



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE LA
AVIFAUNA DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I Ó L O G A
P R E S E N T A :
G A L A C O R T É S R A M Í R E Z



TUTOR:
BIÓL. ALEJANDRO GORDILLO MARTÍNEZ

2006



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.

Hoja de Datos del Jurado

<p>1. Datos del alumno Cortés Ramírez Gala 57 96 76 16 Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias Biología 098269992</p>
<p>2. Datos del Tutor Biól. Alejando Gordillo Martínez</p>
<p>3. Datos del sinodal 1 Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza</p>
<p>4. Datos del sinodal 2 M. en C. Pilar Gabriela Ibáñez Hernández</p>
<p>5. Datos del sinodal 3 M. en C. Elsa Margarita Figueroa Esquivel</p>
<p>6. Datos del sinodal 4 Biól. Erick Alejandro García Trejo</p>
<p>7. Datos del trabajo escrito Patrones de distribución de la avifauna de la Península de Yucatán 103 p 2006</p>

A mis padres y a mi hermana Aura

AGRADECIMIENTOS

A Alejandro Gordillo, gracias por todo tu apoyo, el tiempo invertido y gran paciencia en todo momento; y más que nada, por ayudarme a concluir este gran paso de mi vida.

A mis asesores, quiero agradecer su tiempo, valiosos comentarios y correcciones los cuales ayudaron a mejorar este trabajo.

A los curadores de las colecciones científicas de las siguientes instituciones: American Museum of Natural History, Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Bell Museum (University of Minnesota), Natural History Museum (British Museum), Canadian Museum of Nature, Carnegie Museum of Natural History, Colección Nacional de Aves (Instituto de Biología, UNAM), Colección de Vertebrados Terrestres (Instituto Politécnico Nacional), Denver Museum of Natural History, Delaware Museum of Natural History, Fort Hays State College, Field Museum of Natural History, Leiden Natuurhistorische Museum, Louisiana State University Museum of Zoology, Museum of Comparative Zoology (Harvard University), Moore Laboratory of Zoology, Museo de Historia Natural de París, Museum of Vertebrate Zoology (Berkeley Univ.), Museo de Zoología (Facultad de Ciencias, UNAM), Royal Ontario Museum, San Diego Natural History Museum, Southwestern College, University of Arizona, University of British Columbia, University of California Los Angeles, United States National Museum y Peabody Museum (Yale University), por brindarnos el acceso a sus datos. Apoyo financiero para la construcción de la base de datos del Atlas fue obtenido de Conabio (A002, E018), CONACyT, DGAPA-UNAM (IN 218598 y 214200), British Council México, National Science Foundation y la Comisión de Cooperación Ambiental para América del Norte. Apoyo para el desarrollo de este proyecto fue obtenido de PAPIIT (IN 208906) y SEMARNAT-CONACyT (C01-0265).

A las “chicas del trabajo”, Sandra, Gaby y Vianey; muchas gracias por ser tan buenas amigas y equipo de trabajo, especialmente por hacer que esta etapa de mi vida haya sido tan fácil. Junto a ustedes me formé, aprendí, traumé y estresé; pero sobre todo me reí y divertí. Les estaré agradecida eternamente, las quiero mucho.

A mis padres, Enrique y Marisela, por ser la fuente de mi inspiración, gracias por darme su infinito amor, apoyo, paciencia y confianza. Gracias a ustedes me ha sido posible llegar con superación a esta etapa de mi vida. A mi hermana y mejor amiga, Aura, por su gran afecto y por haberme acompañado en cada momento de mi

vida. Ustedes son lo más importante para mi, los amo mucho y dedico este trabajo a ustedes más que a nadie.

A mi querido Ricardo por el amor, ayuda, comprensión y apoyo incondicional que he recibido por parte de él todo este tiempo. Gracias por hacer mis días menos difíciles y más alegres; y ayudarme a ser una mejor persona.

A mis mejores amigos y compañeros de vida Elena, Leny y Raquel. Gracias por tantos años de amistad sincera, apoyo, diversión y compañía. A ustedes que son especialmente apreciados dedico también este trabajo.

A todos mis excelentes profesores que durante la carrera me orientaron, valoraron y aportaron parte de su experiencia y conocimiento.

Esta tesis se desarrolló como parte de las actividades del taller “Faunística, Sistemática y Biogeografía de Vertebrados Terrestres de México” impartido en el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, a cargo de Dr. Adolfo G. Navarro Sigüenza.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
Estudios realizados sobre la avifauna de la Península de Yucatán	3
III. ÁREA DE ESTUDIO	5
Localización de la Península de Yucatán	5
Geología	5
Fisiografía	7
Hidrología	9
Islas	10
Clima	11
Vegetación	13
IV. OBJETIVOS	18
V. MÉTODOS	19
Elaboración y depuración de la base de datos	19
Análisis de los datos	20
Distribución de la riqueza y endemismo	20
Distribución y análisis de similitud de la avifauna con respecto a la precipitación, la vegetación y las provincias fisiográficas	21
Conservación de la avifauna de la Península de Yucatán	23
VI. RESULTADOS	25
Distribución de la riqueza y endemismo	25
Distribución y análisis de similitud de la avifauna con respecto a la precipitación, la vegetación y las provincias fisiográficas.	39
Endemismo	46
Estacionalidad	50
Análisis de la similitud de la avifauna	52
Conservación de la avifauna de la Península de Yucatán	55
VII. DISCUSIÓN	61
Distribución de la riqueza y endemismo	61
Distribución de la riqueza	61
Distribución de endemismo	65
Distribución y análisis de similitud de la avifauna con respecto a la precipitación, la vegetación y las provincias fisiográficas	66
Similitud entre la avifauna de la Península de Yucatán	70
Conservación	74
Otros problemas que afectan a la avifauna de la Península	77
VIII. CONCLUSIONES	80
IX. LITERATURA CITADA	81
ANEXOS	92
1. Colecciones consultadas para la elaboración de la base de datos	92
2. Lista de especies registradas en la base de datos	93
3. Lista de especies en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-ECOL-2001	102

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS

Cuadro 1. Coberturas cartográficas utilizadas en este estudio	22
Cuadro 2. Número de órdenes, familias y especies por Estado en la Península de Yucatán	28
Cuadro 3. Lista de órdenes y familias presentes en cada estado	29
Cuadro 4. Lista de especies endémicas presentes en cada estado	35
Cuadro 5. Proporción de especies en la Península de Yucatán de acuerdo a su estacionalidad.	37
Cuadro 6. Especies endémicas y cuasiendémicas presentes en los diferentes rangos de precipitación, tipos de vegetación y provincias fisiográficas	49
Cuadro 7. Número de especies migratorias y residentes según la cantidad de precipitación media anual en la Península, tipo de vegetación y provincia fisiográfica	51

