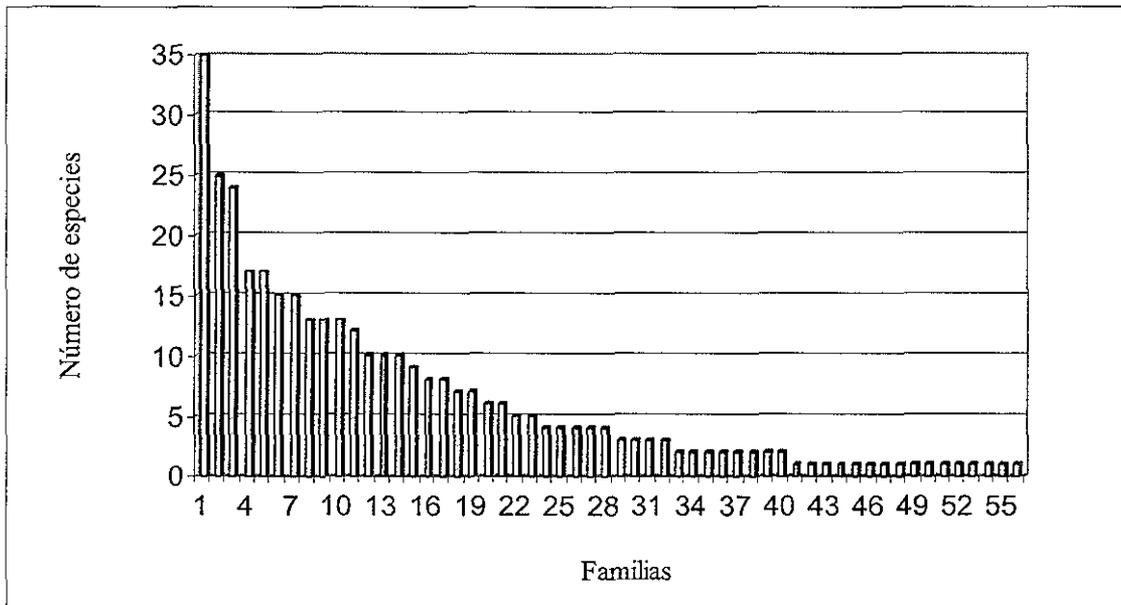


Figura 14. Representatividad taxonómica de las aves de la Cuenca. 1.Tyrannidae, 2.Emberizidae, 3. Parulidae, 4. Accipitridae, 5. Anatidae, 6 Icteridae, 7. Tohilidae, 8 Strigidae, 9. Troglodytidae, 10. Scolopacidae, 11. Ardeidae, 12. Vireonidae, 13. Cardinalidae, 14. Columbidae, 15. Hirundinidae, 16. Turdidae, 17. Picidae, 18. Cuculidae, 19. Apodidae, 20. Corvidae, 21. Falconidae, 22. Podicipedidae, 23. Rallidae, 24. Laridae, 25 Fringillidae, 26. Charadriidae, 27. Caprimulgidae, 28. Alcedinidae, 29. Mimidae, 30. Thraupidae, 31. Trogonidae, 32. Psittacidae, 33 Cracidae, 34. Cathartidae, 35. Ptiligonatidae, 36 Threskiornithidae, 37. Sylviidae, 38. Recurvirostridae, 39. Motacillidae, 40. Odontophoridae, 41. Momotidae, 42. Alaudidae, 43. Tytonidae, 44. Tinamidae, 45. Anhingidae, 46. Lanidae, 47. Regulidae, 48. Sturnidae, 49 Dendrocolaptidae, 50. Jacanidae, 51. Ciconiidae, 52. Phasianidae, 53. Phalacrocoracidae, 54 Pelecanidae, 55. Passeridae y 56. Bombycillidae.

Por otra parte los especímenes colectados durante los diversos trabajos realizados en la cuenca se encuentran depositados en varias colecciones científicas nacionales e internacionales (figura 15), cabe destacar que las localidades donde fueron colectadas las aves se concentran sobre todo en las áreas más cercanas a las carreteras (figura 16).

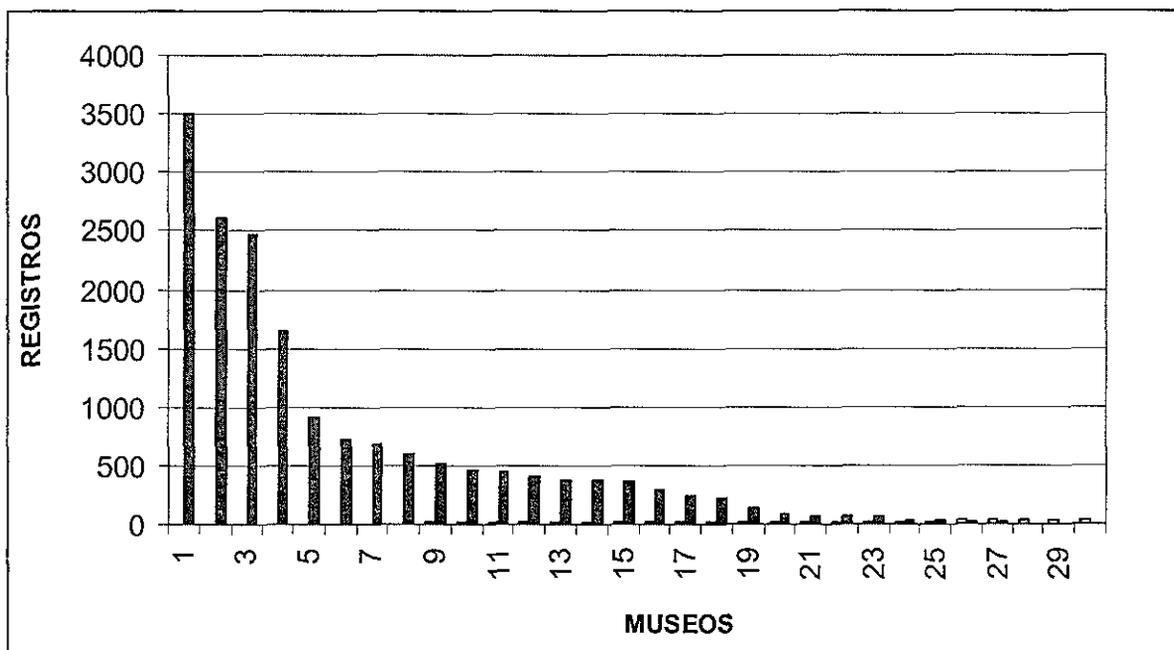


Figura 15. Colecciones 1 Universidad Michoacana (UMSNH), 2 Moore Laboratory of Zoology (MLZ), 3 Museo de Zoología, Facultad de Ciencias (MZFC), 4 Delaware Museum of Natural History (DMNH), 5 Bell Museum of Natural History (BELL), 6 Louisiana State University (LSUMZ), 7 Canadian Museums of Nature (CMN), 8 Museum of Vertebrate Zoology (MVZ), 9 Texas Cooperative Wildlife Collections (TCWC), 10 Museum of Cooperative Zoology (MCZ), 11 Field Museum (FMNH), 12 Royal Ontario Museum (ROM), 13 American Museum of Natural History (AMNH), 14 Carnegie Museum of Natural History (CARN), 15 University of Kansas Natural History (KU), 16 Western Foundation of Vertebrate Zoology (WVZ), 17 U. S. National Museum of Natural History (USNM), 18 British Museum (BMUK), 19 Academy of Natural Sciences (ANSP), 20 Los Angeles County Museum (LACM), 21 Paris Museum (MNHN), 22 Yale Peabody Museum (YPMNH), 23 University of British Columbia (UBCMZ), 24 Southwestern College (SWC), 25 Denver Museum of Natural History (DENV), 26 San Diego Museum of Natural History (SDNHM), 27 University of Arizona (UAZ), 28 University of California Los Angeles (UCLA), 29 Leiden Museum (LEID), 30 University of Iowa (IOWA)

Curvas de acumulación.

Las curvas de acumulación en cada una de las localidades que se muestrearon durante el desarrollo de este trabajo, indican que el inventario está casi completo (figuras 17-20). Se observaron en general de 33 a 42 especies de aves residentes en cada localidad. La localidad con el mayor número de especies fue Bejucos en donde se registraron 42 especies, siguiendo en orden decreciente Infiernillo y Mezcala en donde se registraron 40 especies y Las Tinajas con 33. Se estima que en cada una de las localidades se muestreo el 90% de la fauna total. Sin embargo, la curva de acumulación general (figura 21) no muestra una tendencia asintótica, lo cual indica que aún falta realizar trabajo de campo para conocer de una forma más completa el porcentaje de aves de la Cuenca del Balsas. Chao (1984) sugiere que se ha inventariado el 80% de las aves de la Cuenca.

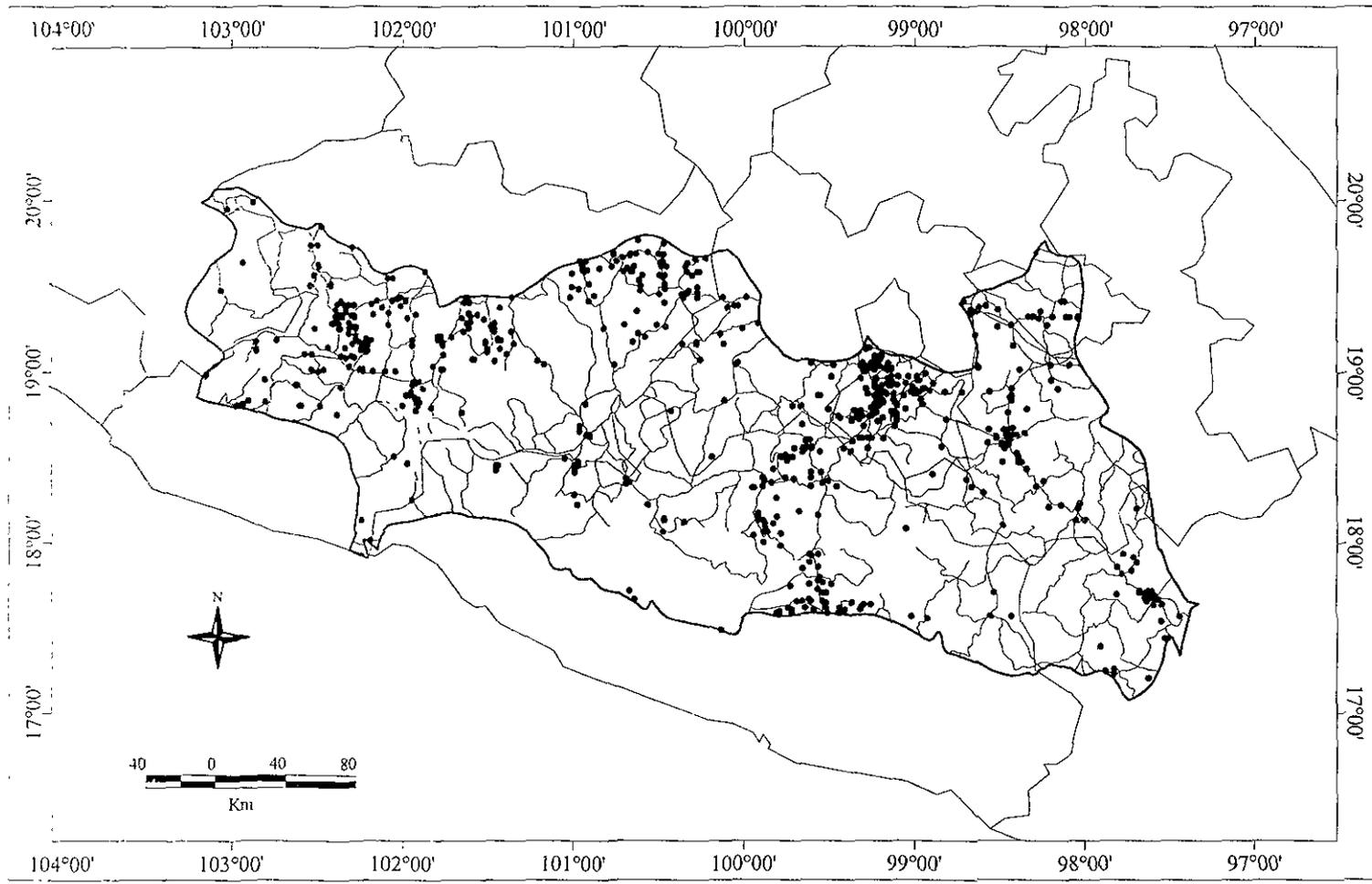


Figura 16. Sitios de colecta y carreteras.

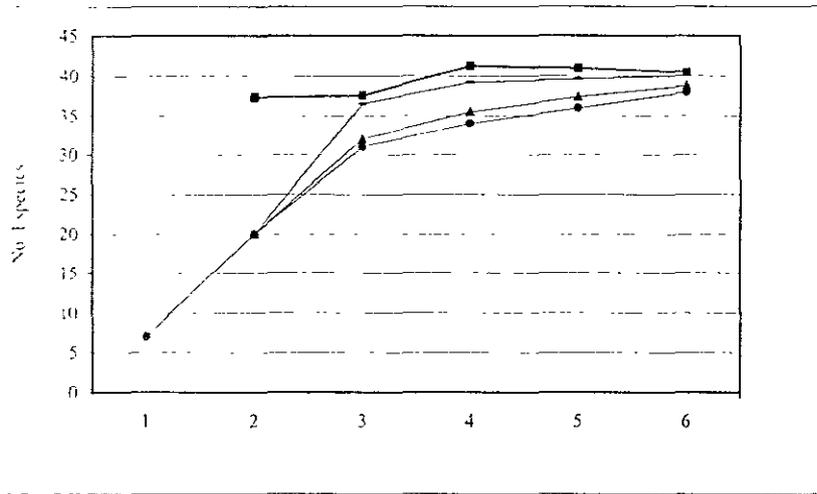


Figura 17 Las Tinajas, Guerrero

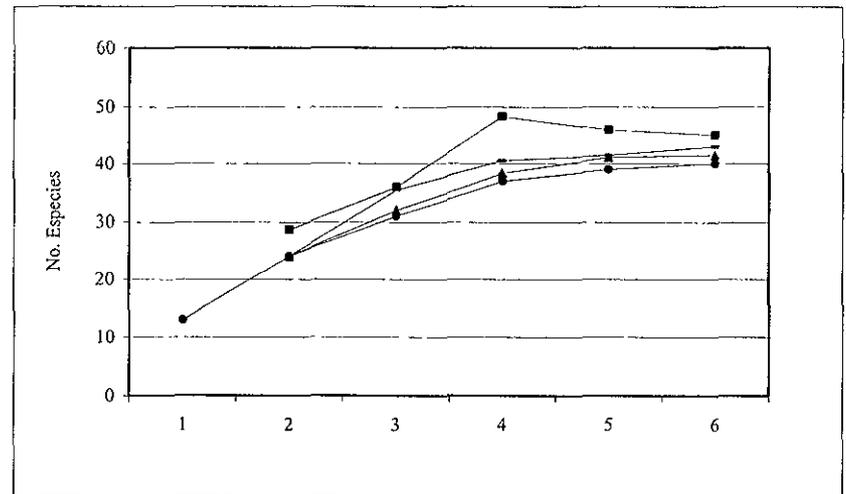


Figura 18. Mezcala, Guerrero.

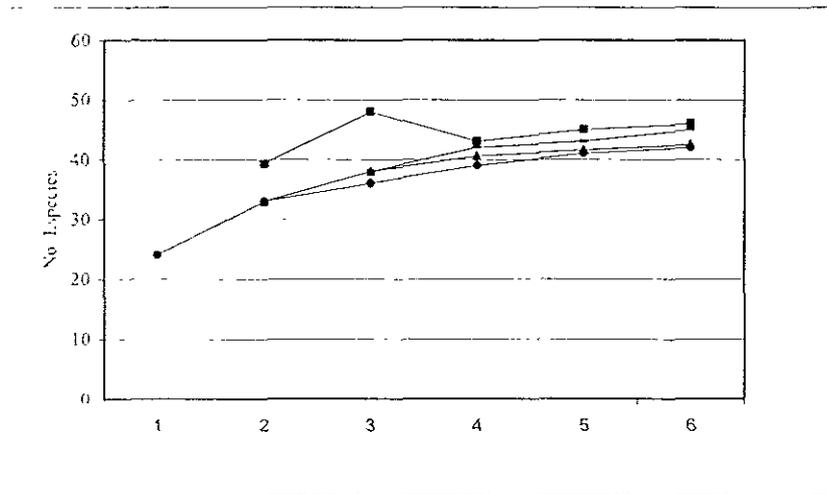


Figura 19 Bejucos, Estado de México

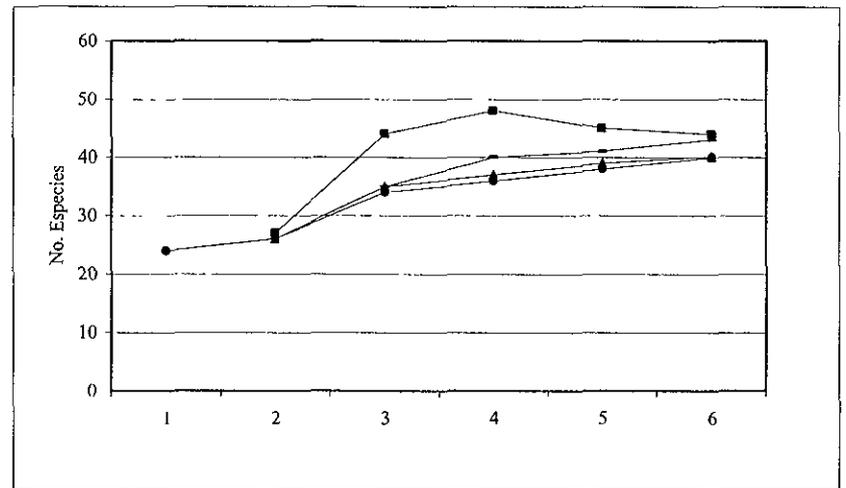


Figura 20. Infiernillo, Michoacán.

En cada figura la línea con un triángulo representa a las especies observadas, la línea con un guión a las especies esperadas, la línea con un círculo el intercuartil 25% y la línea con un cuadro al intercuartil 75%.

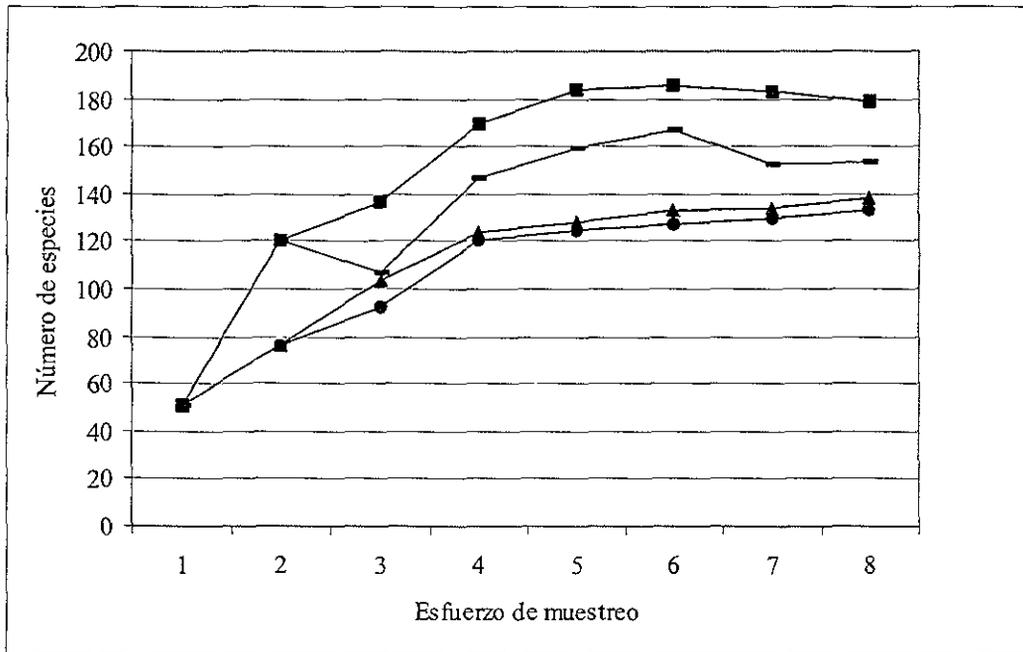


Figura 21. Curva de acumulación general. La línea con un triángulo representa a las especies observadas, la línea con un guión a las especies esperadas, la línea con un círculo el intercuartil 25% y la línea con un cuadro al intercuartil 75%.

Estacionalidad

Del total de especies registradas 211 (59.6%) son residentes (R), 103 (29.1%) son visitantes de invierno (VI), 34 (9.6%) son migratorias transitorias (M) y 6 (1.7%) son residentes de verano (RV) (Apéndice I, figura 22). Cuarenta y dos (11.9%) de las especies residentes son endémicas de México y 4 pueden ser consideradas como cuasiendémicas y de acuerdo con Stattersfield *et al.* (1998); 10 son especies características para nombrar a la Cuenca (e interior de Oaxaca) como una EBA (*Philortyx fasciatus*, *Melanerpes hypopolius*, *Cyanthus sordidus*, *Xenotriccus mexicanus*, *Aimophila humeralis*, *Calothorax pulcher*, *Pipilo albicollis**, *Aimophila notosticta**, *Aimophila mystacalis* y *Campylorhynchus jocosus*)

*Se distribuyen al interior de Oaxaca (Howell y Webb (1995, Stattersfield *et al.* 1998)

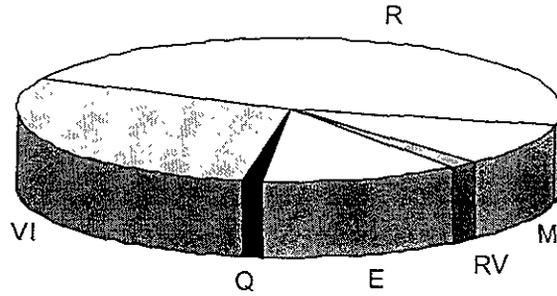


Figura 22. Estatus de residencia.

Categoría de protección.

Se encontraron 52 especies en las diferentes categorías designadas por la NOM-ECOL-059-94. En la categoría de amenazadas se contaron 28 (7.9%) especies, 13 (3.7%) fueron raras, 8 (2.3%) son consideradas como especies con protección especial y 3(0.9%) se consideraron en peligro de extinción (figura 23).

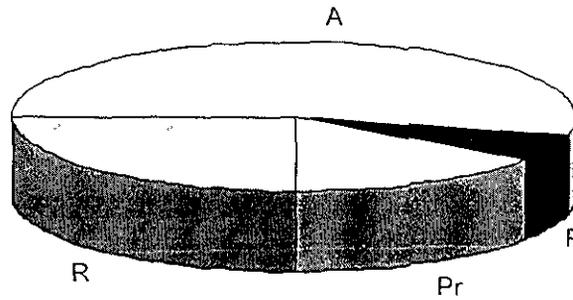


Figura 23. Porcentaje de especies que se encuentran en la NOM-ECOL-059-94

MAPAS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

Del total de especies, sólo 89 cumplieron con los criterios para el modelaje de distribución potencial con el sistema de modelación GARP (cuadro 5).