FIGURAS

Figura 1. Localización de la Península de Yucatán	5
Figura 2. Elevaciones de más de 200 m.s.n.m en la Península de Yucatán	8
Figura 3. Provincias Fisiográficas de la Península de Yucatán	9
Figura 4. Corrientes de agua importantes de la Península de Yucatán	10
Figura 5. Distribución de la precipitación en la Península de Yucatán	12
Figura 6. Distribución potencial de la vegetación en la Península de Yucatán	16
Figura 7. Distribución actual de los tipos de vegetación y uso de suelo en la Península	17
Figura 8. Extensión de la vegetación secundaria en la Península	17
Figura 9. a) Localidades con especímenes colectados dentro de la Península de Yucatán. b) Localidades de la Isla Cozumel, Q. Roo	25
Figura 10. Número de registros por estado de acuerdo a la base de datos	26
Figura 11. Número de registros por localidad en a) Península de Yucatán b) Isla Cozumel	27
Figura 12. Sitios de colecta en la Península de Yucatán y localización de carreteras importantes	28
Figura 13. Número de especies presentes en cada estado	31
Figura 14. Riqueza de especies por localidad. a) Península de Yucatán b) Isla Cozumel	32
Figura 15. Distribución de las especies cuasiendémicas en la Península de Yucatán	33
Figura 16. Distribución de las especies cuasiendémicas en Isla Cozumel	33
Figura 17. Distribución de las especies endémicas en la Península de Yucatán	34
Figura 18. Distribución de las especies endémicas en Isla Cozumel	34
Figura 19. Número de especies endémicas encontradas por estado	35
Figura 20. Número de especies por estado según su tipo estacionalidad. RE: Residentes, MI: Migratorias de invierno, MV: Migratorias de verano, TR: Transitorias, OC: Ocasionales-accidentales	37
Figura 21. Distribución de los registros de especies residentes en la Península de Yucatán	38
Figura 22. Distribución de registros de especies de a) invierno (MI) y verano (MV), b) transitorias (TR) y ocasionales (O) conforme a los registros en la base de datos	38
Figura 23. Estimación de la riqueza en la Península de Yucatán mediante el uso del estimador Chao2	39
Figura 24. Distribución de la riqueza de especies por rangos de precipitación	40
Figura 25. Dendograma de relaciones entre los diferentes rangos de precipitación definido por la riqueza de especies de aves en la Península de Yucatán usando el índice de distancia de Bray-Curtis y el algoritmo de agrupamiento UPGMC	41
Figura 26. Distribución de los registros de especies de por tipo de vegetación	42

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

FIGURAS (cont.)

Figura 27 Dendograma de relaciones entre los diferentes tipos de vegetación definido por la riqueza de especies de aves en la Península de Yucatán usando el índice de distancia de Bray-Curtis y el algoritmo de agrupamiento UPGMC..	43
Figura 28. Ejemplares colectados por localidad única según tipo de vegetación presente para el año 2000 (INE-SEMARNAT, 2002)	44
Figura 29. Número de ejemplares colectados según presencia de vegetación secundaria	44
Figura 30. Distribución de los registros de especies por provincia fisiográfica	45
Figura 31. Dendograma de relaciones entre las diferentes provincias fisiográficas definido por la riqueza de especies de aves en la Península de Yucatán usando el índice de distancia de Bray-Curtis y el algoritmo de agrupamiento UPGMC..	46
Figura 32. Riqueza de especies endémicas en la Península de Yucatán por rango de precipitación	47
Figura 33. Riqueza de especies endémicas en la Península de Yucatán por tipo de vegetación	47
Figura 34. Riqueza de especies endémicas en provincias fisiográficas de la Península de Yucatán	48
Figura 35. Dendograma de relaciones entre cuadrantes, definido por la riqueza de especies de aves en la Península de Yucatán usando el índice de distancia de Bray-Curtis y el algoritmo de agrupamiento UPGMC	53
Figura 36. a) Cuadrantes utilizados para el análisis de similitud. b) Zonas definidas a partir del análisis de similitud	54
Figura 37. Número de especies presentes en la Península de Yucatán incluidas en la NOM-059-ECOL-2001	55
Figura 38. Riqueza de especies representadas en la base de datos comparada con la distribución de Áreas Naturales Protegidas (ANPs)	56
Figura 39. Riqueza de especies representadas en la base de datos comparada con la distribución de las Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICAS)	57
Figura 40. Distribución de especies endémicas en la Península y presencia de ANP's. a) Especies cuasiendémicas, b) Especies endémicas de México	58
Figura 41. Distribución de especies endémicas en la Península y presencia de AICAS. a)Especies cuasiendémicas, b) especies endémicas de México	59
Figura 42. Distintas representaciones de subdivisión de la provincia biótica de la Península de Yucatán a partir de a) Aves, b) Árboles, c) Reptiles, d) Mamíferos y e) vertebrados	73

RESUMEN

En este trabajo se analizaron los patrones de distribución geográfica de la avifauna (residente, migratoria y endémica) de la Península de Yucatán, correlacionándolos con factores físicos y ecológicos (fisiografía, precipitación y vegetación); utilizando cartografía especializada y datos de distribución puntual, obtenidos a partir de colecciones científicas y literatura especializada; con el propósito de completar y actualizar el conocimiento sobre las aves del área. También se examinó la afinidad entre la avifauna y los factores físicos y ecológicos ya mencionados, utilizando un índice de distancia fenética; y se estimó el número de especies probable que se distribuye en la península. Finalmente, se examinó el estado de conservación de las aves comparando los puntos de colecta con la distribución de áreas protegidas y prioritarias para la conservación.

Se obtuvo la presencia de 474 especies de aves (de 528 estimadas) con información resultante de la base de datos construida con 10,983 registros puntuales. Por medio de la representación en mapas de los sitios de colecta y de riqueza de especies, se encontró que la mayor diversidad de especies se concentra hacia las ciudades y carreteras importantes; y que la distribución de la riqueza, endemismo y especies protegidas no coincide con la de las áreas establecidas o propuestas para la conservación. Se reconocieron dos zonas de mayor similitud faunística, una al norte y otra al sur; la riqueza de especies disminuye de sur a norte. Se encontró que las áreas con mayor riqueza de especies (totales y migratorias) son aquellas donde se localiza el bosque tropical perennifolio, suelos productivos y alta precipitación. Por otro lado los hábitat con menor número de especies son el bosque espinoso, pastizal y vegetación acuática y subacuática; y aquellos con suelos menos productivos y baja precipitación.

Se encontraron 5 especies endémicas a México y 17 cuasiendémicas. Las especies endémicas a México sólo se distribuyen en Isla Cozumel y la porción norte de la Península; en las zonas de mayor aridez y en las que se encuentra el bosque tropical seco. Las especies cuasiendémicas se distribuyen en el resto de la Península.

I. INTRODUCCIÓN

El grupo de las aves se considera uno de los mejor conocidos en México; sin embargo, aún son varias las regiones naturales o estados del país en donde hace falta aumentar o mejorar el conocimiento acerca de sus patrones de distribución (Navarro y Benítez, 1993). A pesar de que en los últimos años han aumentado los estudios biogeográficos acerca de las aves de México (Escalante *et al.*, 1998) el conocimiento sobre sus patrones de distribución aún es incompleto (Peterson *et al.*, 1998).

El neotrópico tiene la mayor proporción de especies en el mundo (casi la mitad) y la Península de Yucatán ha sido considerada históricamente como una subdivisión biogeográfica de esta región por lo que es una de las áreas de México donde se encuentra una gran diversidad de especies (Sánchez y Pérez-Hernández, 2005). Esta situación y además ser de gran importancia para el paso y estancia de las aves migratorias neárticas (Lynch, 1989), ofrece una excelente oportunidad para analizar los patrones de distribución de las aves y comparar los resultados con grupos previamente analizados, y si bien no es un área especialmente rica en endemismos; es considerada como una de las de mayor número de especies de aves en el país (Escalante *et al.*, 1998).

La comprensión de los patrones de distribución de las especies resulta de especial interés y valor tanto para el conocimiento como para la conservación de los recursos mexicanos; primordialmente en un mundo en el que la tendencia de la biodiversidad es a desaparecer debido principalmente a la destrucción y fragmentación del hábitat; poniendo en peligro los bienes y servicios que se obtienen del correcto funcionamiento de los ecosistemas (Gómez-Pompa, 2004). Especialmente, este problema es acentuado en la Península de Yucatán donde la ganadería y agricultura han desplazado gran parte de la vegetación original (Hernández-Barrios y García de Fuentes, 2002).

En el trabajo presentado por Morrone *et al.* (2002) se comparan todas las propuestas realizadas acerca de las provincias fisiográficas, geológicas y bióticas reconocidas en el país. En dicho trabajo es posible notar como muchos autores han reconocido a la Península de Yucatán como provincia biogeográfica debido al hecho de poseer una flora y fauna particular, así como ser una unidad fisiográfica separada. Sin embargo, como en otros casos en México, los límites geográficos de varias provincias no son siempre claros y de hecho pueden ser subdivididas en zonas definidas naturalmente si se obtiene información adicional adecuada y precisa sobre la distribución de las especies y las causas de esta distribución (Ibarra-Manríquez *et al.*, 2002; Morrone *et al.*, 2002). En la Península se han realizado algunos trabajos acerca de su avifauna, que involucran el análisis de su distribución (e.g. Paynter, 1955; Lynch, 1989, Peterson *et al.*, 1998); aunque estos aún son insuficientes.

A pesar de esta importancia y los listados de especies realizados por varios autores (e.g. Paynter, 1955; Hartig, 1979; y McKinnon, 1992) es necesario profundizar el conocimiento en general de las aves de la Península y de sus patrones de distribución. Considerado esto, en este trabajo se obtuvieron y analizaron los patrones de distribución geográfica y ecológica de la riqueza y el endemismo de la avifauna de la Península; a partir de registros de distribución puntual conocida de ejemplares de colecciones científicas; con la intención mejorar el conocimiento de dichos patrones en la provincia.

II. ANTECEDENTES

Estudios realizados sobre la avifauna de la Península de Yucatán

El interés en el estudio de la biota de la Península Yucateca ha resultado en una gran cantidad de trabajos concernientes a diferentes grupos biológicos, especialmente de plantas e invertebrados. Sin embargo, en comparación, los trabajos realizados sobre la avifauna son escasos. Gran parte de ellos se ha enfocado en las interacciones ecológicas de ciertas especies de aves con otros elementos del medio, como aquellas planta-ave (e.g. Scott y Martin, 1984) y entre especies residentes y migratorias (e.g. Greenberg *et al.*, 1993). Por otro lado, sin duda un gran esfuerzo se ha dedicado también a completar la lista de especies de aves presentes en la provincia y al análisis de su distribución y biogeografía (afinidades, regionalización y reconocimiento de patrones de distribución de la riqueza y endemismo).

A finales del siglo XIX, Salvin publicó varios listados de aves presentes en la Península de Yucatán. Las primeras, en 1861, incluídas dentro de un trabajo sobre especies Centroamericanas. Posteriormente, de 1888-1890, publica listas de aves presentes en las islas costeras de Yucatán, adicionando registros importantes para la zona.

A principios del siglo XX, la avifauna de la Península fue estudiada en varias expediciones que culminaron en importantes reportes. De estos, son de mención los realizados por Peters (1913), Griscom (1926) y Traylor (1941) que incluyen información valiosa sobre la distribución general y hábitat ocupado por las aves en la Península de Yucatán.

En cuanto a estudios pioneros sobre regionalización, Goldman y Moore (1946) en Ibarra-Manríquez *et al.* (2002), encontraron que en la Península es posible reconocer tres áreas de similitud faunística o distritos bióticos a partir de la distribución de plantas, mamíferos y aves. El primero en la parte noroeste de la península, el segundo al sureste; y el tercero, la Isla de Cozumel.

Posteriormente, el trabajo de Paynter (1955) titulado "*The Ornithology of the Yucatán Peninsula*"; en el que aborda los datos de distribución geográfica y preferencias de hábitat de 429 especies de aves de la Península de Yucatán, es hasta la fecha el estudio ornitológico más grande realizado en la región. Además, en él provee explicaciones sobre la composición, distribución y origen de la avifauna; con especial atención a las especies de las islas.

En las décadas siguientes al reporte de Paynter, la mejora y construcción de más carreteras promovieron la obtención de nuevos datos de distribución gracias a que se facilitó la colecta de ejemplares (López-Ornat *et al.*, 1989). Así lo demuestran trabajos publicados por

varios autores, que durante la década de los 80's y 90's estudiaron intensivamente la avifauna de la Península. De especial mención es la investigadora Barbara MacKinnon quien ha dedicado su carrera al estudio y conservación de las aves de la Península de Yucatán; y desde hace más de 20 años ha publicado listados y registros que logran aportar nuevos datos de distribución que han permitido completar el conocimiento sobre la distribución de las aves en la zona (e.g. MacKinnon Vda. De Montes, 1989; MacKinnon, 1992; MacKinnon *et al.* 2003)

Otros trabajos importantes son los de Waide (1980 y 1981) y Lynch (1989 y 1992); que estudian los patrones de distribución y diversidad de aves migratorias y residentes considerando su presencia en vegetación secundaria y primaria encontrando que la mayoría de las aves presentes en el bosque sin perturbar eran residentes especialistas de este tipo de vegetación; mientras que una importante proporción de aves migratorias se encontraba en los fragmentos de sucesión secundaria.

Por otro lado, López-Ornat, además de estudiar la ecología de algunas aves, ha conseguido nuevos datos de distribución de aves que antes no se habían registrado en la Península o en diferentes regiones de la misma (López-Ornat *et al.*, 1989 y López-Ornat y Ramo, 1992).

Entre los trabajos más recientes es de mención el de Peterson *et al.* (1998), quienes analizan la avifauna residente y endémica del norte de Centroamérica mediante el método de ligamiento promedio no ponderado (UPGMA), encontrando una diferenciación entre el norte y sur de la Península. Sin embargo, la región analizada abarca un gran área que no sólo incluye la Península de Yucatán. Además, no está basado en información puntual sobre la distribución de las especies. Este último trabajo sin duda permite tener un conocimiento aproximado sobre la distribución de la avifauna en la Península, sin embargo, dada la escala en la cual ha sido realizado, no es posible hacer un análisis más profundo a nivel de esta provincia y no considera otros aspectos como la estacionalidad o patrones de distribución considerando otros factores físicos o ecológicos.

Debido a que los estudios realizados sobre avifauna en la Península no han abarcado un análisis de la distribución puntual de las especies junto con otros factores ecológicos y geográficos; considerando la mayor parte de su área; no se ha obtenido un trabajo con mayor resolución y con mayores implicaciones para la conservación dentro de los límites territoriales del país. Es por eso que se consideró importante, en el presente trabajo, realizar dichos análisis considerando la información de distribución conocida a partir de ejemplares de colecciones científicas.