Cuadro 5. Especies para las cuales se obtuvieron los mapas de distribución potencial.

Especies	
<i>Agelaius phoeniceus</i>	<i>Melanotis caerulescens</i>
<i>Aimophila mystacalis</i>	<i>Melospiza kieneri</i>
<i>Aimophila humeralis</i>	<i>Mimus polyglottos</i>
<i>Aimophila ruficauda</i>	<i>Molothrus aeneus</i>
<i>Aimophila botteri</i>	<i>Molothrus ater</i>
<i>Aimophila ruficeps</i>	<i>Momotus mexicanus</i>
<i>Amazilia rutila</i>	<i>Myiarchus nuttingi</i>
<i>Amazilia violiceps</i>	<i>Myiarchus tyrannulus</i>
<i>Amazilia beryllina</i>	<i>Myiarchus tuberculifer</i>
<i>Aratinga canicularis</i>	<i>Myiozetetes similis</i>
<i>Attila spadiceus</i>	<i>Myiopagis viridicata</i>
<i>Basileuterus rufifrons</i>	<i>Myiodynastes luteiventris</i>
<i>Cacicus melanicterus</i>	<i>Nyctidromus albigollis</i>
<i>Calocitta formosa</i>	<i>Passerina leclancherii</i>
<i>Campylorhynchus gularis</i>	<i>Passerina versicolor</i>
<i>Campylorhynchus jocosus</i>	<i>Philortyx fasciatus</i>
<i>Campephilus guatemalensis</i>	<i>Piaya cayana</i>
<i>Camptostoma imberbe</i>	<i>Picoides scalaris</i>
<i>Caprimulgus ridgwayi</i>	<i>Pipilo fuscus</i>
<i>Carpodacus mexicanus</i>	<i>Pitangus sulphuratus</i>
<i>Carduelis psaltria</i>	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>
<i>Cathartes aura</i>	<i>Polioptila albiloris</i>
<i>Catherpes mexicanus</i>	<i>Polioptila caerulea</i>
<i>Colinus virginianus</i>	<i>Pyrocephalus rubinus</i>
<i>Columbina passerina</i>	<i>Quiscalus mexicanus</i>
<i>Columbina talpacoti</i>	<i>Salpinctes obsoletus</i>
<i>Columbina inca</i>	<i>Sayornis nigricans</i>
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	<i>Sporophila torqueola</i>
<i>Cynanthus sordidus</i>	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>
<i>Cynanthus latirostris</i>	<i>Thryomanes bewickii</i>
<i>Chordeiles acutipennis</i>	<i>Thryothorus felix</i>
<i>Chloroceryle americana</i>	<i>Thryothorus pleurostictus</i>
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	<i>Toxostoma curvirostre</i>
<i>Empidonax albigularis</i>	<i>Trogon citreolus</i>
<i>Eremophila alpestris</i>	<i>Trogon elegans</i>
<i>Glaucidium brasilianum</i>	<i>Turdus assimilis</i>
<i>Guiraca caerulea</i>	<i>Turdus rufopalliatus</i>
<i>Helminaster constantii</i>	<i>Tyrannus crassirostris</i>
<i>Icterus wagleri</i>	<i>Tyrannus melancholicus</i>
<i>Icterus pustulatus</i>	<i>Tyrannus vociferans</i>
<i>Icterus parisorum</i>	<i>Vireo hypochryseus</i>
<i>Lanius ludovicianus</i>	<i>Volatinia jacarina</i>
<i>Leptotila verreauxi</i>	<i>Zenaida asiatica</i>
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	<i>Zenaida macroura</i>
<i>Melanerpes hypopolius</i>	

Por lo que se cuenta con 89 mapas de distribución potencial (figuras 24-112), uno por cada especie.