III. ÁREA DE ESTUDIO

Localización de la Península de Yucatán. La Península de Yucatán (Fig. 1) se encuentra al sureste de México en la porción Neotropical, limitada hacia al sur por la parte continental del país y la República de Guatemala y Belice; al norte y oeste por el Golfo de México y al este por el mar Caribe (Beltrán, 1958). Desde un punto de vista biogeográfico también incluye áreas de Tabasco, Chiapas, Guatemala y el norte de Belice, con lo que su superficie total es de 181, 200 km² (Barrera, 1962; Espadas Manriquez *et al*, 2003).

Ocupa una superficie de 167, 600 km² (Ferrusquía-Villafranca, 1998) y comprende el territorio de los estados de Campeche (al suroeste), Quintana Roo (sureste) y Yucatán (norte); así como islas, de las cuales, la de mayor tamaño es Cozumel (Beltrán, 1958). Para propósitos de este trabajo y la accesibilidad de la información sólo se consideró la distribución de las aves en los tres primeros Estados, que conforman el núcleo de la Península. Esta área se encuentra en las coordenadas extremas 17°48'-21°35'N y 86°43'-92°27'O sin incluir las islas (Beltrán, 1958, Fig. 1).

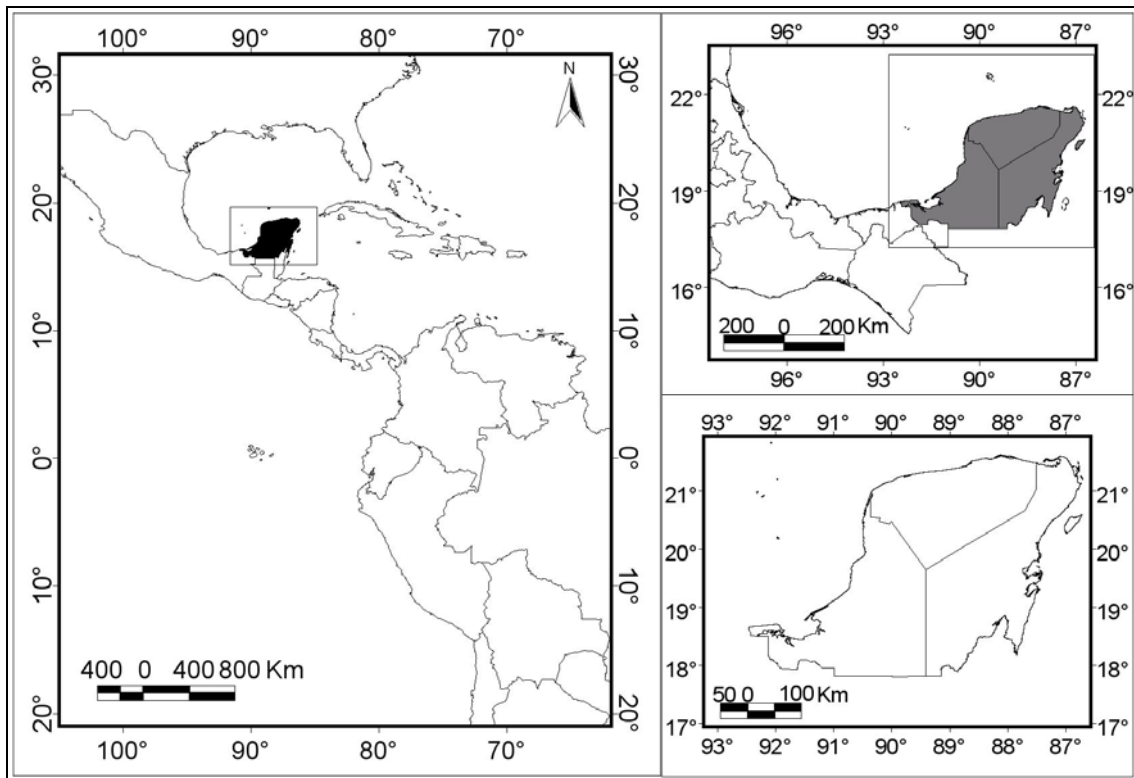


Figura 1. Localización de la Península de Yucatán.

Geología. La Península de Yucatán es una plataforma de naturaleza calcárea, con sedimentos fósiles compuestos de residuos de concha, carbonato de calcio y de magnesio (calcitas, dolomitas y dragonitas) resultante de la litificación gradual de las calizas. Se originó

durante el Cenozoico; desarrollándose a lo largo del Terciario y alcanzando su forma actual en el Cuaternario (Duch, 1991). La parte sur es la más antigua, mientras que la norte es la más reciente (el estado de Yucatán). Se han reconocido cinco unidades estatigráficas principales; las paleocénicas (al sureste de Campeche), las eocénicas (casi todo Campeche, Yucatán y este de Quintana Roo), oligocénicas (dos franjas al este de Yucatán), miocénicas-pliocénicas (rodean el eoceno en Yucatán y Quintana Roo); y del Cuaternario (especialmente al norte, envolviendo la Península y presentándose en los depósitos de playa). Los registros geológicos anteriores al Cenozoico (Paleozoico-Mesozoico) es posible encontrarlos sólo en algunas partes de Belice, Guatemala y en mucha menor proporción al nororiente (Ferrusquía-Villafranca, 1998).

La historia geológica del precenozoico de la Península es sombría debido al escaso registro (Ferrusquía-Villafranca, 1998). El bloque tectónico de la Península de Yucatán pudo haberse formado en el Jurásico y se encontraba entre Norteamérica y Sudamérica, insertado hacia el este en posición horizontal, cuando estas masas terrestres aún estaban unidas hace 165 m.a (Smith, 1985; Kerr *et al.*, 1999). Durante el Jurásico medio (hace 164 m.a.) el bloque de Yucatán comenzó a desplazarse hacia el suroeste por la creación del suelo marino, la apertura del Golfo de México y la separación de Gondwana, lo que provocó que comenzara a rotar 42° en contra del sentido del reloj para insertarse en la base de Norteamérica, movimiento que terminó en el Cretácico temprano, quedando en su posición actual (Kerr *et al.*, 1999; Dickinson y Lawton, 2001).

Para el Cretácico medio, la Península estaba bordeada por un mar profundo y quizás Cuba se encontraba más cercana (Kerr *et al.*, 1999). El fin del Mesozoico se delimita por la posible caída de un meteorito al norte de la Península formando la estructura circular de Chicxulub. A este evento se le relaciona con la formación del anillo de cenotes al noroeste de Yucatán (Perry *et al.*, 1995). Durante el Jurásico y Cretácico existió actividad tectónica, estos movimientos probablemente produjeron las fracturas y fallas mostradas por las extrusiones submarinas andesíticas en el norte, bajo Mérida (Lopez-Ramos, 1982; Ferrusquía-Villafranca, 1998).

El Cenozoico de la Península se distingue por la estabilidad tectónica, ocurrencia de sedimentación marina calcárea en la parte norte y de varias transgresiones y regresiones marinas (López-Ramos, 1982; Ferrusquía-Villafranca, 1998). Del Paleoceno al Eoceno aparecen las formaciones calcáreas que dieron origen a la Sierrita de Ticul y ocurre una transgresión marina que se limita al norte (Duch, 1991). Durante el Eoceno medio ocurre una transgresión general en la que Yucatán se cubrió por completo. Para el Eoceno superior una regresión descubre toda la región excepto el extremo norte y la cuenca de Campeche, las cuales se mantuvieron como mares someros. El Oligoceno transcurrió con pequeñas regresiones en Campeche, prácticamente toda la Península había emergido en su parte sur

(López-Ramos, 1982; Smith, 1985). En el Mioceno se repite la transgresión ocultando de nuevo el oriente y el norte de Yucatán y aparece la laguna de Bacalar (López-Ramos, 1982). Más tarde en el Plioceno, la transgresión se acentúa en Quintana Roo (incluso Cozumel), el noreste de Campeche y en el centro y norte de Yucatán. En este periodo existió una bahía a lo largo de la Sierrita de Ticul, la actual laguna Chicancanab era un brazo de mar. La forma actual de la Península se alcanzó a finales del Plioceno y continuó en el resto del Cuaternario (Escobar-Nava, 1986).

Durante el Cuaternario existen variaciones climáticas y emersión lenta y desigual de depósitos calcáreos lo que origina las amplias ondulaciones del norte (Robles-Ramos, 1958; Metcalfe *et al.*, 2000). La máxima elevación del nivel del mar, la cual alcanzó de 3-6 metros por encima del nivel actual, ocurre en el Pleistoceno (hace 122, 000 años). En esta época el mar se levantó en los límites este de la península y sur de Cozumel, permitiendo el crecimiento de el coral (Szabo *et al.*, 1978). También en esta época se registra el comienzo de las oscilaciones climáticas por los últimos 36,000 años, en las que han ocurrido periodos largos de sequía seguidos de otros más húmedos; instalándose el clima actual en el Holoceno temprano (Metcalfe *et al.*, 2000). Las dunas carbonatadas, como las de Tulum e isla Cancún, se depositaron y cementaron rápidamente en la costa durante el Holoceno hace 3, 500-4, 000 años, y su crecimiento cesó hace 2,500 años (McLaren y Gardner, 2000). Sólo el borde extremo norte y este de la Península son carbonatos del Holoceno (López-Ramos, 1982). Las regresiones del Cuaternario no bajaron el nivel del mar lo suficiente para conectar islas como Cozumel o Banco Chinchorro con el continente, la profundidad máxima que los separa es de 400-800 m. Además hay muchas playas de menos de 100 años por lo que muchas lagunas no están bien establecidas (Escobar-Nava, 1986).

Fisiografía. La Península se caracteriza por un relieve predominantemente plano con poca elevación sobre el nivel del mar, en el cual se encuentran como principales excepciones, la sierrita de Ticul y la meseta de Zoh Laguna con elevaciones de 275 y 400 msnm, respectivamente (Fig. 2). La primera elevación se encuentra en Campeche y Yucatán; forma un declive en forma de V con el vértice hacia el norte y va perdiendo altura conforme se extiende hacia la costa suroeste del estado. La segunda, se ubica al sur y es compartida por Quintana Roo y Campeche (Petén). El paso de las partes elevadas a las bajas se realiza por medio de escalones bruscos. Las formaciones que caracterizan su paisaje incluyen cerros, montículos, altillos, planadas, hondonadas y cenotes (Miranda, 1958a; Duch, 1991).

Carece de plataforma continental en su extremo oriental. El cordón litoral tiene en sus partes más anchas 3 km y mide 1,670 km. Las costas de la Península son bajas y onduladas con la ausencia de grandes perturbaciones tectónicas y presencia de dunas (formaciones arenosas convexas por la acción de vientos frontales). Los arenales de la costa se componen de sedimento marino calcáreo (conchas y coral) y son terrenos inestables que sólo muestran

consolidación en zonas con mucha vegetación que ayuda a la formación de suelo poco desarrollado (Beltrán, 1958; Ferrusquía-Villafranca, 1998; Duch, 1991).

Los ríos carecen de depósitos aluviales y zonas de inundación. Al norte es posible encontrar llanos con fosos o cenotes que carecen de drenaje superficial. Al este hay marismas y arrecifes de coral (Miranda, 1958a; Ferrusquía-Villafranca, 1998).

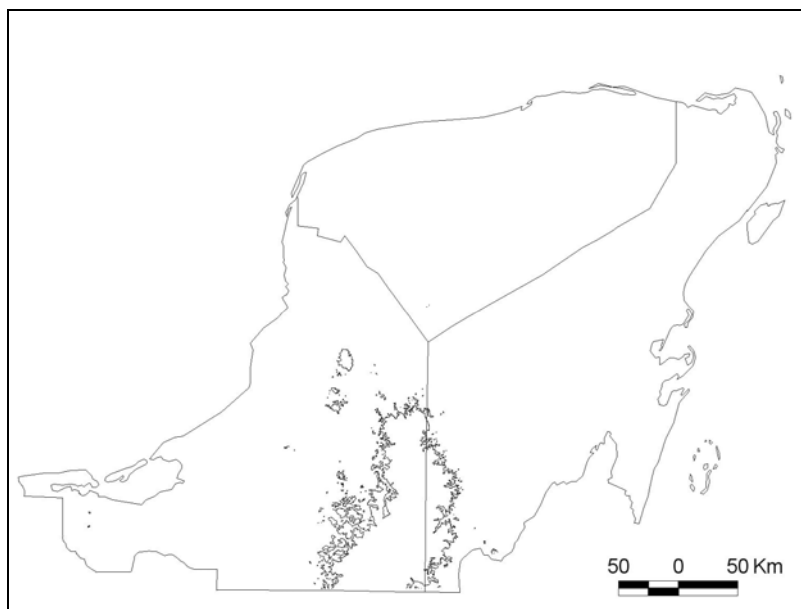


Figura 2. Elevaciones de más de 200 m.s.n.m en la Península de Yucatán

Aunque Duch (1991) considera que en la Península no se forman entidades fisiográficas bien caracterizadas, pues todas las zonas presentan características comunes, Cervantes-Zamora *et al.* (1990) han delimitado las siguientes provincias (Fig. 3):

- 1) Carso o Karst Yucateco. Es la más amplia en extensión superficial y diversa en cuanto su morfología. Alcanza alturas máximas de 35 msnm (Duch, 1991). Se encuentra en prácticamente todo el estado de Yucatán (excepto una pequeña porción al suroeste), en el noreste de Quintana Roo y un área menor al norte de Campeche. Existen fallas tectónicas que dan lugar a lagunas que solamente aparecen en la porción oriental, lo cual marca diferencias suficientes con el resto de las provincias, en la que no existen este tipo de formaciones. Se distingue por poseer terrenos planos, ligera y moderadamente ondulados con promontorios pequeños y hundimientos de forma circular, con diámetro y profundidad variables. Existen llanuras rocosas inundables. Los suelos son leptosoles principalmente de mal drenaje (Escobar-Nava, 1986; Duch, 1991).
- 2) Carso y lomeríos de Campeche. Es la segunda en extensión. Se encuentra distribuida en la mayor parte del estado de Campeche en la parte central, al suroeste de Quintana

Roo y en menor medida en el suroeste de Yucatán. Incluye las partes de mayor altitud de la Península, alcanza alturas máximas de 400 msnm y mínimas de 35 msnm. Se distingue por poseer terrenos asociados con llanuras más o menos extensas. Se encuentra a la Sierrita de Ticul y la meseta de Zoh Laguna. El relieve está formado por ondulaciones y cerros aplanados de declives suaves. El desnivel oscila entre los 20-40 metros. Es posible encontrar suelos regosoles, leptosoles y vertisoles con alto contenido de materia orgánica y buen drenaje (Miranda, 1958a; Duch, 1991).