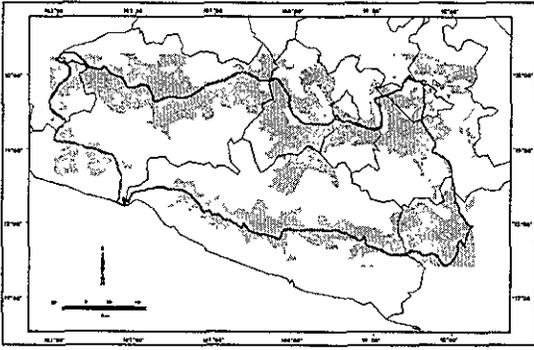


Figura 24. *Cathartes aura*

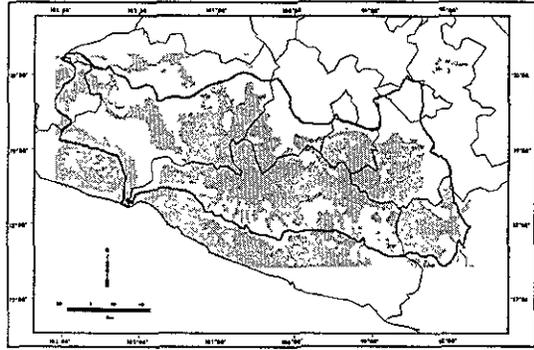


Figura 25. *Colinus virginianus*

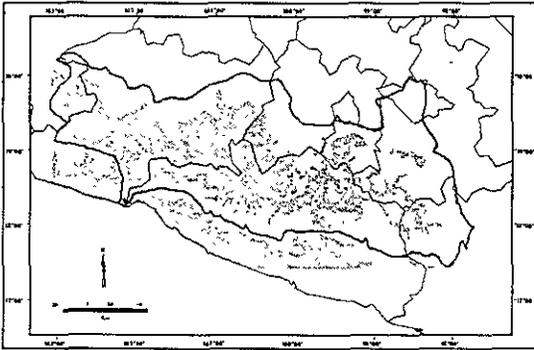


Figura 26. *Philortyx fasciatus*

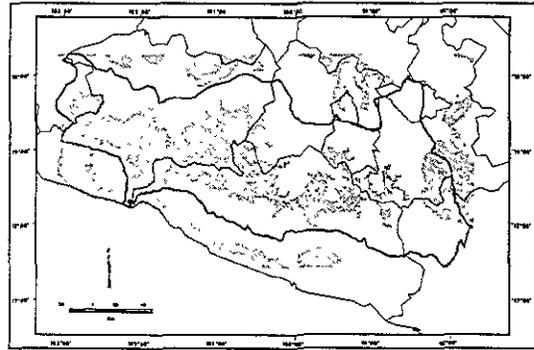


Figura 27. *Zenaida asiatica*

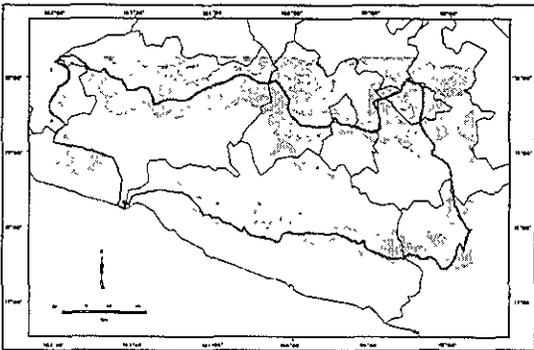


Figura 28. *Zenaida macroura*

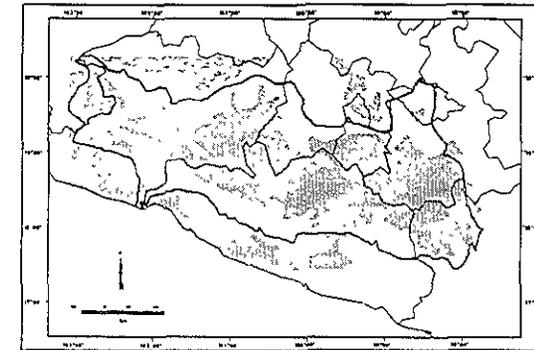


Figura 29. *Columbina inca*

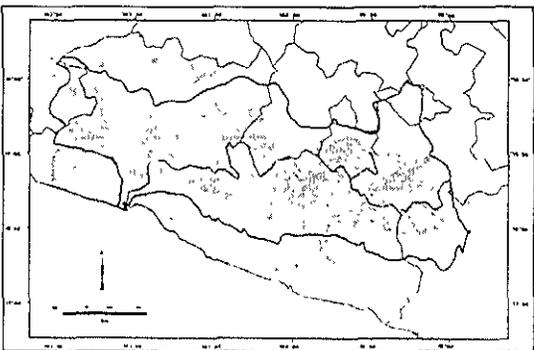


Figura 30. *Columbina passerina*

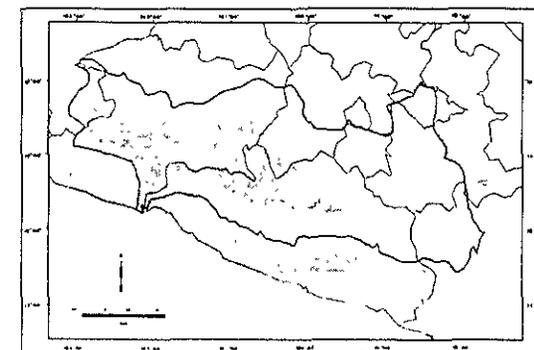


Figura 31. *Columbina talpacoti*

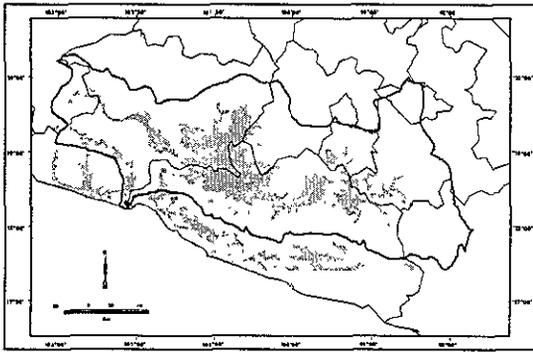


Figura 32. *Leptotila verreauxi*

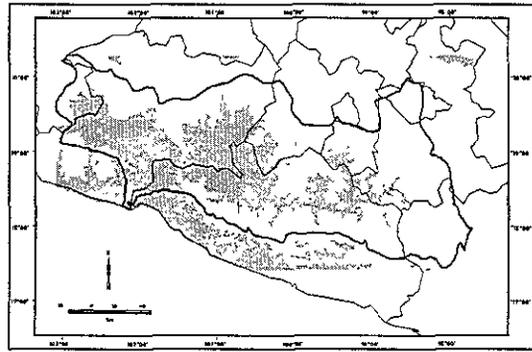


Figura 33. *Aratinga canicularis*

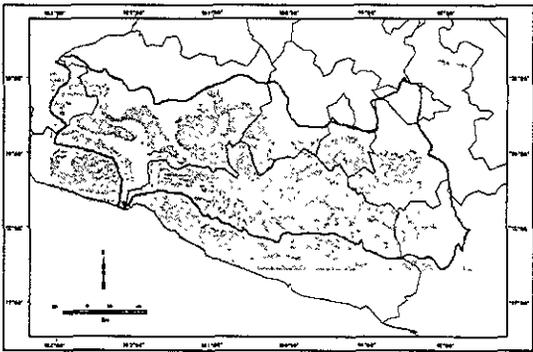


Figura 34. *Piaya cayana*

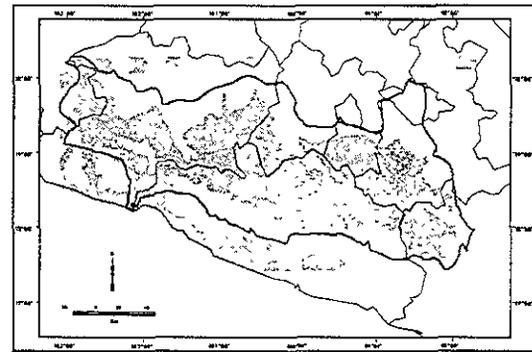


Figura 35. *Crotophaga sulcirostris*

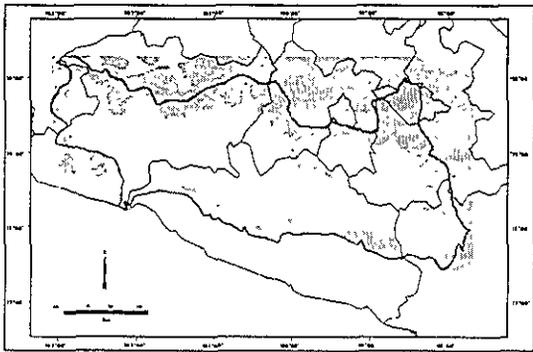


Figura 36. *Glaucidium brasilianum*

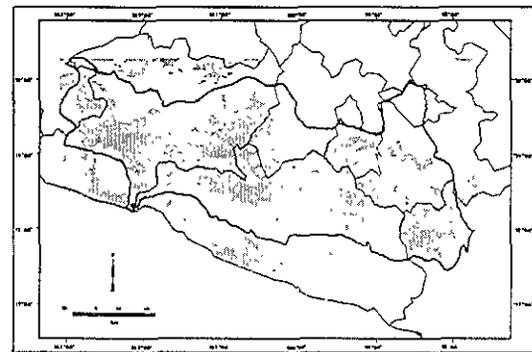


Figura 37. *Chordeiles acutipennis*

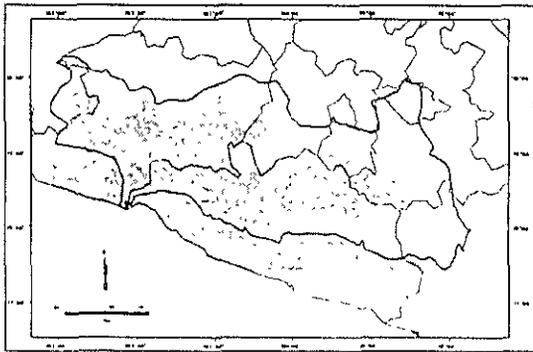


Figura 38. *Nyctidromus albocollis*

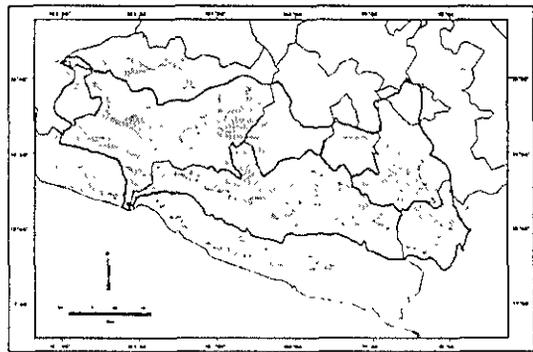


Figura 39. *Caprimulgus ridgwavi*

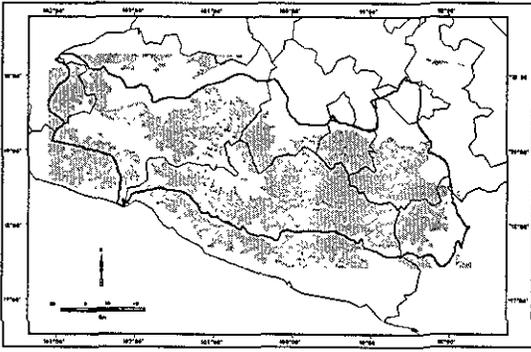


Figura 30. *Chlorostilbon canivetii*

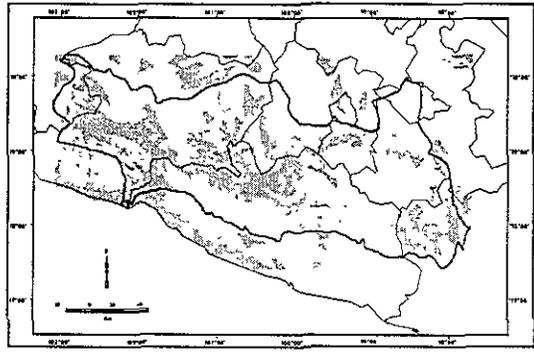


Figura 41. *Cyananthus sordidus*

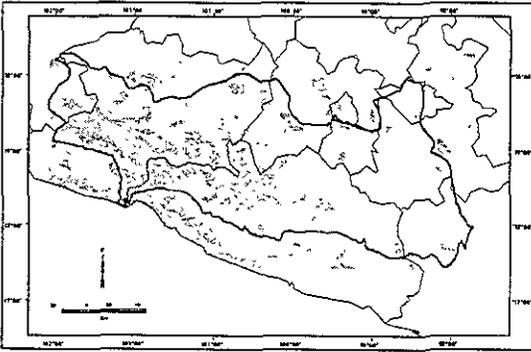


Figura 42. *Cyananthus latirostris*

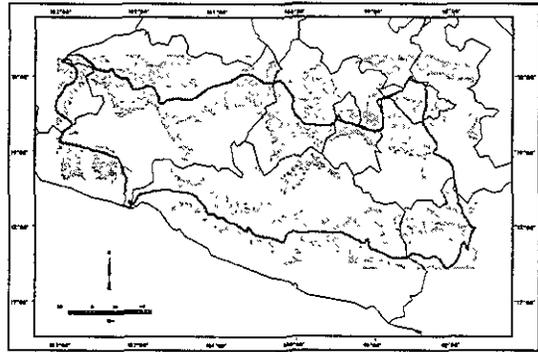


Figura 43. *Amazilia beryllina*

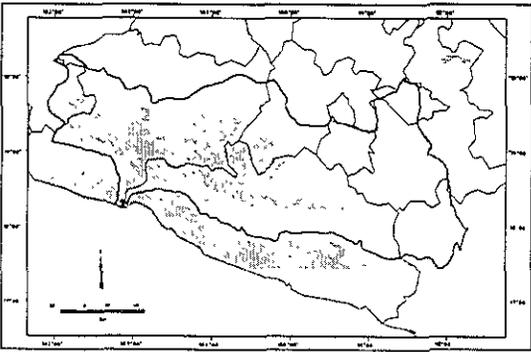


Figura 44. *Amazilia rutila*

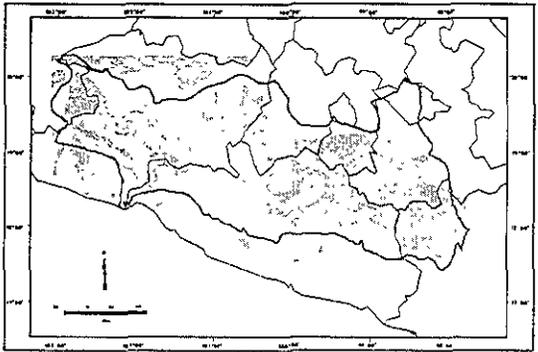


Figura 45. *Amazilia violiceps*

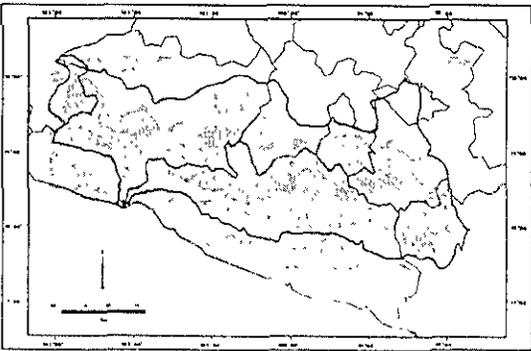


Figura 46. *Helomaster constanti*

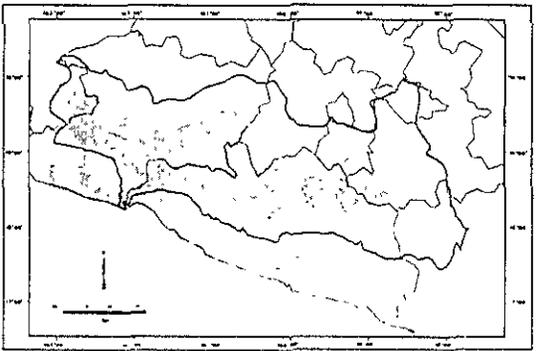


Figura 47. *Trogon citreolus*

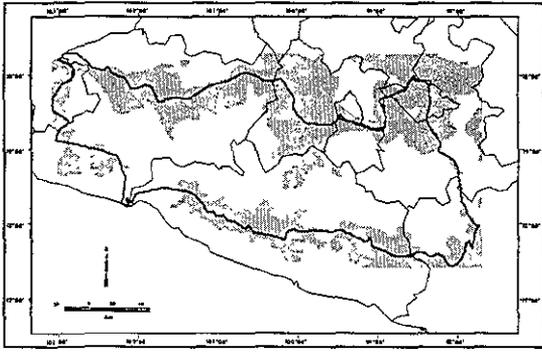


Figura 48. *Trogon elegans*

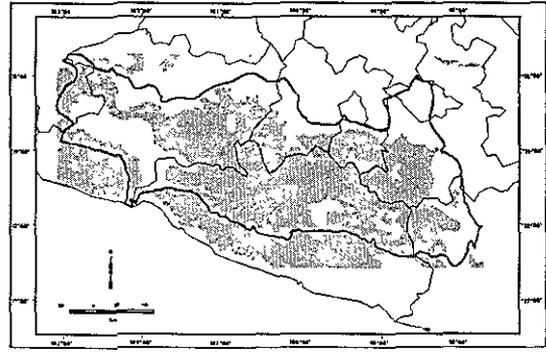


Figura 49. *Momotus mexicanus*

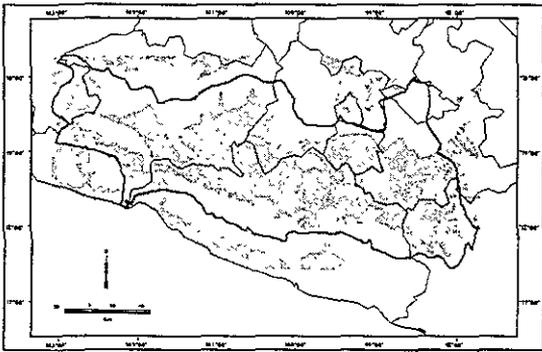


Figura 50. *Chloroceryle americana*

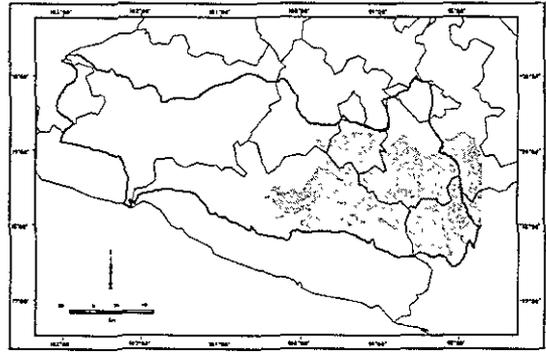


Figura 51. *Melanerpes hypopolius*

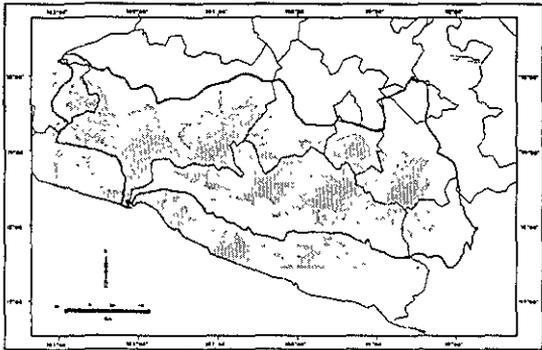


Figura 52. *Melanerpes chrysogenys*

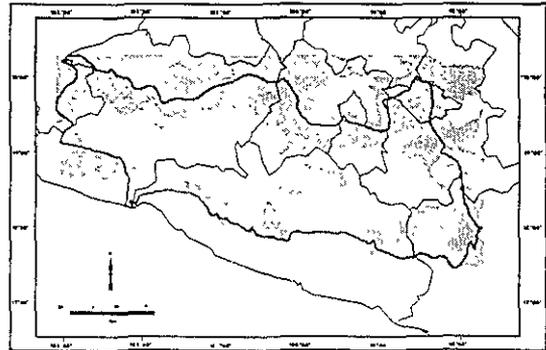


Figura 53. *Picoides scalaris*

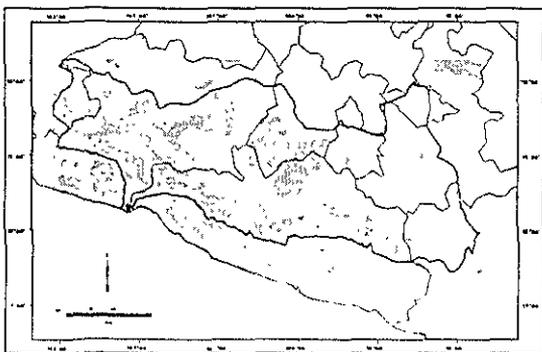


Figura 54. *Campephilus guatemalensis*

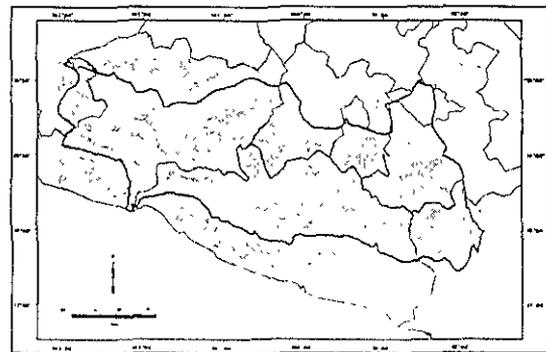


Figura 55. *Camptostoma umberbe*

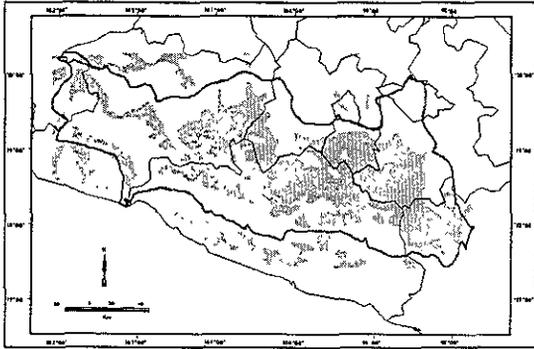


Figura 56. *Myiopagis viridicata*

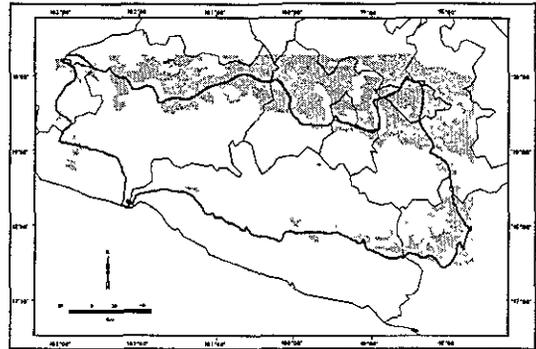


Figura 57. *Empidonax albigularis*

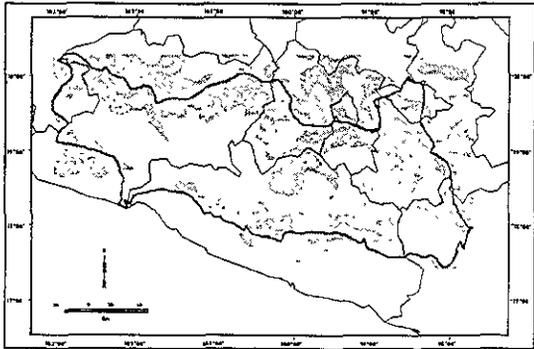


Figura 58. *Sayornis nigricans*

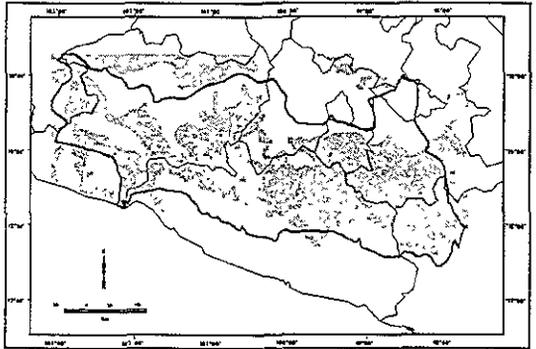


Figura 59. *Pyrocephalus rubinus*

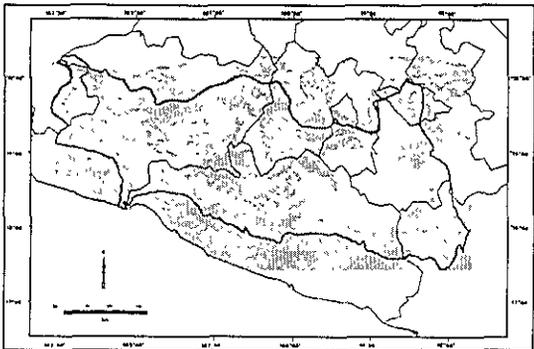


Figura 60. *Attila spadiceus*

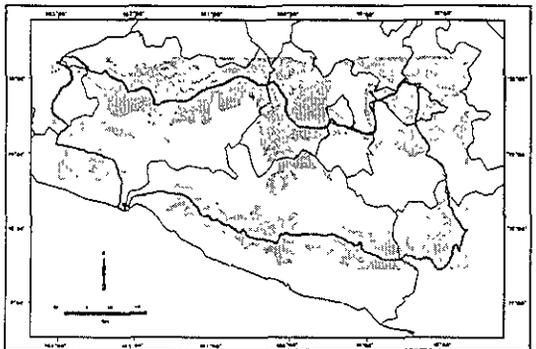


Figura 61. *Myiarchus tuberculifer*

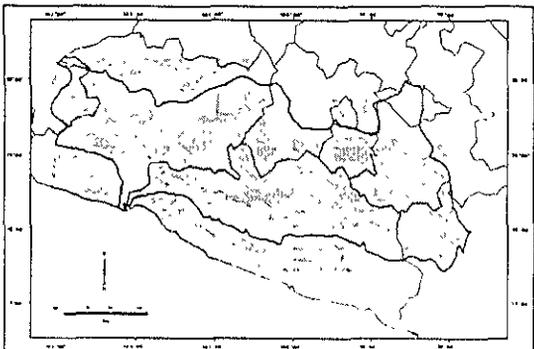


Figura 62. *Myiarchus nuttongi*

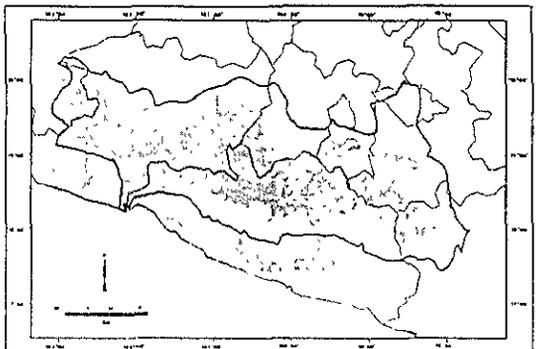


Figura 63. *Myiarchus tyrannulus*

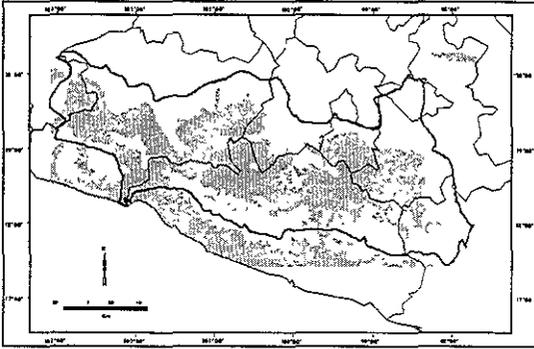


Figura 64. *Pitangus sulphuratus*

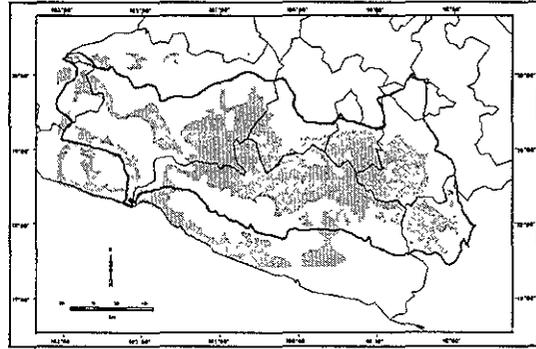


Figura 65. *Myiozetetes similis*

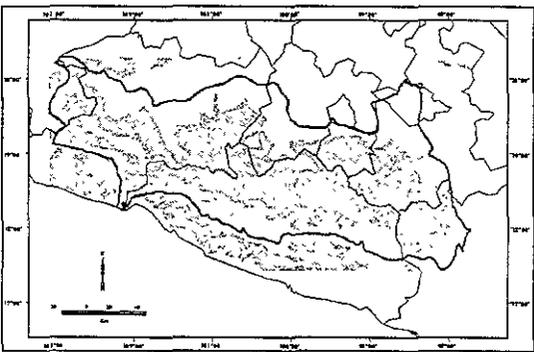


Figura 66. *Myiodinastes luteiventris*

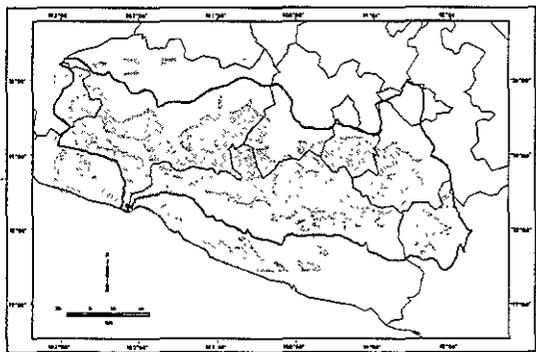


Figura 67. *Tyrannus melancholicus*

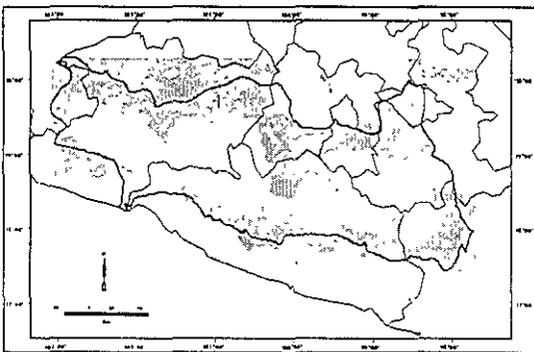


Figura 68. *Tyrannus vociferans*

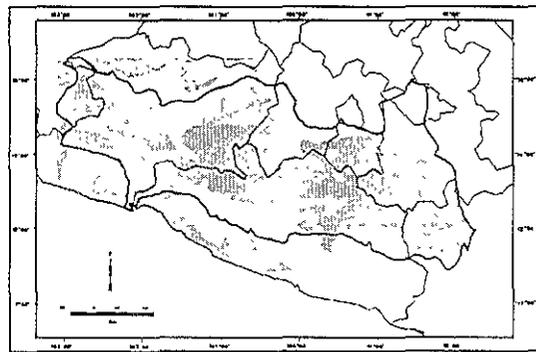


Figura 69. *Tyrannus crassirostris*

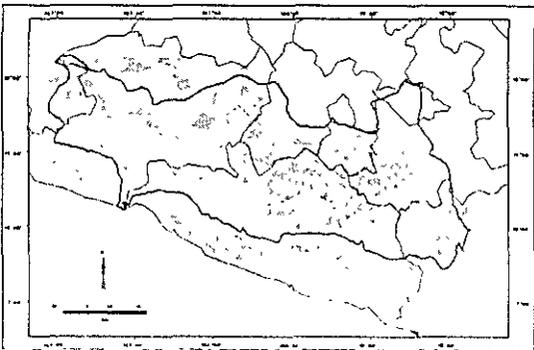


Figura 70. *Pachyramphus aglaiae*

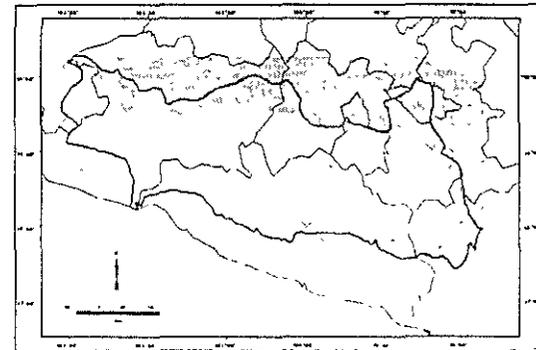


Figura 71. *Eremophila alpestris*

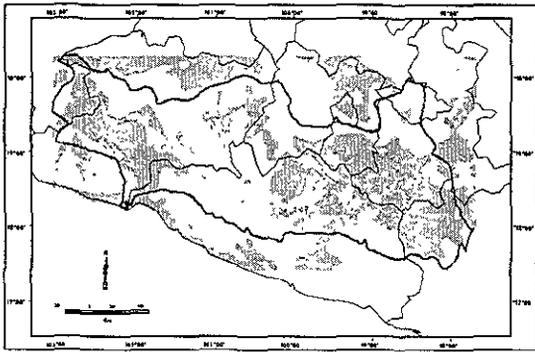


Figura 72. *Stelgidopteryx serripennis*

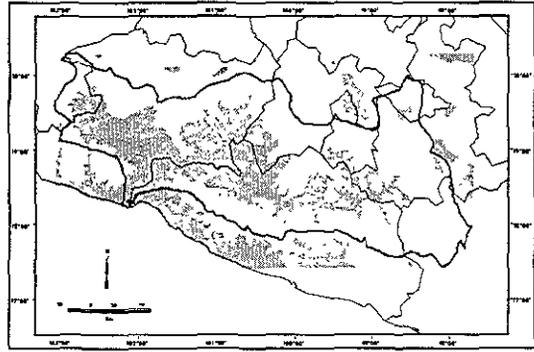


Figura 73. *Calocitta formosa*

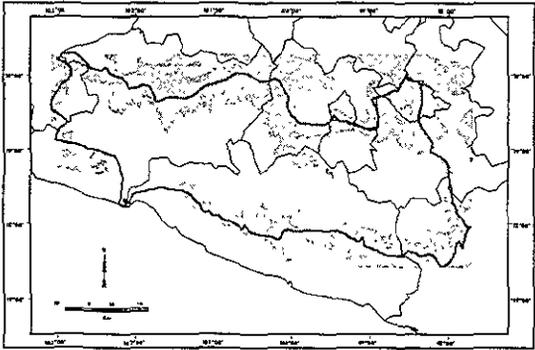


Figura 74. *Campylorhynchus gularis*

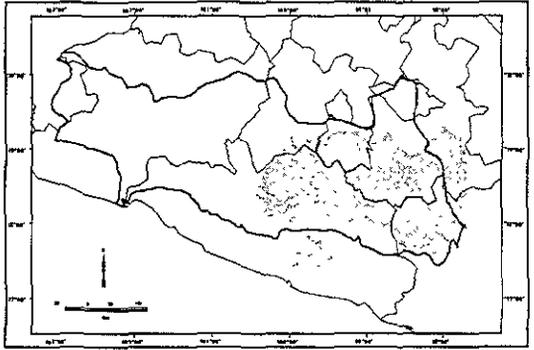


Figura 75. *Campylorhynchus jocosus*

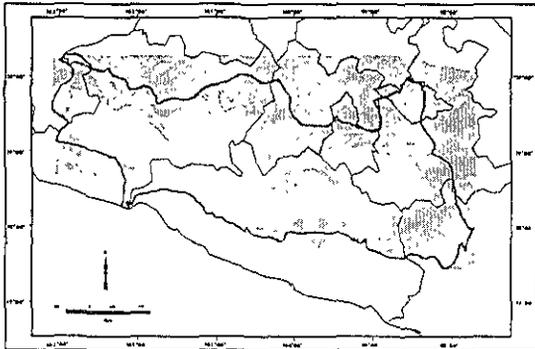


Figura 76. *Salpinctes obsoletus*

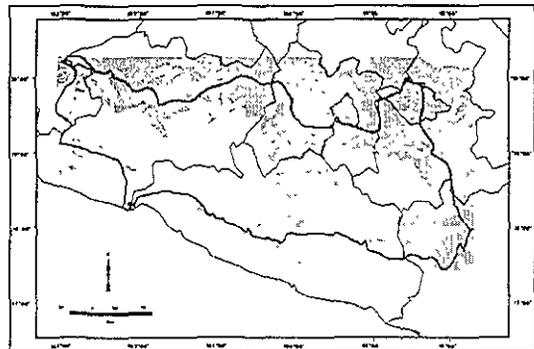


Figura 77. *Catherpes mexicanus*

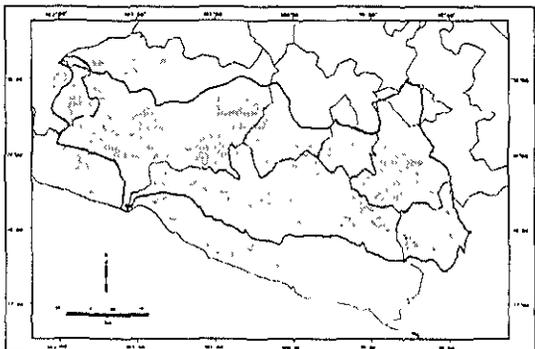


Figura 78. *Thryothorus pleurostictus*

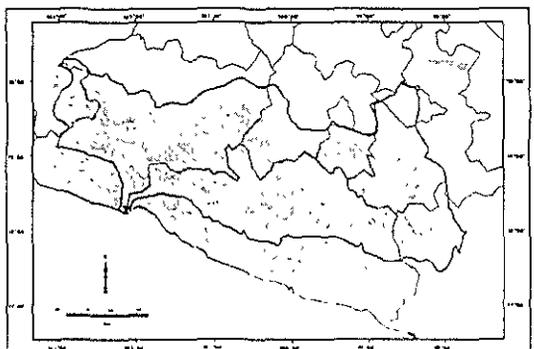


Figura 79. *Thryothorus felix*

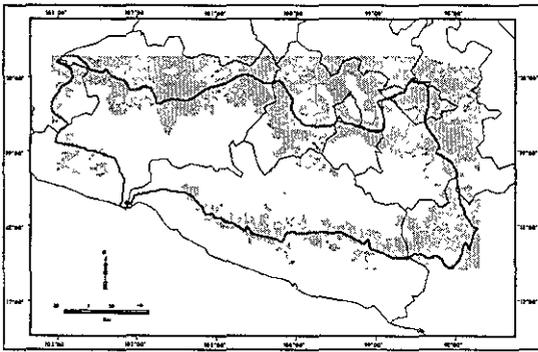


Figura 80. *Thryomanes bewikii*

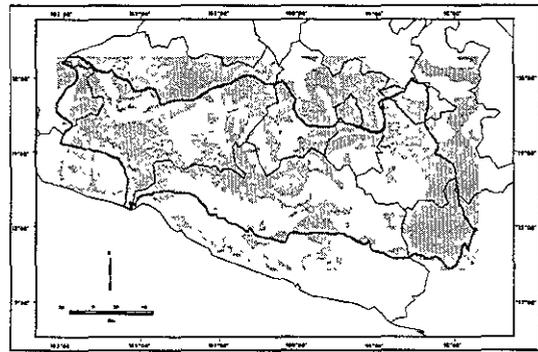


Figura 81. *Polioptila caerulea*

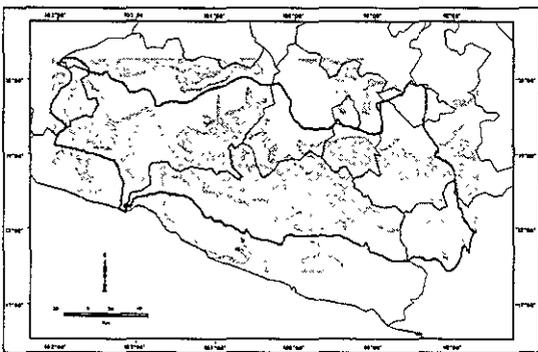


Figura 82. *Polioptila albiloris*

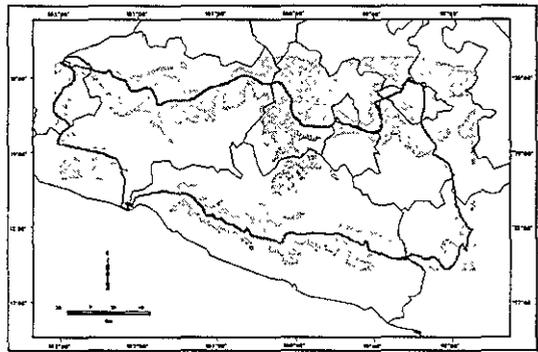


Figura 83. *Turdus assimilis*

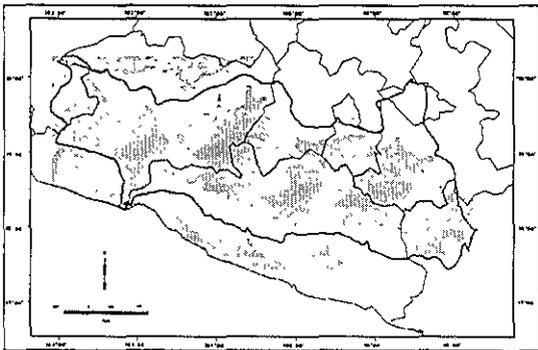


Figura 84. *Turdus rufopalliatus*

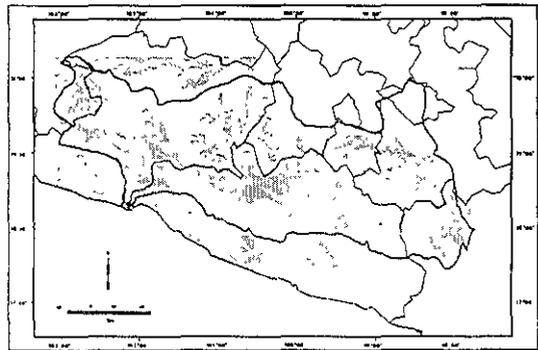


Figura 85. *Mimus polyglottos*

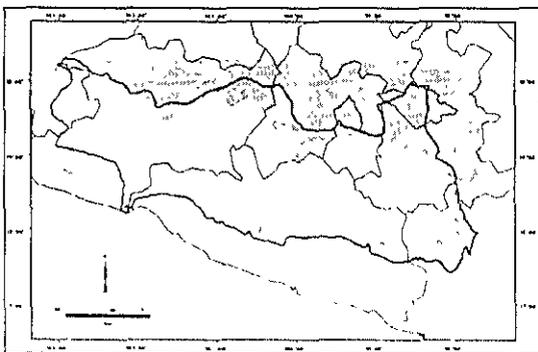


Figura 86. *Toxostoma curvirostre*

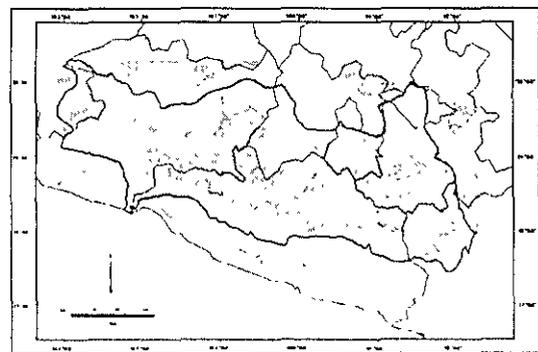


Figura 87. *Melanotis caerulescens*

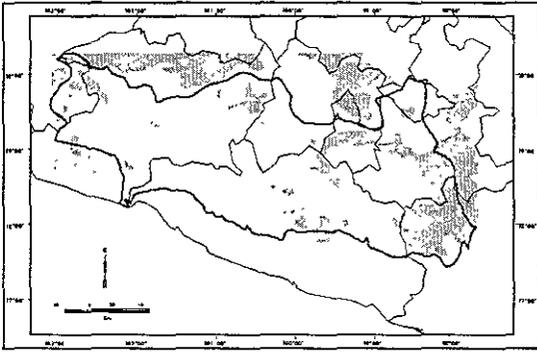


Figura 88. *Lanius ludovicianus*

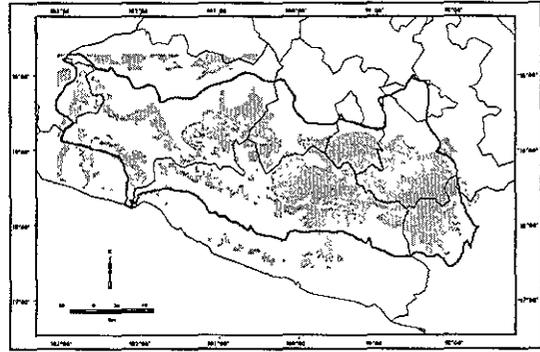


Figura 89. *Vireo hypochryseus*