- 3) Costa baja de Quintana Roo. Posee menos de la mitad de extensión que la anterior. Se encuentra en el sureste de Quintana Roo hacia la región de Banco Chinchorro. Consta de terrenos planos inundables con ondulaciones ligeras y alturas sobre el nivel del mar de 2-10 metros. Los suelos son gleysoles típicos de este tipo de terrenos (Escobar-Nava, 1986; Duch, 1991).
- 4) Llanura y pantanos tabasqueños. Esta provincia se encuentra al suroeste de Campeche y llega hasta el estado de Tabasco. Son terrenos planos inundables con suelo de tipo gley y ondulaciones ligeras a moderadas y con una altura máxima de 50 msnm (Miranda, 1958a)

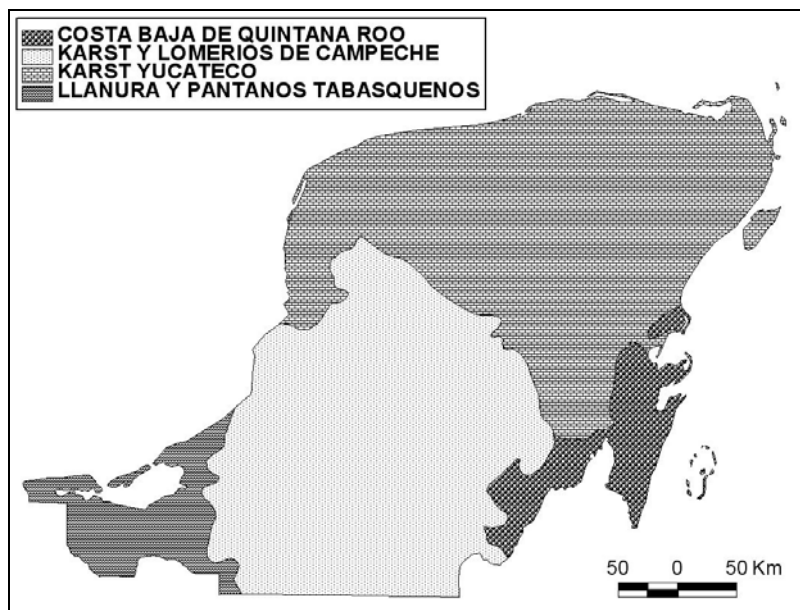


Figura 3. Provincias Fisiográficas de la Península de Yucatán.

Hidrología. Al norte carece casi por completo de corrientes superficiales gracias a la permeabilidad de la zona; pero esta ausencia es compensada con depósitos de agua subterránea (Duch, 1991). Los cenotes son abundantes especialmente en las áreas del noroeste (hasta 3 por kilómetro cuadrado), estos se encuentran en diferentes etapas de formación (Perry *et al.*, 1995). El agua de la lluvia que penetra a través de la roca caliza y las corrientes subterráneas, rellenan los cenotes. La profundidad de los acuíferos aumenta conforme la altitud del nivel del mar es mayor (Duch, 1991).

Hacia el sur se encuentra el río Hondo (Quintana Roo, Fig. 4) y sus pequeños tributarios, así como las grandes lagunas del área de Bacalar. Hacia el oriente y occidente, hay lagunas costeras comunicadas con el mar Caribe y el Golfo de México, respectivamente. Además en la Península se encuentra situado hacia el norte de la reserva de la biosfera Sian Ka'an el sistema de cuevas inundadas más largo del mundo (Schmitter, 1998).

En la parte sur de la Península (Quintana Roo y Campeche) aumenta la precipitación (hasta 2000mm) de tal manera que en esta porción existen ríos superficiales y corrientes de agua temporales (Duch, 1991; Fig. 4). En la parte central de Campeche se encuentra el Río Champotón que desemboca en el Golfo de México. Al sureste de Campeche y su límite con Tabasco, hay varios ríos. El más largo es el Río Candelaria el cual tiene varios tributarios y desemboca en la laguna de Términos (Robles-Ramos, 1958).

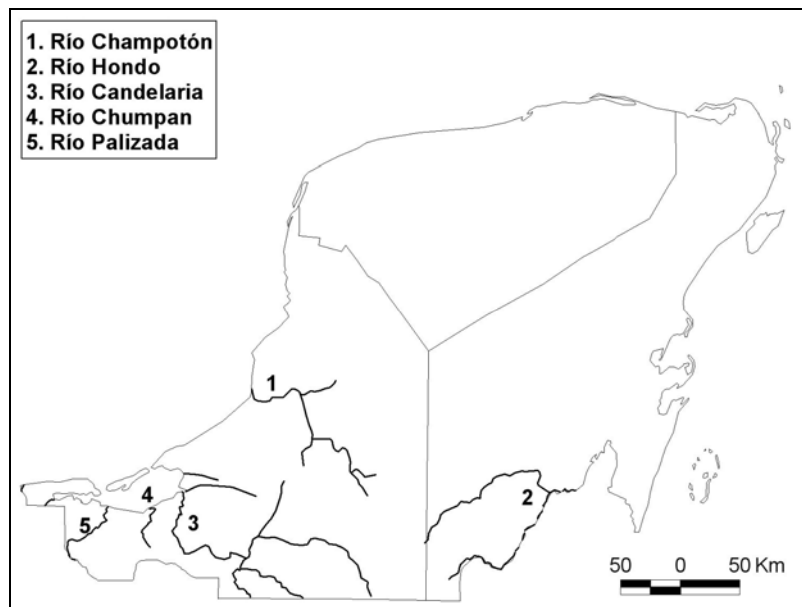


Figura 4. Corrientes de agua importantes de la Península de Yucatán.

Islas. Es posible encontrar islas en los tres Estados, aunque la mayoría se localiza en Quintana Roo. La isla de mayor tamaño es Cozumel, está rodeada del banco arrecifal del Caribe. Otras islas importantes de la Península son Cancún, Mujeres, del Carmen y Holbox (Beltrán, 1958). Por otro lado, Banco Chinchorro, que es un complejo arrecifal localizado a 30 km frente a la costa sureste, forma parte del cinturón de arrecifes del Atlántico occidental y presenta un área de 800 km² con un banco arenoso de 46 km de largo y 15 de ancho. Tiene forma elíptica; las zonas emergidas son cuatro cayos: norte (son dos pequeños), centro, menor y lobos (Aguilar-Perera y Aguilar-Dávila, 1993).

Al noroeste de la Península, a unos 100 km, se encuentra Banco Campeche, que es un arrecife de coral en el Golfo de México (Howell, 1989). Arrecife Alacrán es el grupo de islas más oriental y está compuesto por cuatro islas principales: Isla Pérez (la principal), Cayo

Arenas, Isla Triángulo Oeste y Cayo Arcas. Es una plataforma oval y de agua superficial de aproximadamente 100 millas cuadradas en extensión con una laguna cerrada (Kornicker y Boyd, 1999).