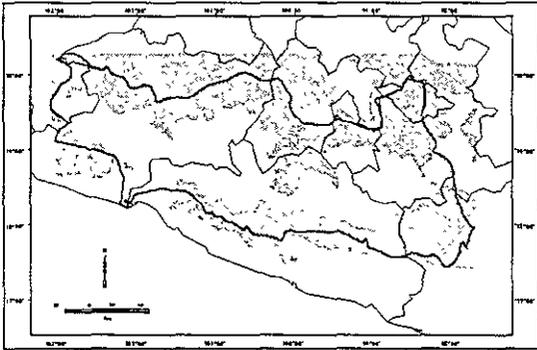


Figura 90. *Basileuterus rufifrons*

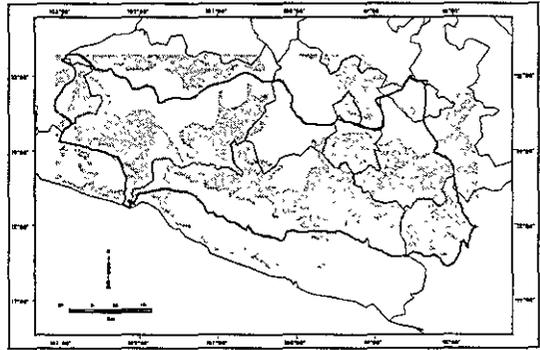


Figura 91. *Guiraca caerulea*

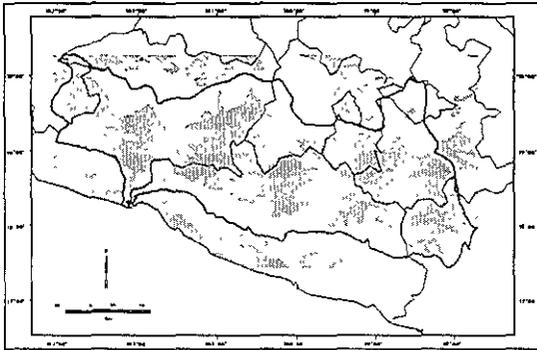


Figura 92. *Passerina versicolor*

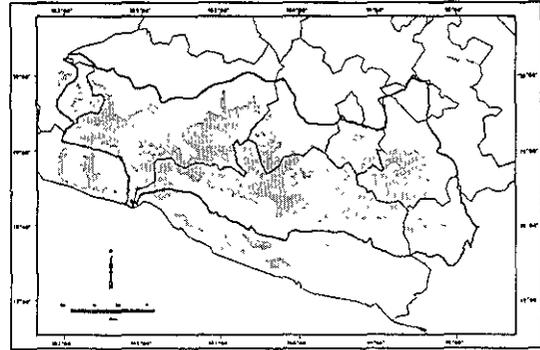


Figura 93. *Passerina leclancheri*

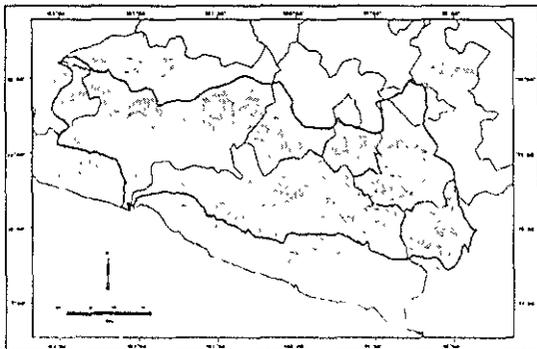


Figura 94. *Melozone kieneri*

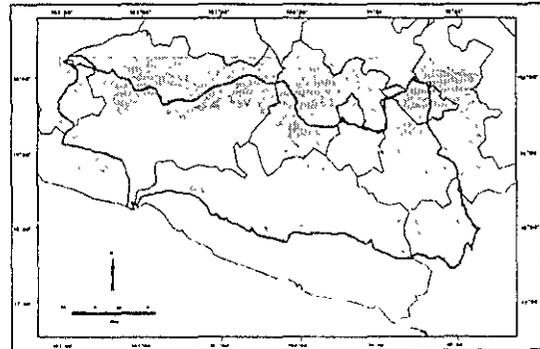


Figura 95. *Pipilo fuscus*

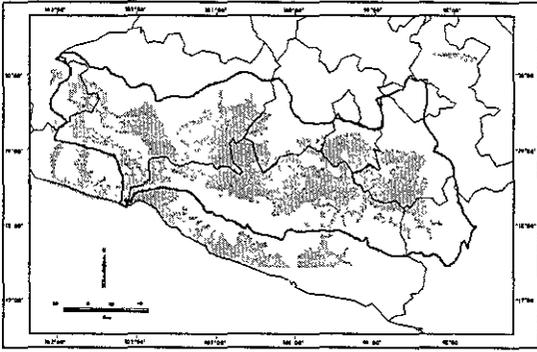


Figura 96. *Volatinia jacarina*

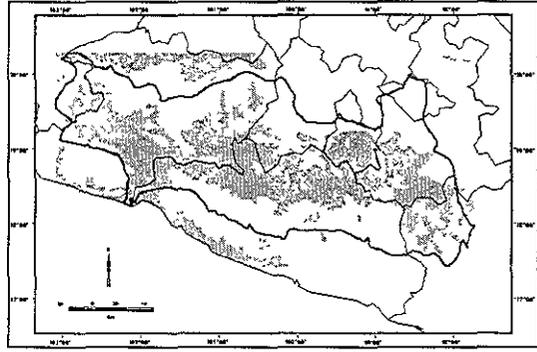


Figura 97. *Sporophila torqueola*

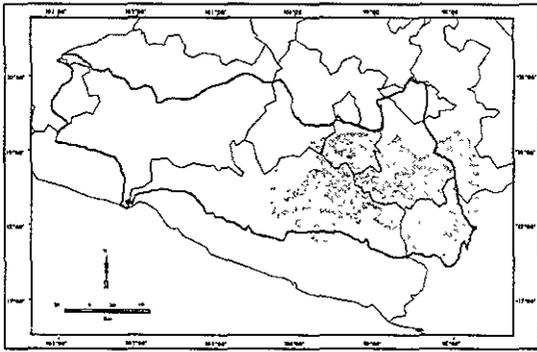


Figura 98. *Aimophila mystacalis*

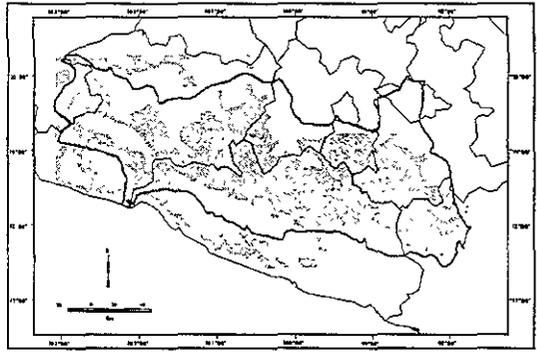


Figura 99. *Aimophila humeralis*

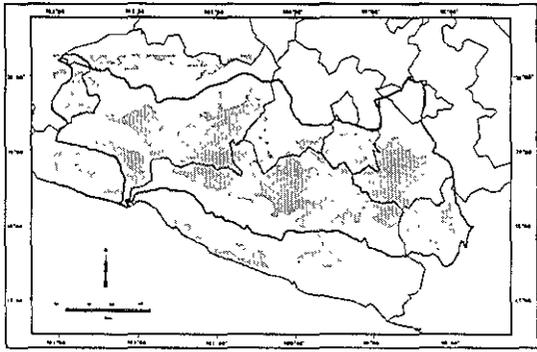


Figura 100. *Aimophila ruficauda*

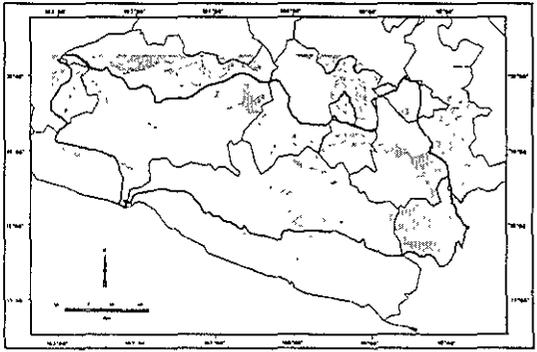


Figura 101. *Aimophila ruficeps*

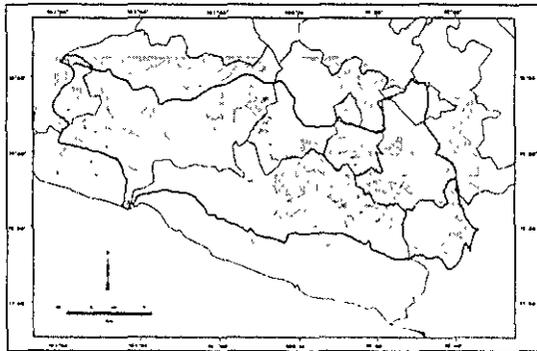


Figura 102. *Aimophila botterii*

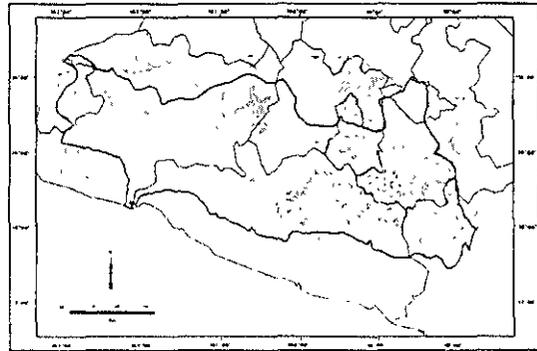


Figura 103. *Agelaius phoeniceus*

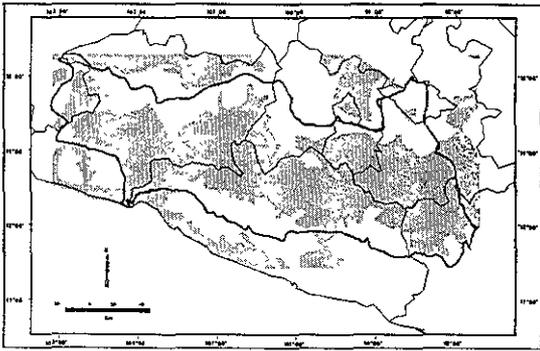


Figura 104. *Quiscalus mexicanus*

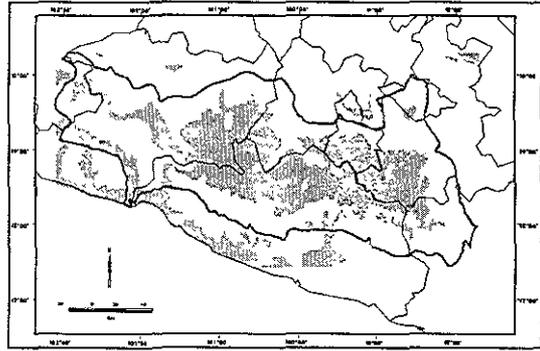


Figura 105. *Molothrus aeneus*

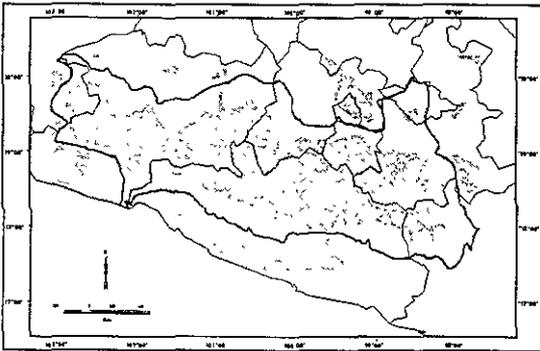


Figura 106. *Molothrus ater*

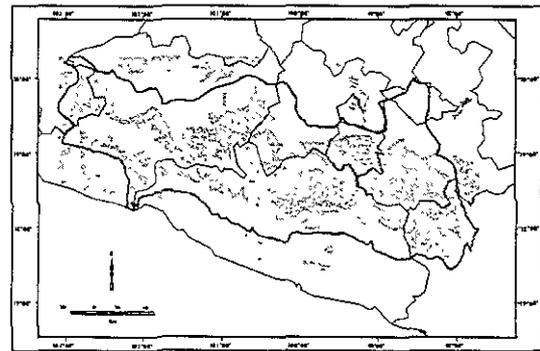


Figura 107. *Icterus wagleri*

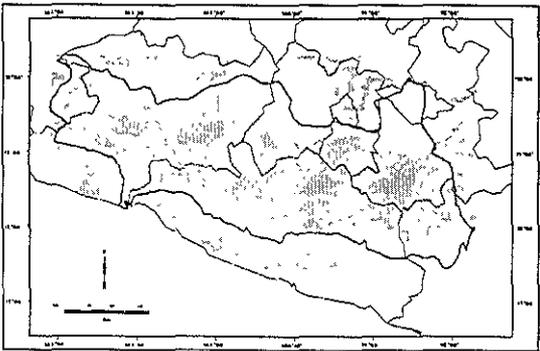


Figura 108. *Icterus pustulatus*

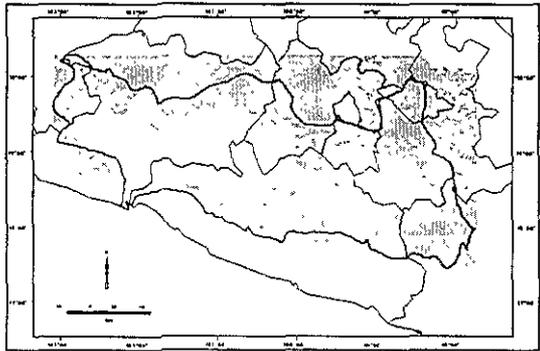


Figura 109. *Icterus parisorum*

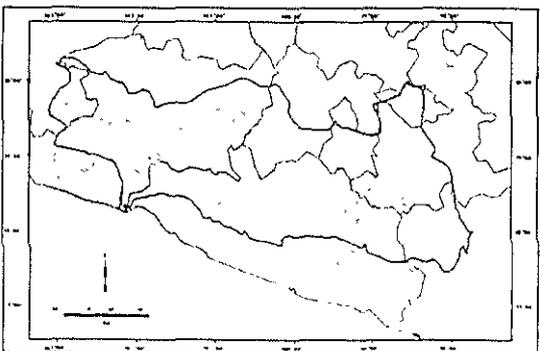


Figura 110. *Cacicus melanipectus*

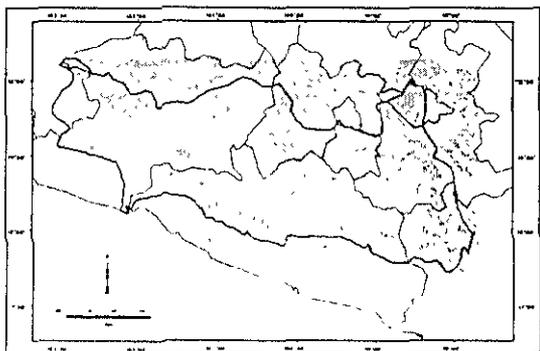


Figura 111. *Carpodacus mexicanus*

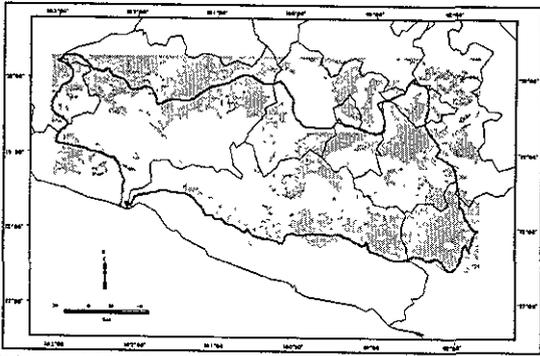


Figura 112. *Carduelis psaltria*

VALIDACION DE HIPÓTESIS

Se elaboraron nueve matrices de especies observadas y especies predichas, una por cada sitio analizado en la depresión, las cuales se muestran a continuación:

1. Huautla

		Observados	
		si	no
Predichos	si	27	17
	no	17	28

5. Bejucos

		Observados	
		si	no
Predichos	si	27	11
	no	11	40

2. Tlancualpicán

		Observados	
		si	no
Predichos	si	41	36
	no	2	10

6. Tacámbaro

		Observados	
		si	No
Predichos	si	46	39
	no	0	4

3. Tinajas

		Observados	
		si	no
Predichos	si	23	17
	no	14	35

7. Infiernillo

		Observados	
		si	No
Predichos	si	22	21
	no	14	32

4. Valente Trujillo

		Observados	
		si	no
Predichos	si	21	11
	no	16	41

8. Zicuirán

		Observados	
		si	no
Predichos	si	38	36
	no	12	3

Con respecto a la prueba de χ^2 , se puede observar que en todos los casos los resultados presentan una proporción menor a 0.05, por lo que el modelo predice con un nivel estadístico altamente significativo las zonas de distribución potencial de las especies analizadas. Por otro lado los errores de omisión se encontraron entre los intervalos del 0-19% y los errores de comisión entre los intervalos de 12.4-43.8% (cuadro 6).

Al graficar los datos de aciertos, comisiones y omisiones se puede apreciar que a menor número de aciertos existe un mayor número de errores por comisión y estos errores van decreciendo cuando existe un incremento en el número de aciertos. Los errores de omisión, por el contrario, son menores cuando existe un número menor de aciertos e incrementan cuando existe un número mayor de aciertos. No obstante se puede apreciar en dos de las localidades que los errores de omisión y de comisión fueron similares. De hecho el sitio con mayor número de aciertos es en donde se presentó una reducción tanto de errores por comisión como por omisión (figura 113).

Cuadro 6. Resultados de la prueba de χ^2 y porcentajes de errores por comisión y por omisión.

Estado	Localidades	% errores por comisión	% errores por omisión	χ^2	P
Guerrero	Las Tinajas	0.1910	0.1521	7.5874	0.006
Guerrero	Valente Trujillo	0.1236	0.1798	11.8998	0.001
México	Bejucos	0.1236	0.1236	21.7931	0.000
Michoacán	Infiernillo	0.2360	0.1521	3.9642	0.046
Michoacán	Zicuirán	0.4045	0.1348	4.1580	0.041
Michoacán	Tacámbaro	0.4382	0	4.4804	0.034
Puebla	Tlancualpicán	0.4045	0.0225	5.5632	0.018
Morelos	Huautla	0.1910	0.1910	4.9510	0.026

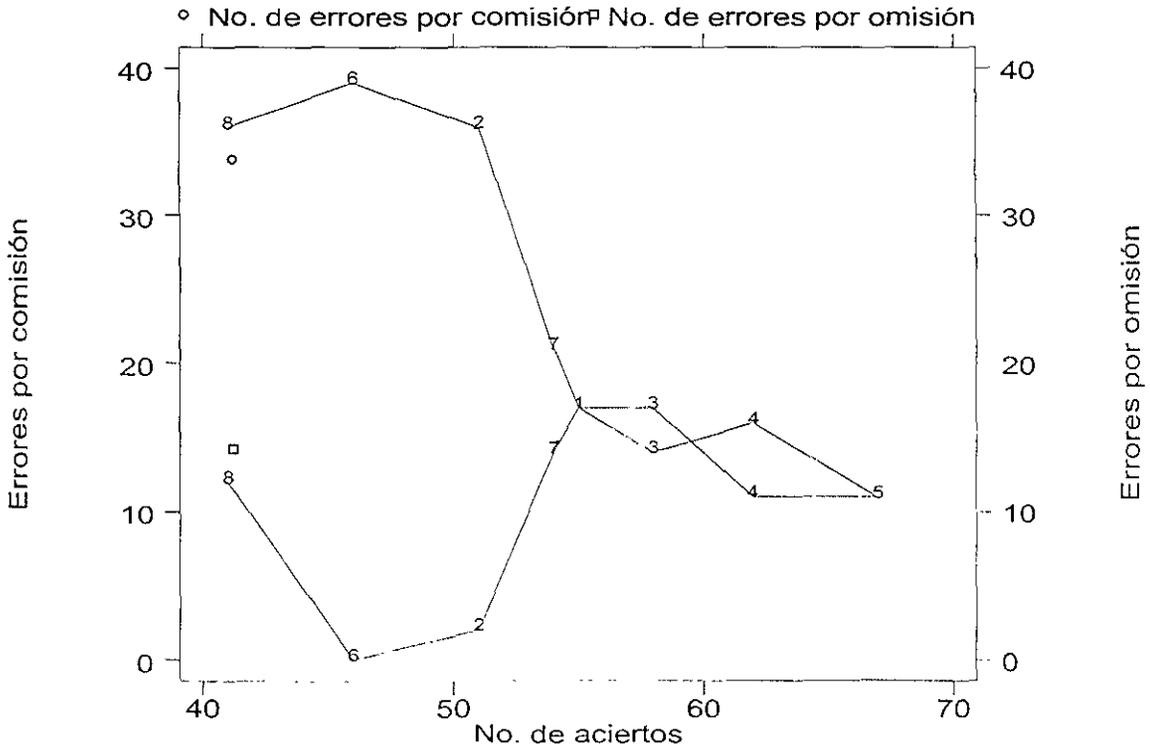


Figura 113. Aciertos, comisiones y omisiones por localidad. 1. Huautla, 2. Tlancualpicán, 3. Las Tinajas, 4. Valente Trujillo, 5. Bejucos, 6. Tacámbaro, 7. Infiernillo y 8. Zicuirán

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN

Se obtuvo un mapa de riqueza potencial a partir de la suma de los mapas de especies individuales (figura 114). Las áreas de mayor riqueza de especies (59-66) se encontraron en los ecotonos entre el bosque tropical caducifolio y los bosques de coníferas y encinos, así como en la zona centro de la depresión en donde se registran los climas cálidos y semicálidos. Un patrón muy similar se encontró con respecto a la riqueza de especies endémicas, registrándose un número mayor de especies en las zonas de ecotono (16) y en el mismo tipo de clima, no obstante la zona de la depresión que se encuentra en el estado de Oaxaca presentó una riqueza mayor de endemismos comparado con la riqueza específica, mismo patrón que se presentó al sureste del Michoacán (figura 115).

Al superponer ambos mapas de riqueza con los mapas de las AICAS, ANP y RPT (figuras 116 y 117) se puede apreciar que estas no coinciden completamente con los resultados del presente trabajo, de hecho, sólo en el caso de las Grutas de Cacahuamilpa (ANP y AICA) existe una intersección del 86.53% y 60.96% de las áreas de mayor riqueza potencial de especies y 100% para las áreas de mayor riqueza potencial de especies endémicas. Las superficies de intersección restantes se encuentran entre el 63 y 0.4810% (cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de la superficie de intersección entre las áreas de mayor riqueza de especies* y de endemismos** con las AICAS, ANP y RPT.

Área/ Región	Nombre	Área Total km ²	Riqueza* km ²	% Superficie	Endemismo** km ²	% Superficie
AICA	Cañón de Lobos	45.0048	6.3378	14.0825	27.9283	62.0562
AICA	Grutas de Cacahuamilpa	20.4826	12.4880	60.9688	20.4826	100
AICA	Sierra Chincua	666.6827	3.2121	0.4818	45.0475	6.7570
AICA	Sierra de Huautla	2480.4769	-----	-----	45.4052	1.8305
AICA	Tancitaro	900.1014	-----	-----	30.7717	3.4187
AICA	Tumbiscatio	210.3619	-----	-----	81.8392	38.9040
ANP	Ajusco-Chichinautzin 2	50.9703	0.4516	0.8860	17.7681	34.8597
ANP	El Tepozteco	52.3410	2.1623	4.1311	4.1272	7.8852
ANP	Grutas de Cacahuamilpa	16.2004	14.0184	86.5310	16.2004	100
RPT	Sierra de Coalcoman	470.6642	-----	-----	25.8042	5.4825
RPT	Sierra de Huautla	2216.6546	81.4577	3.6748	99.4035	4.4844
RPT	Sierra de Taxco	546.8104	15.6271	2.8579	36.1213	6.6058
RPT	Sierra Trique	20.7345	0.2690	1.2974	6.6885	32.2576

Por otra parte se encontraron cinco patrones diferentes de distribución con base en la superposición de los mapas de distribución potencial de cada especie (figura 118). Como un primer patrón se encontró a aquellas especies que se distribuyen hacia el interior, en las zonas más bajas de la Cuenca, mostrando una distribución en todo el contorno de la depresión (figura 118a), como en el caso de *Colinus virginianus*, *Columbina inca*, *C. passerina*, *Crotophaga sulcirostris*, *Caprimulgus ridgwayi*, *Heliomaster constantii*, *Chloroceryle americana*, *Piaya cayana*, *Melanerpes chrysogenys*, *Camptostoma imberbe*, *Myiarchus nuttingi*, *Myiozetetes similis*, *Myiodynastes luteiventris*, *Tyrannus melancholicus*, *T. crassirostris*, *Mimus polyglottos*, *Thryothorus pleurostictus*, *T. felix*,

Polioptila albiloris, *Turdus rufopalliatu*s, *Melanotis caerulescens*, *Passerina leclancherii*, *Passerina versicolor*, *Volatinia jacarina*, *Aimophila humeralis*, *Quiscalus mexicanus* e *Icterus pustulatus*. Un segundo patrón lo mostraron las especies con una distribución del interior hacia las partes más altas de la cuenca (figura 118b) como en el caso de *Cathartes aura*, *Zenaida macroura*, *Glaucidium brasilianum*, *Amazilia beryllina*, *Trogon elegans*, *Picoides scalaris*, *Campephilus guatemalensis*, *Empidonax albigularis*, *Myiarchus tuberculifer*, *Tyrannus vociferans*, *Eremophila alpestris*, *Campylorhynchus gularis*, *Salpinctes obsoletus*, *Catherpes mexicanus*, *Thryomanes bewickii*, *Turdus assimilis*, *Toxostoma curvirostre*, *Basileuterus rufifrons*, *Pipilo fuscus*, *Aimophila ruficeps*, *Icterus parisorum*, *Carpodacus mexicanus* y *Carduelis psaltria*.

Otras especies presentan un tercer patrón con una distribución preferencial hacia las zonas más bajas y cálidas de la cuenca (Bajo y Medio Balsas, sección central y occidental) (figura 118c) como son *Philortyx fasciatus*, *Columbina talpacoti*, *Leptotila verreauxi*, *Aratinga canicularis*, *Nyctidromus albicollis*, *Cyananthus sordidus*, *C. latirostris*, *Amazilia rutila*, *Trogon citreolus*, *Calocitta formosa* y *Cacicus melanicterus*. El cuarto patrón es un tanto opuesto al anterior (figura 118d), este lo presentan especies como *Chlorostilbon canivetii*, *Melanerpes hypopolius*, *Myiopagis viridicata*, *Pyrocephalus rubinus*, *Pachyramphus aglaiae*, *Vireo hypochryseus*, *Melozona kieneri*, *Aimophila mystacalis* y *Aimophila botterii*, que se presentan hacia la parte más oriental de la Cuenca, conocida como el Alto Balsas.

Por último, un quinto patrón lo presentan algunas especies con una distribución potencial más generalizada encontrándose tanto en áreas altas como bajas, climas cálidos y templados, vegetación de BTC y otras (figura 118e). En este patrón se encuentran *Attila spadiceus* y *Polioptila caerulea*.

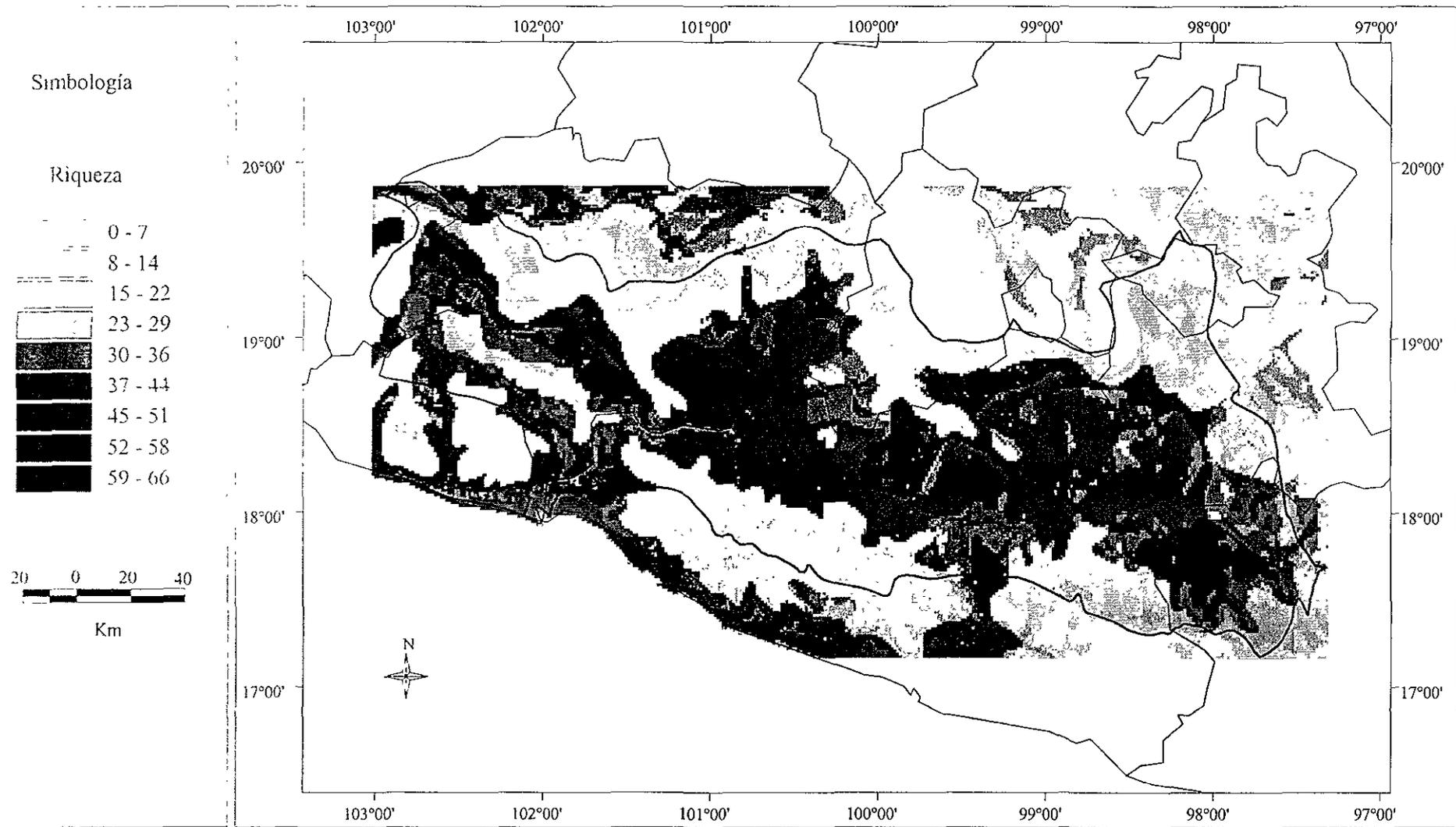


Figura 114. Riqueza potencial.

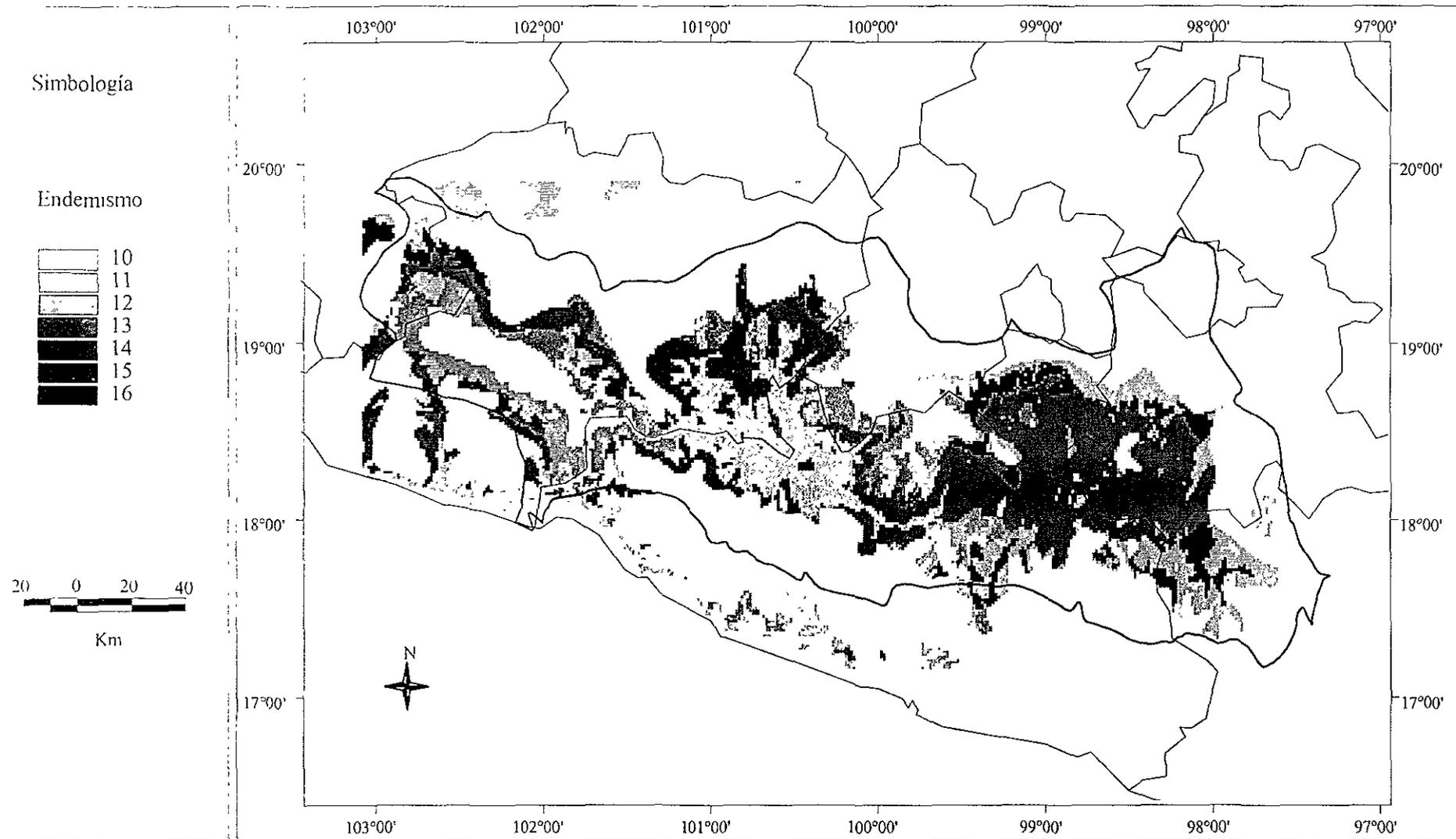


Figura 115. Distribución potencial de especies endémicas.

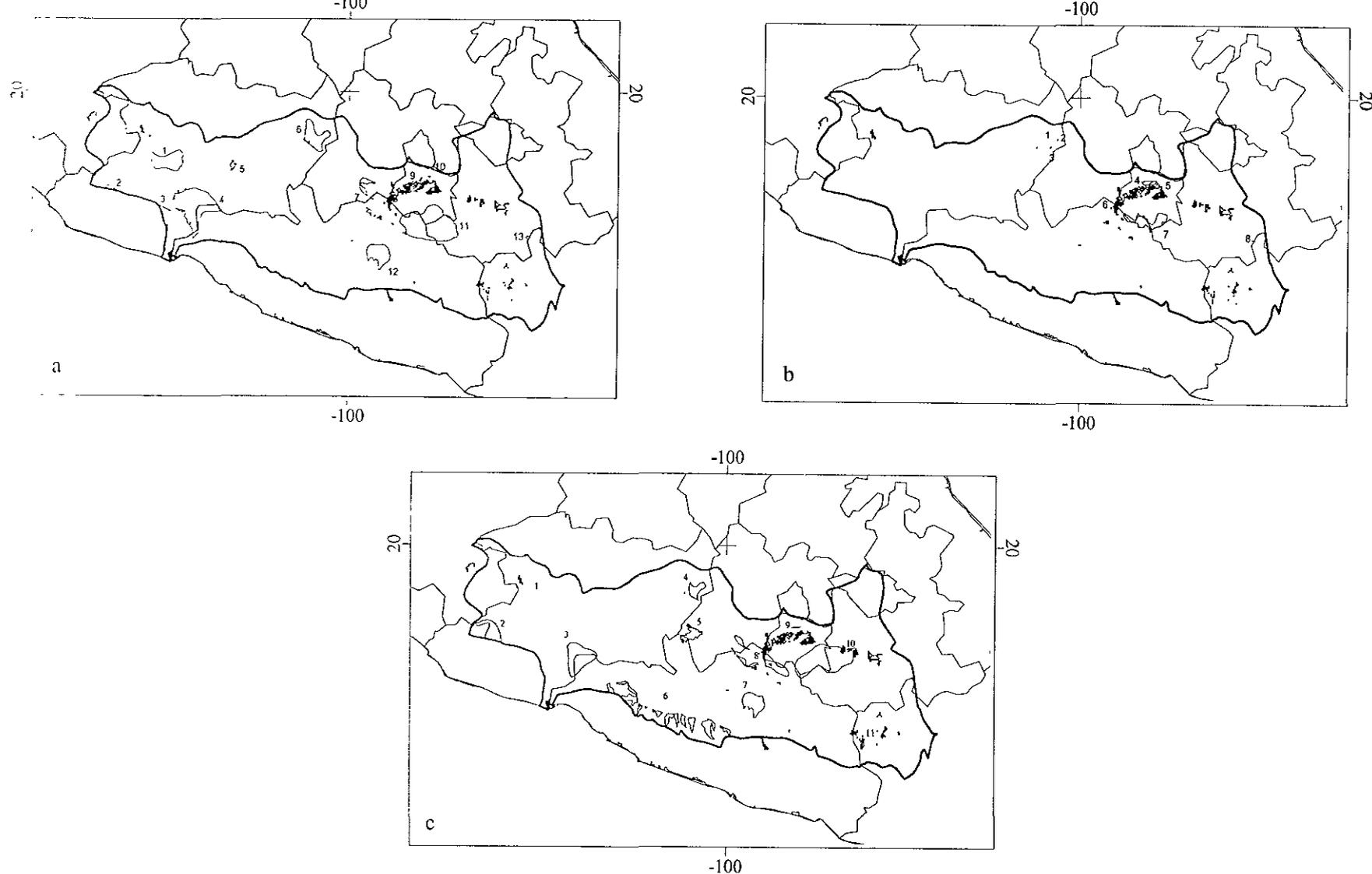


Figura 116. Zonas de mayor riqueza de especies (66) ■ sobrepuestas con las AICAS (a): 1. Tancítaro, 2. Coalcomán-Pomaro, 3. Tumbiscatío, 4. Cuenca Baja del Balsas, 5. Tacámbaro, 6. Sierra Chincua, 7. Sierra de Taxco, 8. Grutas de Cacahuamilpa, 9. Cañon de Lobos, 10. Sur del Valle de México, 11. Sierra de Huautla, 12. Cañon del Zopilote y 13. Valle de Tehuacán, ANP (b): 1. Mariposa Monarca 4, 2. Bosencheve, 3. Mariposa Monarca 5, 4. El Tepozteco, 5. Ajusco-Chichinautzin 2, 6. Grutas de Cacahuamilpa, 7. Huautla y 8. Tehuacán-Cuicatlán y RPT (c): 1. Tancítaro, 2. Sierra de Coalcomán, 3. Infiernillo, 4. Sierra de Chincua, 5. Nanchititla, 6. Sierra Madre del Sur de Guerrero, 7. Cañon del Zopilote, 8. Sierra de Taxco, 9. Sur del Valle de México, 10. Sierra de Huautla y 11. Sierra Trique.

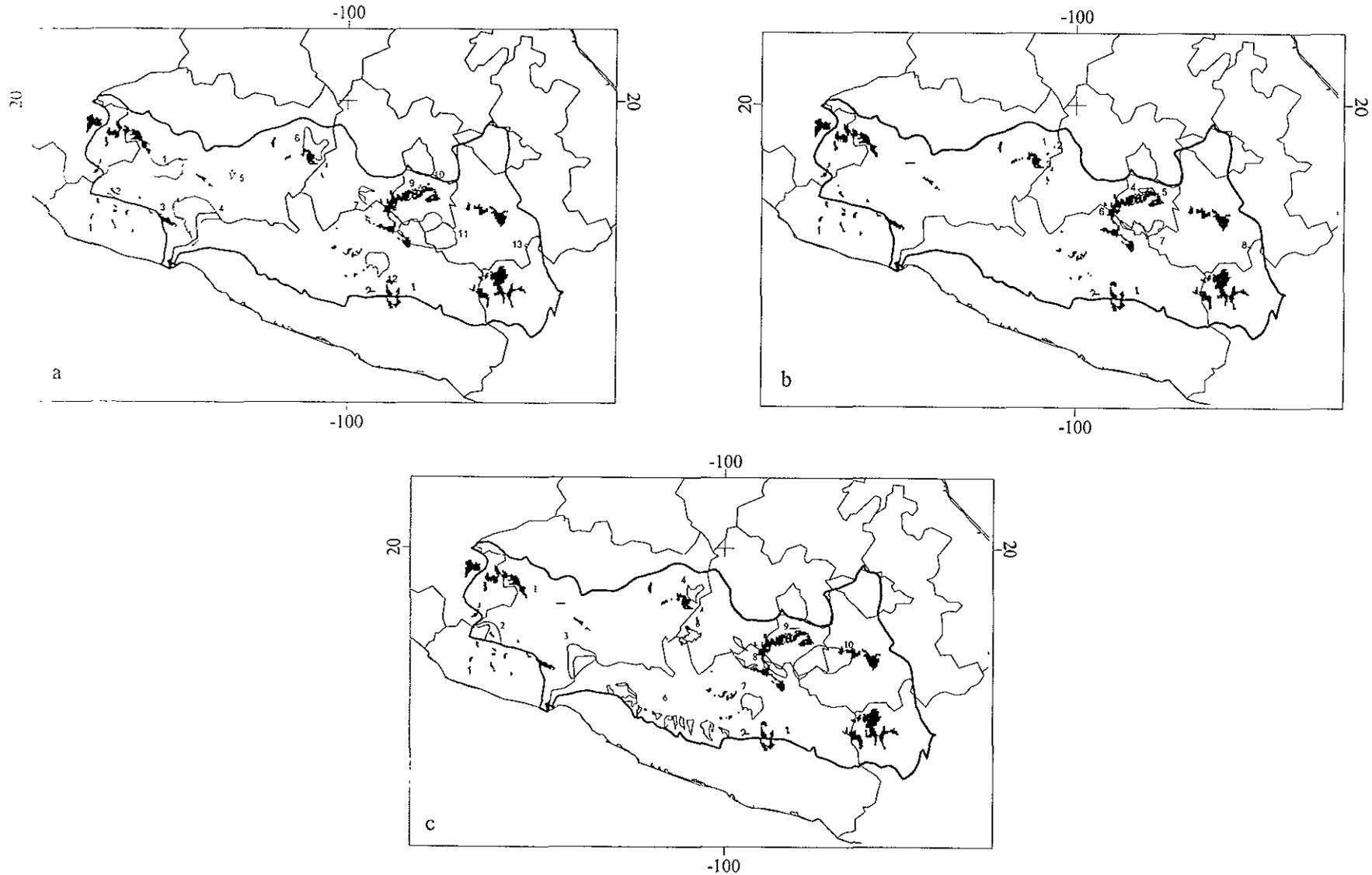


Figura 117. Zonas de mayor riqueza de especies endémicas (16) ■■ sobrepuestas con las AICAS (a). 1. Tancítaro, 2. Coalcomán-Pomaro, 3. Tumbiscatío, 4. Cuenca Baja del Balsas, 5. Tacámbaro, 6. Sierra Chincua, 7. Sierra de Taxco, 8. Grutas de Cacahuamilpa, 9. Cañon de Lobos, 10. Sur del Valle de México, 11 Sierra de Huautla, 12. Cañon del Zopilote y 13. Valle de Tehuacán, ANP (b): 1. Mariposa Monarca 4, 2. Bosencheve, 3. Mariposa Monarca 5, 4. El Tepozteco, 5. Ajusco-Chichinautzin 2, 6. Grutas de Cacahuamilpa, 7. Huautla y 8. Tehuacán-Cuicatlán y RPT (c): 1. Tancítaro, 2. Sierra de Coalcomán, 3. Infiernillo, 4. Sierra de Chincua, 5. Nanchititla, 6. Sierra Madre del Sur de Guerrero, 7. Cañon del Zopilote, 8. Sierra de Taxco, 9. Sur del Valle de México, 10 Sierra de Huautla y 11. Sierra Trique.