Clima. La Península de Yucatán queda localizada dentro del cinturón intertropical mundial por lo que el régimen climático es predominantemente caluroso. Conforme avanza en latitud, las condiciones climáticas varían haciéndose más secas y áridas (Contreras-Arias, 1958). Al ser una península se ve afectada por influencias marítimas, principalmente por vientos húmedos y frescos. Debido a esto las diferencias térmicas entre el día y la noche se ven atenuadas por lo que la temperatura tiene un comportamiento más homogéneo entre más cercano se esté a la costa (Duch, 1991). Además se ubica en la trayectoria de los vientos alisios y del norte, así como de los ciclones que se originan del Caribe. Estos eventos naturales ayudan a explicar también la cantidad y distribución de la precipitación anual, especialmente las lluvias de invierno (Contreras-Arias, 1958). La Sierrita de Ticul constituye una pequeña barrera orográfica que afecta la distribución climática ya que favorece la existencia de una sombra de lluvia sobre la parte del territorio que se despliega al sur, lo que hace menos húmedo el clima en ella (Duch, 1991).

Los regímenes de temperatura en la Península son homogéneos entre estaciones pues debido a su ubicación la radiación solar es uniforme (Contreras-Arias, 1958). La temperatura media anual en los tres Estados que la conforman es de 26°C con variaciones que van desde los 24.5°C en la costa y sobre la Sierrita de Ticul y los 27.8°C en la parte central (SARH, 1977). Mayo por lo regular es el mes más caliente (30°C o más), mientras que diciembre o enero, los más frescos (entre los 20.5°C y 24.5°C). La oscilación térmica anual es entre 5°C y 7°C (Duch, 1991).

En cuanto al régimen pluvial, tiene una distribución menos homogénea que la temperatura (Fig. 5). En general, la mayor parte de la lluvia cae de Mayo a Noviembre e incrementa de norte a sur y en la porción norte, de oeste a este. En otoño e invierno suelen presentarse ciclones tropicales (Contreras-Arias, 1958). El estado de Yucatán se distingue por mostrar un gradiente de humedad que va de seco a subhúmedo y cuyo monto anual fluctúa, en el extremo noroccidental, de 125-600 mm, aumentando hacia la porción sur donde la precipitación varía entre 600 y 1500 mm (Duch, 1991). En el estado de Quintana Roo el gradiente va de húmedo a subhúmedo; la precipitación media anual se incrementa gradualmente de norte a sur y de tierra adentro hacia la costa, de 700 a 1500 mm (Escobar-Nava, 1986). Finalmente en el estado de Campeche se presenta la mayor cantidad de precipitación de la Península que va de los 800 a 2500 mm aumentado de este a oeste y de norte a sur con gradientes y húmedo y subhúmedos (Vidal-Zepeda, 1990).

La disminución de la precipitación en dirección sureste a noroeste, puede atribuirse a la ubicación de la Península. La corriente formada por masas de aire del Caribe y el Atlántico es húmeda y caliente; y es causante de las lluvias de mayor importancia del país; sin embargo, la corriente del noroeste (procedentes de Estados Unidos y Canadá) es fría y seca; y ambas se juntan en el extremo noroeste donde las condiciones se vuelven secas y áridas (Contreras-Arias, 1958).

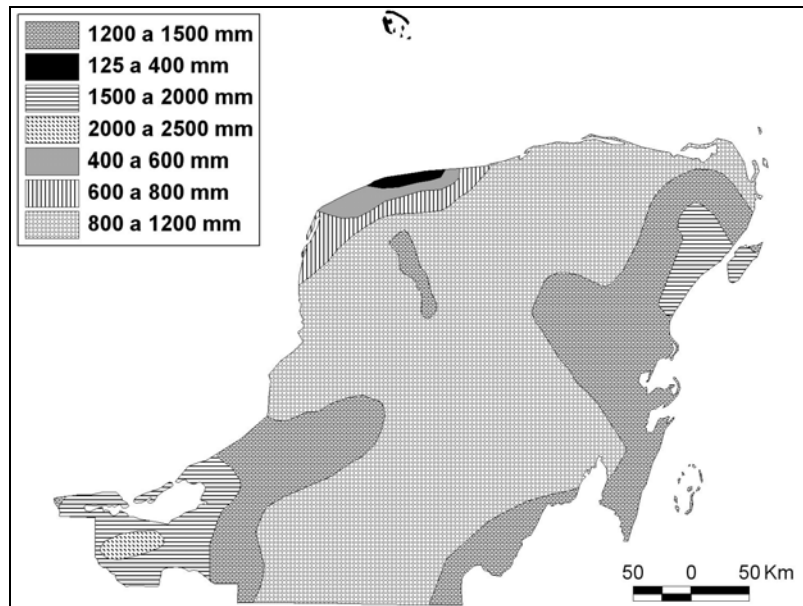


Figura 5. Distribución de la precipitación en la Península de Yucatán.

La Península de Yucatán presenta entonces los siguientes tipos y subtipos climáticos (García, 1998):

Climas cálidos A.

Aw. Topical subhúmedo con lluvias en verano e invierno seco. Ocupa la mayor parte de la Península. Aparecen los subtipos siguientes, cuya diferencia fundamental corresponde a su mayor o menor porcentaje de lluvia (García, 1988 y Duch, 1991).

Awo Lluvias en verano del 5 al 10.2% anual

Awo(x') porcentaje de lluvia invernal mayor al 0.2%

Aw1 Lluvias en verano mayores al 10.2% anual

Aw1(x') porcentaje de lluvia invernal mayor al 0.2%

Aw2 Lluvias en verano mayores al 10.2% anual

Aw2(x') porcentaje de lluvia invernal mayor al 0.2%

Am Tropical húmedo con lluvias intensas en verano y relativamente seco en invierno. Se encuentra en la parte sureste de la Península, así como en la Isla Cozumel (SARH, 1977).

Am(f) Lluvias intensas en verano mayores al 10.2% anual

Climas secos B

BS. Cálido semisecos con régimen de lluvias en verano. Sólo existe en la parte costera del norte como una angosta franja paralela a la línea litoral (Duch, 1991).

BS1 Semiárido, cálido, lluvias de verano

BS1(h')w Lluvias de verano e invierno mayores al 18% anual

Bso Árido, cálido con lluvias entre verano e invierno

BSo(h')(x') Lluvias mayores al 18% anual

Vegetación. La vegetación de la Península es considerada diversa para una planicie costera, con aproximadamente 2, 477 especies de plantas con una mayor afinidad con elementos Centroamericanos que con otras regiones de México o las Antillas (Estrada-Loera, 1991, Espadas-Manrique, 2003). El clima es el factor que más influye sobre la forma en que se distribuye la vegetación en la entidad aunque también se relaciona con las zonas fisiográficas e historia geológica de la Península. Conforme la precipitación disminuye de sur a norte, la vegetación cambia de asociaciones perennifolias a caducifolias (Miranda, 1958b; Estrada-Loera, 1991). Existen seis principales tipos de vegetación en la Península de Yucatán (Rzedowski, 1990, Fig. 6):

Bosque tropical perennifolio. Es el tipo de vegetación con mayor distribución de la Península pues ocupa la mayor parte de los territorios de Campeche y Quintana Roo. La selva alta perennifolia se localiza al suroeste de Campeche; es adyacente a las sabanas, al bosque tropical subcaducifolio, extendiéndose hacia el sur hasta Guatemala. Se encuentran también manchones de agrupaciones de hidrófitas. En Quintana Roo se encuentra localizadas adyacente a las costas de la Bahía de Chetumal. Se desarrolla a altitudes de 2-50 msnm (SARH, 1977) y está representada por árboles cuya altura oscila entre 27 y 35 metros, de los cuales más del 75% conservan la hoja en época de estío (Rzedowski, 1978). Las altitudes varían de 2 a 50 msnm con una pendiente de 9 a 11%, pertenece a terrenos suavemente quebrados con poca pedregosidad (SARH, 1977).