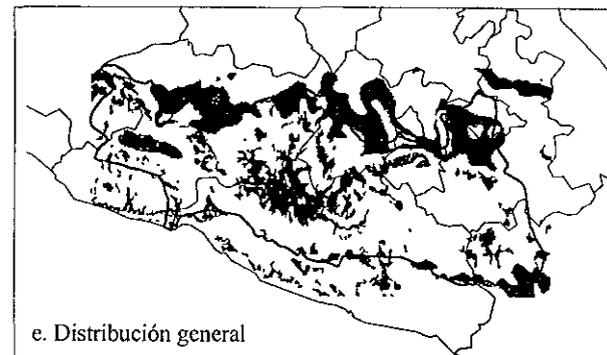
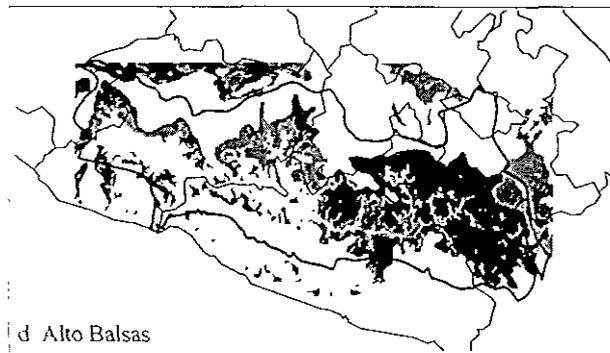
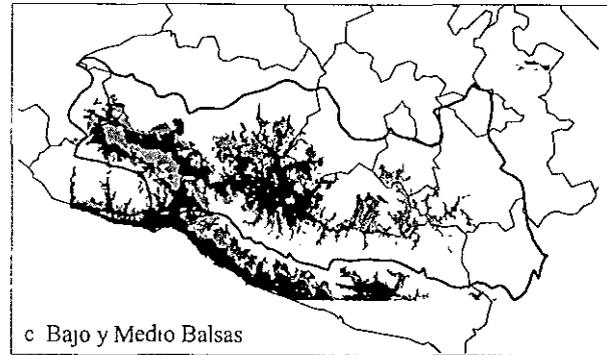
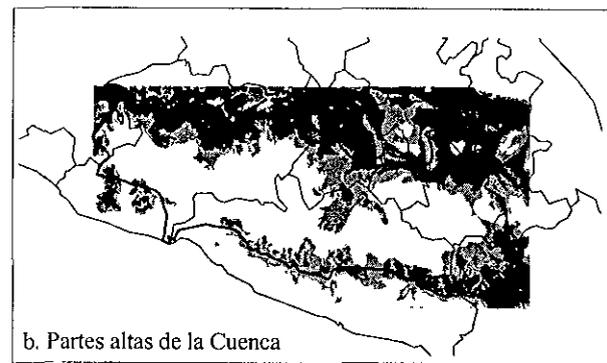
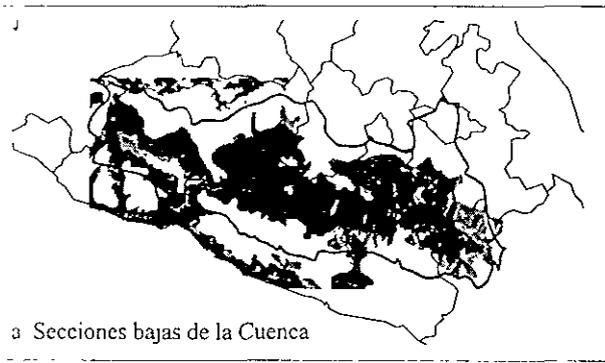


Figura 118. Patrones de distribución geográfica de la avifauna de la Cuenca del Balsas (ver la descripción en el texto).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

LISTA DE ESPECIES

La revisión de la literatura acerca de los trabajos avifaunísticos realizados en la Cuenca del Balsas, en un panorama general, mostraron que esta es una zona que ha sido estudiada fragmentariamente, por lo que este trabajo se puede considerar como una de las primeras contribuciones del estudio global de las aves de la región.

Como se puede apreciar en los resultados, la cuenca presenta una gran riqueza de especies, ya que alberga el 33% de la riqueza avifaunística mexicana, en una superficie de aproximadamente el 5.8 % de la República Mexicana.

Las familias mejor representadas fueron Tyrannidae, Emberezidae y Parulidae debido a que a escala nacional son las familias que presentan un mayor número de especies (AOU 1998).

Por lo que respecta al estatus de las aves, de acuerdo con el listado obtenido se observa que predominan las aves residentes (59.6%) lo cual hace resaltar que esta zona es un área importante para las especies que se encuentran durante todo el año y se reproducen en sus principales hábitats. Al mismo tiempo se considera de gran importancia como lugar de paso para el 29 % de las especies que migran hacia el sur. Esto último de acuerdo con Hutto (1980), es una consecuencia de la alta productividad de las tierras bajas durante el invierno, por lo que la Depresión del Balsas recibe durante esta estación del año una gran cantidad de aves migratorias, de tal forma que actúa como refugio invernal (Mejía *et al.* 1993).

Las zonas áridas de la Cuenca del Balsas han sido reconocidas como un importante centro de edemismo (Rzedowski 1978, Llorente y Luis 1993, Escalante *et al.* 1993, Mejía *et al.* 1993, Flores-Villela 1994, Feria 1997, Navarro 1998, Stattersfield *et al.* 1998). De acuerdo a Navarro (1998), esta región comparte una enorme cantidad de taxones de aves con la Planicie Costera del Pacífico (p. e. *Passerina leclancherii*, *Phylortyx fasciatus*). Sin embargo, las condiciones de extrema aridez y el hecho de estar rodeadas de cadenas montañosas, han producido la diferenciación de varias especies endémicas de esta región, de las cuales las más importantes son *Otus seductus* y *Xenotriccus mexicanus*.

Por lo que respecta a la curva de acumulación general de especies, se puede observar que ésta no presenta el comportamiento asintótico esperado cuando se presupone que el inventario está casi completo (Sobcron y Llorente 1993, León 1995), debido a que el listado no fue completado. Esto en principio se debió a que sólo se visitaron cuatro localidades dentro del área de estudio, y a que, el único tipo de vegetación muestreado fue el de Bosque Tropical Caducifolio, el cual a pesar de ser el tipo de vegetación predominante (Rzedowski 1978) no es el único tipo de vegetación que se encuentra en la zona, por lo que es necesario continuar con el esfuerzo para obtener una lista más completa y detallada de la avifauna de la Depresión ya que en este caso la mayoría de las especies listadas se obtuvieron de información bibliográfica.

En las curvas de acumulación de especies realizadas para cada localidad visitada, se puede observar que las listas fueron satisfactorias ya que en todos los casos se registró un porcentaje aproximado del 90% de las especies. Estos resultados son muy interesantes sobre todo si consideramos que una de las ventajas de utilizar el estimador de Chao (1984)

es el de optimizar esfuerzo y tiempo de muestreo (Peterson y Slade 1998), ya que más que estandarizar el número de salidas a la misma localidad, se utiliza el principio de “parar” el muestreo una vez obtenido un porcentaje de riqueza satisfactorio, que en este caso fue del 90%.

Es importante destacar que “Las Tinajas” fue la localidad en donde se registró el menor número de especies, debido a que esta zona se visitó durante la época de sequía y sufrió un incendio durante el periodo en que fue visitada.

Un aspecto muy importante que señalar en este contexto, es el hecho de que el Bosque Tropical Caducifolio, el cual ocupa aproximadamente el 60% de la superficie de la Depresión (Rzedowski 1978), ha sido afectado principalmente por las actividades humanas de cultivo y ganadería (Dinerstein *et al.* 1995), así como el asentamiento de diversos establecimientos humanos, poniendo en peligro a un gran número de plantas y animales endémicos de este tipo de vegetación (Arizmendi *et al.* 1990, Ceballos y García, 1995). Por tanto se considera que este tipo de vegetación, es uno de los hábitats mayormente afectados por las actividades humanas y ha desaparecido prácticamente de toda América Central y ciertas regiones del Sur de América, por ejemplo Venezuela, Colombia y parte de Brasil (Ceballos y García 1995). De tal forma que Janzen (1988) ha mencionado que este tipo de vegetación, es la más amenazada de todos los bosques tropicales.

Stattersfield *et al.* (1998), mencionan que hay muy pocas áreas consideradas para la conservación en esta EBA, sin embargo actualmente con los esfuerzos realizados por investigadores e instituciones gubernamentales principalmente CONABIO y CIPAMEX, se han designado 11 RPT's (Arriaga *et al.* 2000) y 13 AICAS (Arizmendi y Márquez 2000).

Estas acciones para la conservación de la biodiversidad son vitales, sobre todo si se toma en cuenta que el Bosque Topical Caducifolio tiene una tasa de deforestación anual del 2% (300,000 ha/año; Ceballos y García 1995) y que en el área de estudio se encuentran ocho especies endémicas y nueve especies residentes en la categoría de amenazadas y tres especies residentes en peligro de extinción (ver Apéndice I)

MAPAS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

Las especies se presentan en el espacio de tres modos: 1) el área: su distribución geográfica cartografiable, 2) el hábitat: se refiere al ambiente en el que se encuentran las especies y que tiende a definirse por el tipo de comunidad biótica (dentro de su área de distribución una especie puede ocupar una gradación completa de hábitats o más de uno de ellos) y 3) el nicho: la posición espacio temporal y la función de la especie dentro de un hábitat particular (Whittaker 1975).

En este contexto, uno de los problemas centrales de la ecología es establecer las causas de la distribución ecológica de los organismos (Krebs 1978). En el caso particular de las aves, a pesar de la notable habilidad que poseen para volar, la mayoría de ellas están limitadas, como muchos otros organismos, a áreas específicas de distribución. Muy pocas especies pueden ser cosmopóliticas, como en el caso de *Pandion haliaetus*, algunas otras se situán en el extremo opuesto ya que se restringen a un área muy pequeña como *Dendroica kirtlandii*, la cual anida en un área únicamente de 160.9 por 96.54 km, en Michigan (Pettingil y Breckenridge 1985). Los factores que determinan las áreas que ocupan las especies son variados, por ejemplo factores históricos como la invasión y recesión de

glaciares, los cambios en el clima, los cambios en la vegetación; algunos otros pueden ser actuales como barreras geográficas, temperatura del aire, luz solar y los vientos.

Si consideramos que el área de distribución de una especie es el área habitada por la misma, operativamente se le puede reconocer en el mapa como la superficie que encierra el conjunto de las localidades donde individuos de la especie han sido colectados (Cabrera y Willink 1973). Por tanto, para delinear el área de distribución de una especie en el mapa, simplemente es necesario encerrar los puntos que representan esas localidades mediante una línea, sin embargo, definir el área de distribución de una especie no es tan sencillo.

Considerando que la riqueza de especies en un punto dado es la suma de las especies que se presentan en ese punto, el área que ocupan las especies estará determinada por la suma de los sitios en los cuales las especies se han registrado. Esto es, la riqueza de especies es característica del sitio y el área de ocupación es una característica de las especies (Gaston y Blackburn 2000). Gaston (1991, 1994) distingue dos conceptos básicos sobre el tamaño del área de distribución de una especie. El primero se refiere a la extensión de ocurrencia de las especies, esto es, el área entre los límites extremos más alejados de ocurrencia de la especie. El segundo se refiere a el área de ocupación de la especie, esto es, el área sobre la cual se ha registrado la especie. Esta última tiende a ser más pequeña que la primera ya que las especies no ocupan todas las áreas o hábitats dentro de los límites geográficos de su ocurrencia. Por tanto una exhaustiva medida de la extensión de ocurrencia puede ser una cruda medida del área que ocupan las especies.

Por otro lado, el tamaño y forma del área de distribución frecuentemente varía en varios órdenes y magnitudes y ésta variación está asociada con el tamaño corporal de la especie, densidad de población, modo de dispersión, latitud, elevación, profundidad (en el caso de organismos marinos) (Brown *et al* 1996), la dinámica metapoblacional, la existencia de organismos vagrantes, amplitud del nicho y los procesos de especiación y extinción (Gaston y Blackburn 2000), así como la existencia de barreras físicas (Gaston 1994).

No obstante, a pesar de los importantes adelantos, la calidad de la mayoría de los datos de distribución de las especies es muy pobre y los métodos para medir el tamaño del área de distribución tienden a ser muy simples. Los relativamente escasos métodos sofisticados que se han propuesto han sido raramente usados, de éstos métodos, los que usan un algoritmo son más confiables en determinar los límites del intervalo de distribución de una especie y sobre todo aquellos que consideren bases geopolíticas y características biogeográficas son más confiables (Gaston 1994). De acuerdo a Miller (1994), cuando se determina el área de distribución de un taxón, una especie o una población, se deben considerar también aspectos de ecología.

En el caso particular del modelo usado en este trabajo (GARP), las variables ecológicas que se tomaron en cuenta para la determinación de la distribución potencial fueron: vegetación, elevación, precipitación y temperatura. Éstos son factores ambientales primarios que son considerados para limitar el intervalo de ocurrencia de las especies. El clima es generalmente considerado como el control principal sobre el área potencial de distribución de un taxa. La vegetación es otra variable importante que incorpora una serie de características de especies de plantas y también define, en parte, el hábitat para las especies animales. La vegetación es una característica fácilmente identificable, que representa la integración de las características ecológicas mucho menos visibles. Sin embargo la vegetación es un fenómeno dinámico (Davis *et al.* 1990), por lo que considerar los cambios en su cobertura es muy importante cuando hablamos de distribución potencial

de una especie. En el caso de las aves, se ha observado que su presencia se debe más a la estructura de la vegetación que a la composición florística (Miller 1951, Cody 1985). Los resultados de este trabajo muestran que la distribución potencial de las especies se encuentra en aquellas zonas dentro de la cuenca que presentan zonas de atributos ecológicos similares a los puntos de ocurrencia disponibles para la especie.

Una consideración muy importante es que tanto museos, grupos ambientales y gubernamentales proveen fuentes de información ambiental a través de una amplia variedad de medios. Una proporción importante de estos datos son registros de localización espacial de las especies tales como sus sitios de reproducción u observaciones de su presencia. Estos datos tienen una cobertura geográfica muy incompleta por lo que la predicción de las distribuciones pueden proveer una completa y fina escala de cobertura espacial de distribución potencial, aun en áreas donde no hay datos disponibles. Estas predicciones de distribución pueden luego ser usadas para análisis posteriores, por ejemplo evaluar el estatus de reservas naturales, como guía para muestreos más eficientes, para establecer distribuciones actuales de especies raras y especies amenazadas o para ayudar a los científicos en investigaciones de aspectos biogeográficos (Stockwell y Peters 1999).

VALIDACION DE HIPOTESIS

Los resultados de la prueba estadística para los ocho sitios de análisis tuvieron valores de $P < 0.05$, lo que indica que el modelo predice con nivel estadístico altamente significativo la distribución potencial de las especies. Por otro lado el error en la predicción fue principalmente en términos de predecir especies presentes (comisiones) que no fueron detectadas en los sitios de muestreo. Estas diferencias sugieren que las principales fallas se presentaron en las no detecciones de las especies durante el muestreo, más que fallas en el modelo (Peterson y Slade 1998).

Estos resultados son muy interesantes, sobre todo si tomamos en cuenta que generalmente los trabajos más recientes en biogeografía han explorado la posibilidad de poder predecir las distribuciones geográficas de especies con base en puntos de ocurrencia conocida y los modelos se han comprobado estadísticamente para especies individuales (e.g., Peterson et al. en prep.); este modelo nos permite extender esta idea a la predicción de toda la fauna.

El uso de GARP tiene varias ventajas. A diferencia de otros algoritmos como el BIOCLIM, en donde la abundancia de las especies está determinada por límites climáticos (Nix 1986) (el clima podría ser potencialmente un factor menor o aún irrelevante en la distribución en algunas áreas), el modelo desarrollado por GARP está compuesto por una serie de reglas de relación "SI-ENTONCES". Las reglas tienen condiciones que determinan cuando pueden ser aplicadas. Cuando estas condiciones no se encuentran en la regla esta no es usada. La serie de reglas está desarrollada a través de un refinamiento evolutivo, probando y seleccionando reglas en subseries aleatorias de una serie de datos (Stockwell y Peters 1999). Las ventajas de usar estas reglas son básicamente debido a que son robustas (esto es, estables bajo datos de perturbación) e informativas (permiten la construcción de representaciones complejas de componentes simples con suposiciones globales) (Stockwell y Noble 1992).

El uso de módulos con tipos de datos y funciones simples y bien definidas provee flexibilidad, tiempos de implementación más rápidos y costos de mantenimiento más bajos

(Black, 1991). Los resultados pueden ser repetibles ya que este algoritmo incorpora elementos aleatorios o estocásticos dentro de estrategias que buscan el espacio de soluciones posibles (Stockwell y Peters 1999).

GARP maximiza la significancia y exactitud predictiva (la proporción de los datos correctamente predichos), mientras que la mayoría de los modelos analíticos maximizan la significancia solamente (Stockwell y Peters 1999). Reduce el error en la predicción de distribuciones tanto en la omisión como la inclusión de las especies en las áreas reales de distribución (Peterson y Cohoon (1999).

Las predicciones geográficas de GARP pueden frecuentemente incluir áreas no habitadas, como efecto del modelaje basado en el nicho ecológico. Estos errores de comisión en algunos casos pueden ser reducidos por inclusión de dimensiones ecológicas adicionales o pueden requerir de consideraciones de factores históricos que llevan a la ausencia de especies en las áreas habitables (Peterson *et al*, 1999).

Finalmente, en esta aplicación preliminar para predecir la presencia y ausencia de la avifauna en ocho sitios de la Cuenca, fueron satisfactorios los resultados, a pesar de que la capacidad predictiva no fue siempre tan alta, estos resultados son, no obstante, alentadores para impulsar otras exploraciones.

Actualmente varias pruebas de este método para especies individuales ha resultado con alta capacidad predictiva, por lo que la extensión de la idea de predicción de especies individuales a comunidades locales involucra propiedades biológicas adicionales.

Por tanto la capacidad de predecir muchas especies simultáneamente puede parecer tener una menor capacidad que la de predecir especies individuales. Sin embargo esta demostración abre importantes y nuevas alternativas para el conocimiento, inventario y análisis de la biodiversidad. La composición de las comunidades en regiones amplias puede ser evaluada previamente a la iniciación de trabajo de campo basado en información existente y sitios clave pueden ser elegidos para estudio de campo. En este camino, la siempre limitadas fuentes disponibles para trabajos de biodiversidad e inventarios pueden ser puestos a su máxima utilidad y los resultados pueden ser en un máximo grado informativos.

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN.

Al observar el mapa de riqueza potencial, se puede apreciar que las zonas de mayor riqueza de especies son aquellas que se encuentran en los ecotonos entre el Bosque Tropical Caducifolio y los bosques de encinos y coníferas. Esto se debe principalmente a que estas zonas en donde se encuentran dos o más diferentes comunidades vegetales (Smith 1980), son áreas de gran productividad.

La comunidad ecotonal suele contener muchos de los organismos de cada una de las comunidades que se entrecortan y, además, organismos que son característicos de ecotono y que a menudo están confinadas a él. Con frecuencia, tanto el número de especies como la densidad de población de alguna de ellas son mayores en el ecotono que en las comunidades que lo bordean (efecto de borde; Leopold 1933, Odum, 1985, Kunin 1998), como sucede en este caso. Así pues los hábitats de borde pueden soportar densidades altas de aves ya que las proveen de un amplio rango de recursos alimenticios, de sitios de canto y percha que los propios bosques interiores (Villaseñor 1993).

Por otra parte, los bordes de esta cuenca en donde entra en contacto con los sistemas montañosos, presentan hábitats secos boscosos muy particulares, a los cuales se asocian varias especies de relevancia biológica, como *Vireo brevipennis* y *Campylorhynchus jocosus* (Navarro 1998).

Las zonas de mayor riqueza de especies endémicas por otro lado, presentan una tendencia similar a las zonas de mayor riqueza de especies, confinándose a las áreas de ecotonos. A escala general, la zona este de la depresión del Balsas cuenta con una riqueza de especies y de especies endémicas mayor que en la parte oeste, contrariamente a lo propuesto por Escalante *et al.*(1993), sin embargo no debe perderse de vista que en este caso se utilizaron sólo las 89 especies que cumplieron con los criterios fijados para el análisis GARP.

Por otro lado el hecho de que sólo unas cuantas áreas elegidas dentro de la Cuenca como importantes para la conservación tuvieron una intersección importante con las áreas de mayor riqueza encontradas en este trabajo se debe a los criterios bajo los cuales fueron determinadas. En primer lugar las ANP, que sin duda son históricamente las más antiguas (CONABIO 1998), surgieron en primer instancia como una preocupación por proteger los recursos naturales de la nación, actualmente 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 la preservación y aprovechamiento de los recursos naturales (INE 1999). Por otra parte las AICAS fueron elegidas bajo dos criterios principales: social y biológico. Es un proyecto global, con regionalización de las áreas de acuerdo a la presencia de especies de aves amenazadas, en peligro y vulnerables, endémicas, restringidas a un bioma o hábitat único o amenazado, áreas en donde se presentaran congregaciones masivas de individuos en sitios claves para su reproducción o migración y sitios importantes para la investigación ornitológicas (Arizmendi y Márquez 2000). Por ultimo, las RPT fueron elegidas con base en la idea de detectar áreas que representaran unidades estables desde el punto de vista ambiental, que fueran características de la diversidad específica y ecosistémica del país y que ofrecieran oportunidades reales de conservación, por lo que consideraron más de un grupo de organismos (Arriaga *et al* 2000).

No obstante, debe destacarse en este apartado, que la mayoría de las áreas elegidas como importantes para la conservación en la zona de estudio se encuentran ubicadas en las zonas de mayores altitudes, en el Eje Neovolcánico Transversal, Sierra Madre del Sur, Nanchititla, y pocas se ubican en las zonas bajas, o bien en regiones en donde se encontró la mayor riqueza de especies y de endemismos. Por ejemplo una de las áreas importantes para la conservación de especies endémicas de la cuenca, es la que se encuentra en la parte oeste del Estado de Oaxaca, en donde se puede encontrar un número muy elevado de especies endémicas y por lo que se aprecia en la figura 117 no se considera para la conservación. Otra zona muy importante es la que se encuentra en la porción Norte del Estado de Guerrero, ya que además de ser un área de alto endemismo presenta una gran riqueza específica.

En este ejemplo nuestro análisis enfocó atención a las áreas ecotonales como sitios de mayor riqueza de especies. Dada la dinámica y situación marginal de estas áreas, un mejor enfoque puede ser evitar las áreas marginales de la distribución de especies, lo cual puede lograrse vía recortar la distribución predicha de las especies de 10-20 km en todos los lados.

En resumen, es necesario hacer hincapié en que con este trabajo se logró compilar una lista de las especies de aves que han sido registradas hasta este momento en el área por diversos autores, por lo que se cuenta con una lista actualizada, que refleja una vez más que la Depresión del Balsas es una zona que presenta alto endemismo y riqueza de especies. Sin embargo, son pocas las áreas que aún cumpliendo con estas dos premisas están consideradas en alguna categoría para la conservación, no obstante de ser una de las zonas en donde se encuentra quizá mejor distribuido el Bosque Tropical Caducifolio, el cual ha sido señalado ya por varios autores como de gran importancia en cuanto a que contiene un gran número de endemismos. Se ha mencionado la importancia de incrementar los esfuerzos por conocer la avifauna de este tipo de vegetación, realizando estudios detallados sobre la distribución de las especies, lo cual en cierta medida conlleva a dedicar un gran esfuerzo en tiempo y recursos, y en este sentido el tiempo es una de las premisas más delicadas en nuestra generación.

Por otra parte contar con la ayuda de herramientas como GARP, que maximiza la significancia y exactitud predictiva, para poder predecir las áreas de distribución potencial de las especies y todas las ventajas que presenta, es un excelente auxiliar en la toma de decisiones para elegir las áreas de conservación más apropiadas y evaluar las ya propuestas en un menor tiempo y considerando los recursos ya obtenidos de esfuerzos de inventario previos, sin olvidar que más allá de poder elegir un área contar con los recursos humanos y materiales suficientes es primordial.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, Z., C.** 1988. Clasificación biogeográfica del territorio mexicano con base en cuatro sistemas generados a partir de taxa y criterios distintos. Tesis Profesional. FES Zaragoza, UNAM. México, D. F.
- Amadon, D. y R. Eckelberry.** 1955. Observations on Mexican bird. *Condor*. 57: 65-80.
- AOU (American Ornithologists' Union).** 1998. Check-list of North American birds. American Ornithologist Union, Washington, D.C.
- Arizmendi, M. del C., H. Berlanga, L. Márquez-Valdemar, L. Navarajo y F. Ornelas.** 1990. Avifauna de la Región de Chamela, Jalisco. Instituto de Biología. UNAM. Cuadernos 4.
- Arizmendi, M. del C. y L. Márquez, V. (editores).** 2000. Areas de Importancia para la Conservación de las Aves de México. México.
- Aronoff, S.** 1989. Geographic information systems: a management perspective. WDL. Publications.
- Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez, E. Loa y J. Larson (coordinadores).** 2000. Regiones Prioritarias Terrestres de México. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad, México.
- Babb-Stanley, K. A. y López-Islas.** 1995. Cambios estacionales en el uso del espacio en granívoras Paseriformes en un bosque de pino-encino. *An. Esc. Nac. Cien. Biol. México*. 4: 225-233.
- Bethke, A. D.** 1981. Genetic algorithms as function optimizer. Ph. D. Thesis. Department of Computer and Communication Sciences, University of Michigan.
- Berry, J. K.** 1988. Maps as data: computer-assisted map analysis. Spatial Information System, Inc. Springfield, VA. U.S.A.
- Binford, L. C.** 1989. A distributional survey of the birds of the Mexico State of Oaxaca. *Ornithol. Monogr.* 43: 1-408
- Blake, E. R.** 1950. A report on collection of birds from Guerrero, Mexico. *Fieldiana Zool.* 31: 373-392.
- Bojorquez-Tapia, L., L. Izura y E. Ecurra. L.** 1995. Identifying conservation priorities in Mexico through geographic information systems and modeling. *Ecol. Appl.* 5: 215-231.
- Bribiesca, L. G.** 1969. Hábitos alimenticios de algunas aves del Valle de Salazar. Estado de México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.
- Brindle, A.** 1981. Genetic algorithms for function optimization. Ph. D. Thesis. Computer Science Department, University of Alberta.
- Brown, J. H., G. C. Stevens y D. M. Kaufman.** 1996. The geographic range: size, shape, boundaries and Internal Structure. *Annu. Rev. Ecol. Sist.* 27:597-623.
- Cabrera, A. L. y A. Willink.** 1973. Biogeografía de América Latina. Monografías de la OEA, Serie de Biología. Washington. D. C.
- Calkins, H. W. y R. F. Tomlinson.** 1977. Geographic Information Systems: Methods and Equipment for land use planning. International Geographic Union Commission on Geographic Data Sensing and Processing. Resource and Land Investigations (RALI) Program. U.S Geological Survey, Reston, Virginia.
- Cárdenas, P. E.** 1980. Tierra Caliente. Porción Sureste de Michoacán. SHOP. Imp. Litógrafos Unidos S.A. México.

- Carpinter, G., A. N. Gillison y J. Winter.** 1993. DOMAIN: a flexible modeling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. *Biodiv. and Conserv.* 2: 667-680.
- Ceballos, G., A. García y P. Rodríguez.** 1994. Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala. Fundación Ecológica de Cuixmala-UNAM, México D. F.
- Ceballos, G. y A. García.** 1995. Conserving Neotropical Biodiversity: The role of dry forest in western México. *Conservation Biology* 9:1349-1353.
- Chao, A.** 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scand. J. Stat.* 11: 265-270.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad).** 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4 000 000. México.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad).** 1998. Biodiversidad biológica de México: Estudio de país. CONABIO. México, D. F.
- Cody, M. L.** 1985. Habitat selection in birds. Academic Press. Orlando.
- Coffey, B. B.** 1961. Some shorebirds records from México. *Wilson Bull.* 73: 207-208.
- Colman, B. y S. Sánchez.** 1984. Estudio geográfico del género *Bursera* Jacq. Ex. L. (Burseraceae). en México: una síntesis de métodos. Pp. 41-120. En: Métodos cuantitativos en la Biogeografía, Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz.
- Colwell, R. K. y J. A. Coddington.** 1995. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Pp 101-108. En Special volume on The quantification and estimation of organismal biodiversity (D. L. Hawksworth eds.). *Phil Trans. R. Soc. Lond. B.*
- Correa, P. G.** 1974. Geografía del Estado de Michoacán. Tomo I. Geografía Física. Gob. Edo de Michoacán.
- Dangermond, J.** 1989. Foreword for the book: Geographic information systems: A management perspective by Stan Aronoff. WDL Publications. Ottawa, Canada.
- Daniels, R. J. R., M. Hegde, N. V. Joshi y M. Gradjil.** 1991. Assigning conservation value: a case study from India. *Conserv. Biol.* 6: 220-231.
- Davis, J.** 1953. Birds of Tzitzio Region, Michoacán, México. *Condor* 55: 90-98.
- Davis, F. W., D. M Stoms, J. E. Estes, S. Scepan y J. M. Scott.** 1990. An information systems approach to the preservation of biological diversity. *Int. J. Geographical Information Systems* 4:55-78.
- Dickerman, R. W.** 1963. The song sparrows of the Mexican Plateau. University of Minnesota. U.S.A.
- Dickerman, R. W.** 1965. The juvenal plumage and distribution of *Cassidix palustris* (Swainson). *Auk* 82: 268-280.
- Dickerman, R. W.** 1970. A systematic revision of *Geothlypis speciosa*. *Condor* 72: 95-98.
- Dinerstein, E., Olson, D. M. Graham, D. J. Webster, A. L. Primm, S. A. Bookbinder, M. P. y G. Ledec.** 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. Washington, D. C. World Bank.
- Dirzo, R.** 1990. La biodiversidad como crisis ecológica actual: ¿qué sabemos?. Pp 48-55 En: Ecología y Conservación en México (J. Soberón, eds.). Revista Especial, Ciencias No. 4, UNAM. México.
- DeJong, K. A.** 1975. Adaptive system design: a genetic approach. *IEEE Transactions Systems, Manufacturing, and Cybernetics*, SMC-10: 566-574.

- Escalante P., P., A. Navarro S. y A. T. Peterson.** 1993. A geographic, ecological and historical analysis of land bird diversity in México. Pp 281-307. En: *The Biological Diversity of México: Origins and Distribution* (Ramamoorthy *et al.*, eds.). Oxford Press, New York. U.S.A.
- Espinosa, D. y J. Llorente.** 1993. Fundamentos de biogeografías filogenéticas. CONABIO. UNAM. México.
- Feria, T. P.** 1997. Diversidad y distribución avifaunística en una localidad del Municipio de Chiautla de Tapia, Puebla. Tesis Profesional. FES Zaragoza, UNAM. México, D. F.
- Flores-Villela, O. A.** 1994. Conservación en México: Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo. 2ª ed. INIREB-Conservation International. CONABIO. México.
- Flores, V., O. y J. A. Hernández.** 1992. Las Colecciones Herpetológicas Mexicanas. Publ. Esp. Mus. Zool. UNAM. 4: 1-24.
- García, E.** 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 3ª ed. Ed Offset Larios. México.
- García, E.** 1998a. Precipitación media anual. Escala 1:1 000 000. México.
- García, E.** 1998b. Isotermas medias anuales. Escala 1:1 000 000. México
- García, E.** 1998c. Climas (Clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1 000 000. México.
- Gaston, K. J.** 1991. How large is a species' range?. *OIKOS* 61: 434-438.
- Gaston, K. J.** 1994. Measuring geographic range sizes. *Ecography* 17:198-205.
- Gaston, K. J. y T. M. Blackburn.** 2000. *Pattern and Process in Macroecology*. Blackwell Science. USA.
- Gonzalez-Claverán, V.** 1989. Malaspina en Acapulco. Gobierno del Estado de Guerrero. México.
- Goldman, E. A.** 1951. Biological Investigations in México. *Smith Misc. Coll.* 115: 476
- Griscom, L.** 1934. The Ornithology of Guerrero, México. *Mus. Comp. Zool. Harvard. Col.* 75: 365-422.
- Guizar, N. E. y A. Sánchez, V.** 1991. Guía para el reconocimiento de los principales Árboles del Alto Balsas. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Guichard, C. A.** 1986. Contribución al conocimiento de la avifauna asociada a los sistemas agropecuarios en el Municipio de Apaxtla de Castrejón, Estado de Guerrero. Tesis Profesional. Facultad Ciencias, UNAM. México, D. F.
- Haeming, P. D.** 1977. A nest of the Mexican Red warbler. *Condor* 79: 390-391.
- Hardy, J. W.** 1967. Evolutionary and ecological relation between three species of black-bird (Icteridae) in central México. *Evolution*. 21: 192-196.
- Harrison, J. A. y P. Martínez.** 1995. Measurement and mapping of avian diversity in southern Africa: Implications for conservation planning. *Ibis* 137: 410-417.
- Hendricks, P., J. R. McAuliffe y A. Valiente-Banuet.** 1990. On communal roosting and associated winter social behavior of Gray-breasted woodpeckers. *Condor* 92: 254-255.
- Hernández, H. M. y V. M. Toledo.** 1979. The role of nectar robbers and pollinators in the reproduction of *Erythrina leptorhiza*. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 66: 512-520.
- Howell, S. N. G. y S. Webb.** 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press, Oxford.
- Holland, J. H.** 1975. *Adaptation in natural and artificial systems*, Ann Arbor, Mi. The University of Michigan Press

- Hutto, R. L.** 1980. Winter habitat distribution of migratory land birds in western Mexico, with special reference to small foliage-gleaning insectivores. Pp. 181-203. En: *Migrant Birds in the Neotropics: Ecology, Behavior, Distribution and Conservation* (Keast y Morton eds.). Washington, D. C.
- Ita-Rubio, L., I. Escamilla-Herrera, C. García-de León y Ma. C. Soto-Núñez** 1990. División Política. Estatal, I.1.2. Atlas Nacional de México. Vol. I. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- INEGI.** 1985. Síntesis Geográfica del Estado de Michoacán. Dirección General de Cartografía. S. P. P. México.
- INE (Instituto Nacional de Ecología).** 1999. Red del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- Janzen, D. H.** 1988. Tropical Dry Forests The Most Endangered Major Tropical Ecosystem. En: *Biodiversity* (Wilson, E.O. ed.) National Academy Press, Washington.
- Juárez, L. C. y K. Babb S.** 1979. Introducción al estudio preliminar de la fauna silvestre de la porción de la Cuenca del Río Balsas, Estado de Guerrero. Reporte de Biología de Campo. Depto. Biol. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D. F.
- Kiester, A. R., J. M. Scott, B. Csuti, R. F. Noss, B. Butterfield, K. Sahr y D. White.** 1996. Conservation prioritization using GAP data. *Conserv. Biol.* 10: 1332-1342.
- Kunin, W. E.** 1998. Biodiversity at the edge: a test of the importance of spatial "mass effects" in the Rothamsted Park grass experiments. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 95: 207-212.
- Krebs, C. J.** 1978. *Ecología: Estudio de la distribución y abundancia*. Segunda edición. Harla. México.
- Lemus, E. J., M. M. Pérez y F. A. Villalobos.** 1988. Aspectos de la ecología poblacional y el comportamiento gregario del junco mexicano (*Junco phaeonotus*) en la vertiente oriental del volcán Iztaccíhuatl, Puebla. Memorias del segundo Simposium Internacional de Vida Silvestre (Wildlife Society de México). México.
- León, J. L.** 1995. Curvas de acumulación y modelos empíricos de riqueza específica: los Sphingidae (Insecta: Lepidoptera) de México como un modelo de estudio. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias. UNAM.
- Leopold, A.** 1933. *Game management*. Scribner's, New York.
- Leopold, A. S. y L. Hernández.** 1944. Los recursos biológicos de Guerrero con referencia especial en mamíferos y aves de caza. *Anuario. Comp. Imp. Cood. Inst. Cent.* 361-390.
- Leopold, S y R McCabe.** 1957. Natural History of the Montezuma Quail in México. *Condor.* 59: 3-27.
- Llorente, J. E. y A. Luis M.** 1993. Diversity and conservation of butterflies of Mexico: the Papilionidae (Lepidoptera: Papilionidae). En: *The Biological Diversity of México: Origins and Distribution* (Ramamoorthy *et al.*, eds). Oxford Press, New York. U.S.A.
- Lozano, G. F.** 1983. La fauna de vertebrados terrestres del Estado de Guerrero; su importancia, conocimiento y perspectivas. *UAG. SEP.* 8: 1-62.
- Lugo-Hupb J., R. Vidal-Zepeda, A. Fernández-Equiarte, A. Gallegos-García, H. J. Zavala.** 1990. Hipsometría y Batimetría, I.1.1. Atlas Nacional de México. Vol. I. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.

- Maderey-R, L. E. y C. Torres-Ruata.** 1990. Hidrografía e hidrometría, IV.6.1 (A). Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1: 4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Martín del Campo, R.** 1937. Contribución al conocimiento de la Ornitología del Estado de Morelos. An. Inst. Biol. UNAM. 8: 333-342.
- Martín del Campo, R.** 1948. Contribución para el conocimiento de la fauna ornitológica del Estado de Guerrero. An. Inst. Biol. 9: 241-266.
- Maurer, B. A. y J. H. Brown.** 1988. Distribution of energy use and biomes among species of North American terrestrial birds. Ecology. 69: 1923-1932.
- May, R. M.** 1988. How many species are there on Earth?. Science 24: 1441-1449.
- McNeely, J. A., K. R. Miller, W. V. Reid, R. A. Mittermeier y T. B. Werner.** 1990. Conserving the Worlds Biological Biodiversity. Gland, Suiza y Washington, D. C., IUCN, WRI, CI, WWF-US, Banco Mundial.
- Mejía, Z., M.** 1992. Avifauna de la región sureste de la Depresión del Balsas, en el Estado de Michoacán, México. Tesis Profesional. Escuela de Biología. UMSNH. Morelia, Michoacán, México.
- Mejía, M., F. Villaseñor y F. Méndez.** 1993. Afinidad avifaunística entre dos Valles intermontanos de Norte y Sudamérica. Bol. Soc. Zool Uruguay, 2ª época. 8: 218-238.
- Méndez, F. G., J. F. Rodríguez y L. E. Villaseñor.** 1986. Aves de verano en Michoacán. Biol. Coord. Inv. Cient. 10: 145-169. UMSNH, Morelia, Michoacán, México
- Méndez, R. M. E.** 1997. Contribución al conocimiento de las aves de la región de Tacámbaro, Centro del Estado de Michoacán, México. Tesis Profesional. Escuela de Biología. UMSNH. Morelia, Michoacán, México.
- Miller, A. H.** 1951. An analysis of the distribution of the birds of California. Univ. Calif., Berkeley, Publ. Zool.
- Miller, R. I.** 1994. Mapping the diversity of nature. Chapman & Hall, London.
- Mittermeier, R. A. y C. Goettsh de M.** 1992. La importancia de la diversidad biológica en México. En: México ante los retos de la biodiversidad (J. Sarukhán y R. Dirzo comps.) CONABIO, México.
- Moore, R. T.** 1950. A new race of *Melanerpes chrysogenys* from Central México. Proc. Biol. Soc. Wash. 63: 109-110.
- Moore, R. T.** 1953. Notes on two rare tyrannids of Mexico. Auk 70: 210-211.
- Navarro, S. A.** 1998. Distribución geográfica y ecológica de la avifauna del Estado de Guerrero, México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.
- Navarro, S., A. y H. Benítez.** 1994. Patrones de riqueza y endemismo de las aves de México. Ciencias 7: 45-53.
- Navarro, S., A., B. E. Hernández y H. Benítez.** 1991. Avifauna de Querétaro. El Ateneo Bol. Est. Lic. Biol. Univ. Aut. Quero. 4:7-71.
- Navarro, S., A. y J. E. Llorente.** 1991. Museos, colecciones biológicas y la conservación de la biodiversidad: una perspectiva para México. Publicaciones Especiales del Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM. No. 3: 1-31.
- Nelson, E. W.** 1903. Descriptions of new birds from southern Mexico. Proc. Biol. Soc. Wash. 16: 151-160.
- Nix, H. A.** 1986. A biogeographic analysis of Australian elapid snakes. Pp. 4-15. En: Atlas of Australian Elapid Snakes. Australia Government Publishing Service, Canberra.

- Nocedal, J.** 1984. Estructura y utilización del follaje de la comunidad de pájaros del bosque templado del Valle de México. *Acta Zoológica Mexicana*. 6: 1-45.
- Odum, E. P.** 1985. *Ecología*. 3ª ed. Interamericana.
- Ornelas, F., L. Navarajo y N. Chávez.** 1988. Análisis avifaunístico de la localidad de Temascaltepec, Estado de México. *An. Inst. Biol. UNAM*. 58: 373-388.
- Parkes, K. C.** 1974. Systematics of the white throated towhee (*Pipilo albicollis*). *Condor* 76: 457-459.
- Payne, K. y D. Stockwell.** 1997. GARP Modelling System User's Guide and Technical Reference. En: <http://biodi.sdsc.edu>
- Paynter, R. A. Jr.** 1956. Avifauna of the Jorullo region, Mihoacan, México. *Postilla. Mus. Comp. Zool.* 25: 1-12.
- Pérez, M. A.** 1988. Observaciones generales sobre la comunidad de aves de un pastizal localizado en la vertiente oriental del Volcán Iztaccíhuatl. Tesis Profesional. ENEP Iztacala, UNAM. México.
- Phillips, A. y R. W. Dickerman.** 1957. Notes on the song sparrows of the Mexican Plateau. *Auk*. 74: 376-381.
- Pettingil, O. S. y J. W. Breckenridge.** 1985. *Ornithology in laboratory and field*. Academic Press. New York.
- Peterson, R. T. y E. L., Chalif.** 1989. *Aves de México*. Ed. Diana, México.
- Peterson, A. T., F. Urbina T., A. Argote C. y J. A. García L.** (en prep). Effects of fragmentation on the avifauna of deciduos tropical scrub in Morelos, Mexico.
- Peterson, A. T. y N. A. Slade.** 1998. Extrapolating inventory results into biodiversity estimates and the importance of stopping rules. *Diversity and Distribution* 4: 95-105.
- Peterson, A. T. y K. P. Cohoon.** 1999. Sensitivity of distributional prediction algorithms to geographic data completeness. *Ecological Modelling* 117: 159-164.
- Peterson, A. T., J. Soberon y V. Sánchez-Cordero.** 1999. Conservatism of Ecological Niches in Evolutionary Time. *Science* 285: 1265-1267.
- Peterson, A. T., S. L. Egbert, V. Sánchez-Cordero y K. P. Price.** 2000. Geographic analysis of conservation priority: endemic birds and mammals in Veracruz, México. *Biological Conservation* 93: 85-94.
- Pineda, F. D., F. de Castri, C. G. Orcoyen y J. R. Villanueva.** 1991. Estudio y conservación de la diversidad biológica. Pp. 15-19. En: *Diversidad Biológica* (Pineda *et al.*, comp). Editorial Centro de Estudios Ramon Arces. Madrid, España.
- Prieto-Bosch, M. y V. Sánchez-Cordero.** (en prep.) Uso de un sistema de información geográfico: un caso de estudio mastofaunístico en Veracruz.
- Putz, S.** 1994. Interactive information services using World Wide Web hypertext. CERN First International Conference on the World-Wide Web. 25-27 May.
- Rodríguez-Yañez C., R. Villalón y A. Navarro.** 1994. Bibliografía de las aves de México 1825-1992. *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología*. 8: 1-146.
- Rojas, S., O. R.** 1995. Riqueza y distribución de las aves del Estado de Puebla. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.
- Romero, F.** 1985. Estudio preliminar de la fauna silvestre del Parque Cultural y Recreativo Desierto de los Leones. Comisión Coordinadora para el Desarrollo rural. México.
- Russell-Smith, J. y D. M. J. S. Bowman.** 1992. Conservation of monsoon rainforest isolates in the Northern Territory, Australia. *Biol. Conserv.* 59: 51-63.
- Rzedowski, J.** 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México.

- Rzedowski, J.** 1990. "Vegetación Potencial". IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Salvin, O. y F. D. Goldman.** 1879-1904. *Biología Centrali-Americana*, Aves. Edit. Taylor & Francis. Vols. 1-4. Londres.
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social).** 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-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 de la Federación. 16 de mayo de 1994, Primera sección. México.
- Sibley, C. G. y J. Davis.** 1946. Real de Arriba México, as a Deppe locality. *Auk*. 48: 279.
- Shaw, D. M. y S. F. Atkinson.** 1990. An Introduction to the use of Geographic Information System for Ornithological Research. *Condor* 92: 564-570.
- Smith, R. L.** 1980. *Ecology and Field Biology*. 3ª ed. Harper & Row. New York.
- Soberón M., J. y J. Llorente B.** 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7: 480-488.
- STATA.** 1999. Statistical software: release 6.0. College statical Tx. Stata Corporation.
- Stattersfield, J. A., M. J. Crosby, A. J. Longand y C. Webe.** 1998. Endemic Bird Areas of the World. Priorities for Biodiversity Conservation. Birdlife International. Series No.7
- Stockwell, D. y D. Peters.** 1999. The GARP modelling system: problems and solutions to automed spatial prediction. *Int. J. Geographical Information Science*. 13: 143-158.
- Stockwell, D. y R. Noble.** 1992. Induction of sets of rules from animal distribution data a robust and informative method of data analysis. *Mathematics and computers in Simulation* 33: 385-390.
- Stockwell, D.** 1995. Fundamentals of Inferential Modelling. En: <http://biodi.sdsc.edu>
- Stockwell, D.** 1997. Progress in Biodiversity Modeling using Museum Data in Australia. En: <http://biodi.sdsc.edu>
- Sucre, M. A.** 1983. Contribución al conocimiento de la avifauna de Bejucos, Estado de México. Tesis Profesional. ENEP Iztacala, UNAM. México.
- Sutton, G. M. y T. D. Burleigh.** 1942. Birds Recorded in the Federal District and States of Puebla and México by the 1939 Sample expedition. *Auk* 59: 418-423.
- Toledo, V. M.** 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo* 81: 17-29.
- Toledo, V. M.** 1994. La diversidad biológica de México: Nuevos retos para la investigación en los noventas. *Ciencias* 34: 43-59.
- Toledo, V. y Ma. J. Ordóñez.** 1993. The Biodiversity Scenario of México: A review of Terrestrial Habitats. Pp 757-779. En: *The Biological Diversity of México: Origins and Distribution* (Ramamoorthy *et al.*, eds). Oxford Press, New York. U.S.A.
- Urbina, T. F, A. Argote y C. Jiménez P.** 1998. IX Encuentro regional de investigadores en flora y fauna del centro-sur de la República Mexicana. UAM. Cuernavaca, Morelos, México.
- Uribe, Z. P., G. Gaviño de la Torre y C. Sánchez H.** 1981. Vertebrados del Rancho "El Reparito" Municipio de Arteaga, Michoacán, México. *An. Inst. Biol. UNAM*. 51: 605-614.
- Villalón, M. R.** 1990. Análisis altitudinal de la avifauna del Transecto Tánctitaro Parácuaro, Michoacán, México. Tesis Profesional. Escuela de Biología. UMSNH. Morelia, Michoacán, México.

- Villaseñor, J. F.** 1993. The importance of agricultural border strips in the conservation of North American migratory landbirds in Western Mexico. M. A. Thesis. University of Montana.
- Villaseñor, L. E.** 1985. Avifauna de la Presa Zicuirán, Depresión del Balsas inferior, Michoacán, México. Tesis Profesional. Escuela de Biología. UMSNH. Morelia, Michoacán, México.
- Walker, P. A. y K. D. Cocks.** 1991. HABITAT: a procedure for modeling a disjoint environmental envelope for a plant or animal species. *Global Ecol. Biogeo. Letters* 1: 108-118.
- Warner, D. W. y J. R. Beer.** 1957. Birds and Mammals of the Mesa de San Diego, Puebla, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana*. 2:1-21.
- Warner, D. C. y R. W. Dickerman.** 1959. The status of *Rallus elegans tenirostris* in Mexico. *Condor*. 61: 49-51.
- Wetmore, A.** 1947. The races of the violet-crowned hummingbird, *Amazilia violiceps*. *Journal of the Washington Academy of Sciences* 37:103-104.
- Wilson, E. O.** 1988. The current state of biological diversity. Pp. 3-18. En: *Biodiversity* (Wilson, E.O. ed.) National Academy Press, Washington.
- Withttaker, R. H.** 1975. *Communities and ecosystems*. New York: MacMillan.
- Zaragoza, V. E.** 1985. Las aves del Estado de Guerrero en la colección del Instituto de Biología, UNAM. VI Simposio Nacional de Ornitología (Memorias). Morelia, Michoacán, México.

APÉNDICE I

Lista de las especies de la Cuenca del Río Balsas. Estatus: R: residente, VI: visitante de invierno, RV: residente de verano, E: endémico, M: migratorio.

Categoría de Protección: A: amenazada, P: en peligro de extinción, R: rara y Pr: Sujeta a protección especial.

Especie	Estatus	Categoría
TINAMIFORMES		
TINAMIDAE		
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	R	R
PODICIPEDIFORMES		
PODICIPEDIDAE		
<i>Tachybaptus dominicus</i>	R	
<i>Podilymbus podiceps</i>	R	
<i>Podiceps nigricollis</i>	VI	
<i>Aechmophorus occidentalis</i>	R	
<i>Aechmophorus clarkii</i>	R	
PELECANIFORMES		
PELECANIDAE		
<i>Pelecanus occidentalis</i>	M	
PHALACROCORACIDAE		
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	R	
ANHINGIDAE		
<i>Anhinga anhinga</i>	R	
CICONIIFORMES		
ARDEIDAE		
<i>Botaurus lentiginosus</i>	R	
<i>Ixobrychus exilis</i>	R	A
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	R	
<i>Ardea herodias</i>	VI	
<i>Ardea alba</i>	VI	
<i>Egretta thula</i>	VI	
<i>Egretta caerulea</i>	M	
<i>Egretta tricolor</i>	R	
<i>Bubulcus ibis</i>	R	
<i>Butorides virescens</i>	R	
<i>Nycticorax nycticorax</i>	VI	
<i>Cochlearius cochlearius</i>	R	
THRESKIORNITHIDAE		
<i>Plegadis chihui</i>	VI	
<i>Ajaja ajaja</i>	M	
CICONIIDAE		
<i>Mycteria americana</i>	VI	A
CATHARTIDAE		

<i>Cathartes aura</i>		R	
<i>Coragyps atratus</i>		R	
ANSERIFORMES			
ANATIDAE			
<i>Dendrocygna autumnalis</i>		M	
<i>Dendrocygna bicolor</i>		M	
<i>Cairina moschata</i>		R	P
<i>Anser albifrons</i>		M	
<i>Chen caerulescens</i>		M	
<i>Aix sponsa</i>		M	
<i>Anas strepera</i>		VI	
<i>Anas americana</i>		VI	Pr
<i>Anas discors</i>		VI	Pr
<i>Anas cyanoptera</i>		VI	
<i>Anas clypeata</i>		VI	
<i>Anas acuta</i>		VI	Pr
<i>Anas crecca</i>		VI	
<i>Aythya americana</i>		VI	
<i>Aythya affinis</i>		VI	Pr
<i>Mergus merganser</i>		M	
<i>Oxyura jamaicensis</i>		R	
FALCONIFORMES			
ACCIPITRIDAE			
<i>Pandion haliaetus</i>		M	
<i>Chondrohierax uncinatus</i>		R	R
<i>Elanus leucurus</i>		R	
<i>Circus cyaneus</i>		VI	A
<i>Accipiter striatus</i>		VI	A
<i>Accipiter cooperii</i>		VI	A
<i>Asturina nitida</i>		R	Pr
<i>Buteogallus anthracinus</i>		R	A
<i>Buteogallus urubitinga</i>		R	A
<i>Parabuteo unicinctus</i>		R	A
<i>Harpyhaliaetus solitarius</i>		R	P
<i>Buteo platypterus</i>		VI	
<i>Buteo bryachyurus</i>		R	
<i>Buteo swainsoni</i>		M	
<i>Buteo albicaudatus</i>		R	Pr
<i>Buteo albonotatus</i>		VI	
<i>Buteo jamaicensis</i>		R	Pr
FALCONIDAE			
<i>Micrastur semitorquatus</i>		R	R
<i>Caracara plancus</i>		R	
<i>Herpethotheres cachinnans</i>		R	
<i>Falco sparverius</i>		VI	
<i>Falco columbarius</i>		VI	A
<i>Falco peregrinus</i>		VI	A

GALLIFORMES		
CRACIDAE		
<i>Ortalis poliocephala</i>	E	
<i>Penelope purpurascens</i>	R	Pr
ODONTOPHORIDAE		
<i>Colinus virginianus</i>	R	
<i>Philortyx fasciatus</i>	E	
PHASIANIDAE		
<i>Meleagris gallopavo</i>	R	
GRUIFORMES		
RALIDAE		
<i>Rallus elegans</i>	R	
<i>Porzana carolina</i>	VI	
<i>Pardirallus maculatus</i>	R	
<i>Gallinula chloropus</i>	R	
<i>Fulica americana</i>	R	
CHARADRIIFORMES		
CHARADRIIDAE		
<i>Pluvialis squatarola</i>	M	
<i>Pluvialis dominica</i>	M	
<i>Charadrius collaris</i>	R	R
<i>Charadrius vociferus</i>	R	
RECURVIROSTRIDAE		
<i>Humantopus mexicanus</i>	R	
<i>Recurvirostra americana</i>	VI	
JACANIDAE		
<i>Jacana spinosa</i>	R	
SCOLOPACIDAE		
<i>Tringa melanoleuca</i>	VI	
<i>Tringa flavipes</i>	VI	
<i>Tringa solitaria</i>	VI	
<i>Actitis macularia</i>	VI	
<i>Bartramia longicauda</i>	M	
<i>Calidris mauri</i>	VI	
<i>Calidris minutilla</i>	VI	
<i>Calidris bairdii</i>	M	
<i>Calidris melanotos</i>	M	
<i>Calidris humantopus</i>	M	
<i>Limnodromus scolopaceus</i>	VI	
<i>Gallinago gallinago</i>	VI	
<i>Phalaropus tricolor</i>	M	
LARIDAE		
<i>Larus atricilla</i>	VI	
<i>Larus pipixcan</i>	M	
<i>Sterna caspia</i>	VI	
<i>Chlidonias niger</i>	M	

COLUMBIFORMES		
COLUMBIDAE		
<i>Columba livia</i>	R	
<i>Columba flavirostris</i>	R	
<i>Columba fasciata</i>	R	
<i>Zenaida asiatica</i>	R	
<i>Zenaida macroura</i>	R	
<i>Columbina inca</i>	R	
<i>Columbina passerina</i>	R	
<i>Columbina minuta</i>	R	
<i>Columbina talpacoti</i>	R	
<i>Leptotila verreauxi</i>	R	
PSITTACIFORMES		
PSITTACIDAE		
<i>Aratinga canicularis</i>	R	
<i>Ara militaris</i>	R	P
<i>Amazona finschi</i>	R	A
CUCULIFORMES		
CUCULIDAE		
<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	M	
<i>Coccyzus americanus</i>	M	
<i>Coccyzus minor</i>	R	
<i>Piaya cayana</i>	R	
<i>Morococcyx erythropygus</i>	R	
<i>Geococcyx velox</i>	R	
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	R	
STRIGIFORMES		
TYTONIDAE		
<i>Tyto alba</i>	R	
STRIGIDAE		
<i>Otus flammeolus</i>	R	
<i>Otus kennicottii</i>	R	
<i>Otus seductus</i>	E	A
<i>Bubo virginianus</i>	R	A
<i>Glaucidium gnoma</i>	R	R
<i>Glaucidium palmarum</i>	E	
<i>Glaucidium brasilianum</i>	R	A
<i>Micrathene whitneyi</i>	VI	P
<i>Athene cunicularia</i>	VI	
<i>Ciccaba virgata</i>	R	A
<i>Asio otus</i>	VI	
<i>Asio stygius</i>	R	A
<i>Asio flammeus</i>	VI	A
CAPRIMULGIFORMES		
CAPRIMULGIDAE		
<i>Chordeiles acutipennis</i>	R	
<i>Chordeiles minor</i>	RV	
<i>Nyctidromus albicollis</i>	R	

<i>Caprimulgus ridgwayi</i>	R	
APODIFORMES		
APODIDAE		
<i>Cypseloides niger</i>	RV	
<i>Cypseloides storeri</i>	E	
<i>Streptoprocne rutila</i>	R	
<i>Streptoprocne semicollaris</i>	E	
<i>Chaetura vauxi</i>	R	
<i>Aeronautes saxatalis</i>	R	
<i>Panyptila sanctihieronymi</i>	R	R
TROCHILIDAE		
<i>Chlorostilbon auriceps</i>	E	
<i>Cynanthus sordidus</i>	E	
<i>Cynanthus latirostris</i>	R	
<i>Amazilia beryllina</i>	E	
<i>Amazilia rutila</i>	R	
<i>Amazilia violiceps</i>	Q	
<i>Eugenes fulgens</i>	R	
<i>Helimaster constantii</i>	R	
<i>Tilmatura dupontii</i>	E	
<i>Calothorax iucifer</i>	R	
<i>Calothorax pulcher</i>	E	A
<i>Archilochus colubris</i>	M	
<i>Archilochus alexandri</i>	M	
<i>Selasphorus platycercus</i>	R	
<i>Selasphorus rufus</i>	VI	
TROGONIFORMES		
TROGONIDAE		
<i>Trogon citreolus</i>	E	
<i>Trogon mexicanus</i>	R	
<i>Trogon elegans</i>	R	
CORACIIFORMES		
MOMOTIDAE		
<i>Momotus mexicanus</i>	Q	
ALCEDINIDAE		
<i>Ceryle torquata</i>	R	
<i>Ceryle alcyon</i>	VI	
<i>Chloroceryle amazona</i>	R	
<i>Chloroceryle americana</i>	R	
PICIFORMES		
PICIDAE		
<i>Melanerpes formicivorus</i>	R	
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	E	
<i>Melanerpes hypopolius</i>	E	
<i>Sphyrapicus varius</i>	VI	
<i>Picoides scalaris</i>	R	
<i>Picoides villosus</i>	R	
<i>Dryocopus lineatus</i>	R	

<i>Campephilus guatemalensis</i>	R	R
PASSERIFORMES		
DENDROCOLAPTIDAE		
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	R	
TYRANNIDAE		
<i>Camptostoma imberbe</i>	R	
<i>Myiopagis viridicata</i>	R	
<i>Xenotriccus mexicanus</i>	E	A
<i>Contopus cooperi</i>	M	
<i>Contopus pertinax</i>	R	
<i>Contopus sordidulus</i>	M	
<i>Contopus virens</i>	VI	
<i>Empidonax flaviventris</i>	VI	
<i>Empidonax traillii</i>	VI	
<i>Empidonax albigularis</i>	R	
<i>Empidonax minimus</i>	VI	
<i>Empidonax hammondii</i>	M	
<i>Empidonax oberholseri</i>	VI	
<i>Empidonax wrightii</i>	VI	
<i>Empidonax difficilis</i>	R	
<i>Sayornis nigricans</i>	R	
<i>Sayornis phoebe</i>	VI	
<i>Sayornis saya</i>	VI	
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	R	
<i>Attila spadiceus</i>	R	
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	R	
<i>Myiarchus cinerascens</i>	VI	
<i>Myiarchus nuttingi</i>	R	
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	R	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	R	
<i>Myiozetetes similis</i>	R	
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	RV	
<i>Tyrannus melancholicus</i>	R	
<i>Tyrannus couchii</i>	Q	
<i>Tyrannus vociferans</i>	R	
<i>Tyrannus crassirostris</i>	R	
<i>Tyrannus verticalis</i>	VI	
<i>Tyrannus forficatus</i>	M	
<i>Pachyramphus aglaiae</i>	R	
<i>Tityra semifasciata</i>		
LANIIDAE		
<i>Lanius ludovicianus</i>	R	
VIREONIDAE		
<i>Vireo bievipennis</i>	E	A
<i>Vireo bellii</i>	M	
<i>Vireo atricapillus</i>	VI	A
<i>Vireo nelsoni</i>	E	A
<i>Vireo solitarius</i>	VI	

<i>Vireo cassinii</i>	VI	
<i>Vireo huttoni</i>	R	
<i>Vireo hypochryseus</i>	E	
<i>Vireo gilvus</i>	VI	
<i>Vireo flavoviridis</i>	RV	
CORVIDAE		
<i>Cyanocitta stelleri</i>	R	
<i>Calocitta formosa</i>	R	
<i>Cyanocorax yncas</i>	R	
<i>Cyanocorax sanblasianus</i>	E	
<i>Aphelocoma coerulescens</i>	R	
<i>Corvus corax</i>	R	
HIRUNDINIDAE		
<i>Progne subis</i>	M	
<i>Progne chalybea</i>	R	
<i>Tachycineta bicolor</i>	VI	
<i>Tachycineta albilinea</i>	R	
<i>Tachycineta thalassina</i>	R	
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	R	
<i>Riparia riparia</i>	VI	
<i>Hirundo rustica</i>	RV	
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	R	
TROGLODYTIDAE		
<i>Campylorhynchus megalopterus</i>	E	
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	R	
<i>Campylorhynchus gularis</i>	R	
<i>Campylorhynchus jocosus</i>	E	
<i>Salpinctes obsoletus</i>	R	
<i>Catherpes mexicanus</i>	R	
<i>Thryothorus sinaloa</i>	E	
<i>Thryothorus pleurostictus</i>	R	
<i>Thryothorus felix</i>	E	
<i>Thryomanes bewickii</i>	R	
<i>Troglodytes aedon</i>	VI	
<i>Cistothorus palustris</i>	VI	
<i>Hemicorhina leucophrys</i>	R	R
REGULIDAE		
<i>Regulus calendula</i>	VI	
SYLVIIDAE		
<i>Poliopila caerulea</i>	R	
<i>Poliopila albiloris</i>	R	
TURDIDAE		
<i>Catharus aurantirostris</i>	VI	
<i>Catharus occidentalis</i>	R	
<i>Catharus frantzii</i>	R	
<i>Catharus ustulatus</i>	M	
<i>Catharus guttatus</i>	VI	
<i>Turdus assimilis</i>	R	

<i>Turdus rufopalliatus</i>	R	
<i>Turdus migratorius</i>	VI	
STURNIDAE		
<i>Sturnus vulgaris</i>	R	
MIMIDAE		
<i>Mimus polyglottos</i>	R	
<i>Toxostoma curvirostre</i>	R	
<i>Melanotis caerulescens</i>	R	A
MOTACILLIDAE		
<i>Anthus rubescens</i>	VI	
<i>Anthus spragueii</i>	VI	
BOMBYCILLIDAE		
<i>Bombycilla cedrorum</i>	VI	
PTILOGONATIDAE		
<i>Ptilogonys cinereus</i>	R	
<i>Phainopepla nitens</i>	VI	
PARULIDAE		
<i>Vermivora celata</i>	VI	
<i>Vermivora ruficapilla</i>	VI	
<i>Vermivora virginiae</i>	VI	
<i>Vermivora crissalis</i>	VI	
<i>Vermivora luciae</i>	VI	A
<i>Dendroica virens</i>	VI	
<i>Dendroica chrysoparia</i>	M	A
<i>Dendroica petechia</i>	RV	
<i>Dendroica coronata</i>	VI	
<i>Dendroica nigrescens</i>	VI	
<i>Dendroica graciae</i>	R	
<i>Mniotilta varia</i>	VI	
<i>Setophaga ruticilla</i>	M	
<i>Seiurus noveboracensis</i>	VI	R
<i>Seiurus motacilla</i>	VI	R
<i>Oporornis tolmiei</i>	VI	
<i>Geothlypis trichas</i>	VI	
<i>Geothlypis poliocephala</i>	R	
<i>Wilsonia pusilla</i>	VI	
<i>Ergaticus ruber</i>	E	
<i>Basileuterus rufifrons</i>	E	
<i>Basileuterus belli</i>	E	
<i>Icteria virens</i>	M	
<i>Granatellus venustus</i>	E	
THIRAPIDAE		
<i>Piranga rubra</i>	VI	
<i>Piranga ludoviciana</i>	VI	
<i>Piranga erythrocephala</i>	R	
EMBERIZIDAE		
<i>Zonotrichia querula</i>	R	
<i>Sporophila torqueola</i>	R	

<i>Sicalis luteola</i>	R	
<i>Atlapetes pileatus</i>	E	
<i>Buarremon virenticeps</i>	E	
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Q	
<i>Melospiza kieneri</i>	E	
<i>Pipilo chlorurus</i>	VI	
<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	R	
<i>Pipilo fuscus</i>	R	
<i>Aimophila mystacalis</i>	E	A
<i>Aimophila humeralis</i>	E	
<i>Aimophila ruficauda</i>	R	
<i>Aimophila botteri</i>	R	
<i>Aimophila ruficeps</i>	R	
<i>Aimophila rufescens</i>	R	
<i>Aimophila cassinii</i>	VI	
<i>Spizella pallida</i>	VI	
<i>Spizella breweri</i>	VI	
<i>Poocetes gramineus</i>	VI	
<i>Chondestes grammacus</i>	VI	
<i>Amphispiza bilineata</i>	R	
<i>Passerculus sandwichensis</i>	VI	
<i>Ammodramus savannarum</i>	VI	
<i>Melospiza lincolni</i>	VI	
CARDINALIDAE		
<i>Cardinalis cardinalis</i>	R	
<i>Pheucticus chrysophepius</i>	R	
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	R	
<i>Cyanocompsa parellina</i>	R	
<i>Guraca caerulea</i>	R	
<i>Passerina amoena</i>	VI	
<i>Passerina cyanea</i>	VI	
<i>Passerina versicolor</i>	R	
<i>Passerina leclancheri</i>	E	
<i>Passerina ciris</i>	VI	
ICTERIDAE		
<i>Agelaius phoeniceus</i>	R	
<i>Sturnella magna</i>	R	
<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	VI	
<i>Euphagus cyanocephalus</i>	VI	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	R	
<i>Molothrus aeneus</i>	R	
<i>Molothrus ater</i>	R	
<i>Icterus wagleri</i>	R	A
<i>Icterus spurius</i>	VI	
<i>Icterus cucullatus</i>	VI	A
<i>Icterus pustulatus</i>	R	
<i>Icterus galbula</i>	VI	
<i>Icterus bullockii</i>	VI	

<i>Icterus parisorum</i>	R
<i>Cacicus melanicterus</i>	E
FRINGILLIDAE	
<i>Carpodacus mexicanus</i>	R
<i>Carduelis psaltria</i>	R
<i>Carduelis pinus</i>	R
<i>Carduelis notata</i>	E
PASSERIDAE	
<i>Passer domesticus</i>	R

Estatus: R: residente, VI: visitante de invierno, RV: residente de verano, E: endémico, M: migratorio.

Categoría de Protección: A: amenazada, P: en peligro de extinción, R: rara y PR: Sujeta a protección especial.