El bosque mediano perennifolio ocupa la mayor parte de Quintana Roo e isla Mujeres, así como parte del centro de Campeche y pequeñas porciones localizadas al sureste de Yucatán. Es adyacente a la selva mediana subcaducifolia, selva alta perennifolia, selva baja caducifolia, bosque espinoso, manglares y agrupaciones de hidrófitas (SARH, 1977). La comunidad vegetal se caracteriza por el predominio de árboles de más de 25 metros de altura, de los cuales de 20% a 50 % de sus componentes son caducos (Rzedowski, 1978). Las altitudes varían de 3 a 250 msnm.

Los bosques bajos perennifolios están caracterizados por árboles de altura de 6 a 8 metros, de los cuales más del 50% conservan sus hojas siempre verdes (Rzedowski, 1978). Se encuentra en Quintana Roo y Campeche, además de existir manchones dispersos de poca

extensión en otras partes de la Península. Está rodeado en su totalidad por el bosque mediano perennifolio y se encuentra a una altitud de 100 msnm en terrenos sin pendiente (SARH, 1977).

Las especies más características son *Terminalia amazonia* (chacté), *Tabebuia guayacan* (guayacán), *Brosimum alicastrum* (ramón), *Achras zapota* (zapote), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Astronium graveolens* (jobillo), *Bucida buceras* (pucté), *Platymiscium dimorphandrum* (hormiguillo), *Laplacea grandis* (masananchè), y *Lycania platyphus* (cabeza de mico); encontrándose, además, gran variedad de bejucos, helechos y epífitas (Miranda, 1958b; SARH, 1977 y Rzedowski, 1978).

Bosque tropical subcaducifolio. Entre Mérida y la costa del Caribe, se encuentra el bosque mediano subcaducifolio. La transición de bosque mediano subcaducifolio a bosque mediano subperennifolio corresponde aproximadamente al límite político territorial entre los estados de Yucatán y Quintana Roo, así como del paisaje que ha sido alterado por actividades humanas y grandes fragmentos de bosque. Es posible encontrar elementos intermedios entre el tipo de vegetación anterior y el bosque tropical caducifolio (Miranda, 1958a). Parte de este tipo de vegetación subcaducifolia es considerada como bosque tropical seco, junto con todo el caducifolio. El bosque tropical seco es uno de los cuatro tipos de bosque de mayor extensión en el país y está dominado por árboles de estatura mediana que pierden sus hojas en la estación seca; su distribución esta definida por la precipitación y temperatura (Sánchez-Azofeita *et al.*, 2005).

Bosque tropical subcaducifolio. En la Península sólo existe el bosque bajo caducifolio que se localiza principalmente en la costa noroeste del estado de Yucatán, con una pequeña porción en Campeche, cerca del límite estatal. Es adyacente a las sabanas, al bosque tropical subcaducifolio y los bosques espinosos (SARH, 1977) Tiene árboles de 6-15 metros de alto en donde más de 50% de las especies pierde sus hojas en la época seca; en ocasiones se mezclan algunas especies espinosas si la vegetación original se encuentra perturbada (SARH, 1977 y Rzedowski, 1978). Las especies arbóreas características son: *Pithecellobium albicans* (chukum), *Acacia milleriana* (chimay), *Acacia gaumeri* (catzín), *Caesalpinia gaumeri* (Kitamché), *Gymnopodium antigonooides* (Tzitzilché), *Lysiloma bahamensis* (Tzalám), *Alvaradoa amorphoides* (belsinikché), *Bursera simaruba* (chakah). Además se encuentran algunas especies de agaves, como *Agave fourcroydes* (jacqui) y *Agave sisalana* (sisal); y de gramíneas, como *Bouteloua filiformis* (kuzúk) (Miranda, 1958a; SARH, 1977 y Rzedowski, 1978).

Bosque espinoso. Este tipo de vegetación está localizado en la porción más seca del estado de Yucatán, en los lugares cercanos a la costa, donde forma una franja de 4-15km de ancho, encontrándose limitado al norte por los manglares y al sur por el bosque bajo caducifolio; existiendo manchones en los estados de Campeche y Quintana Roo (SARH, 1977).

La vegetación esta representada por componentes de una altura de 5 a 8 m , 70% o más de las especies tiran las hojas en épocas secas (Rzedowski, 1978). Los principales componentes son: *Acacia gaumeri*, *Mimosa hemyendita* (sacatzín), *Acacia milleriana*, abundante cactáceas como *Cephalocereus gaumeri* y *Lemairocereus griseus* (Miranda, 1958a y SARH, 1977).

Pastizal o Sabana. Se encuentra localizada en la parte oeste de la Península, en el estado de Campeche y manchones dispersos en Yucatán de extensión poco considerable; en altitudes menores a los 50 msnm. Limita con el bosque tropical caducifolio y manglares (SARH, 1977). Se presenta en suelos de drenaje deficiente que se inundan en la época de lluvias y en la sequía se endurecen y agrietan al perder agua (García, 1988). Son formadas por una asociación que se desarrolla en praderas, constituida por gramíneas ásperas amacolladas y ciperáceas, con vegetación arbórea dispersa. Los árboles característicos de este tipo de vegetación son *Byrsonima crassifolia* (nanche), *Crecensia cujete* (jicaro), *Paurotis wrighii* (palma) y *Curatella americana* (yaha) (García, 1988 y Miranda, 1958b)

Vegetación acuática y subacuática. Los fenómenos marinos responsables de la fisiografía del litoral arenoso y los depósitos lacustres de la costa, tienen que ver con la presencia de la vegetación acuática y subacuática, así como los matorrales costeros (Duch, 1991). En la parte norte de Yucatán así como pequeñas porciones de la parte sur de Quintana Roo, es posible encontrar manglares (Trejo-Torres *et al.*, 1993). La franja puede llegar a 12 km de ancho y es adyacente al bosque espinoso, sabanas, dunas costeras y bosque mediano perennifolio y bajo caducifolio (SARH, 1977). La combinación de vegetación de manglar y bosque tropical es llamada Petén, el cual está constituido por plantas hidrófitas inermes, generalmente arbóreas, con una altura que varía de 4 a 20 m (Rzedowski, 1978). Las especies más características de manglar son: *Rizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Rizophora* sp. (mangle azul), *Avicennia nítida* (mangle prieto), *Conocarpus erecta* (botoncillo), *Thrinax parviflora*, y *Achras zapota*. Cuando llega la época de secas, los suelos dejan de estar anegados y brotan gramíneas y ciperáceas (Rzedowski, 1978; Trejo-Torres *et al.*, 1993).

También hay agrupaciones de hidrófitos que son manchones dispersos en la Península. Se les encuentra a una altitud menor a los 20 msnm. La vegetación es muy variable, encontrándose diferentes asociaciones vegetales de plantas anuales en inundaciones temporales y plantas perenes generalmente arbustivas. Los componentes vegetales predominantes incluyen: *Paspalum fasciculatum* (camalote), *Paspalum virgatum* (Pajón), *Cyperus rotundus* (cabezon), *Typha angustifolia* (tule) y popal de los géneros *Calathea*, *Talía*, *Eichhornia*, *Heliconia* (SARH, 1977).

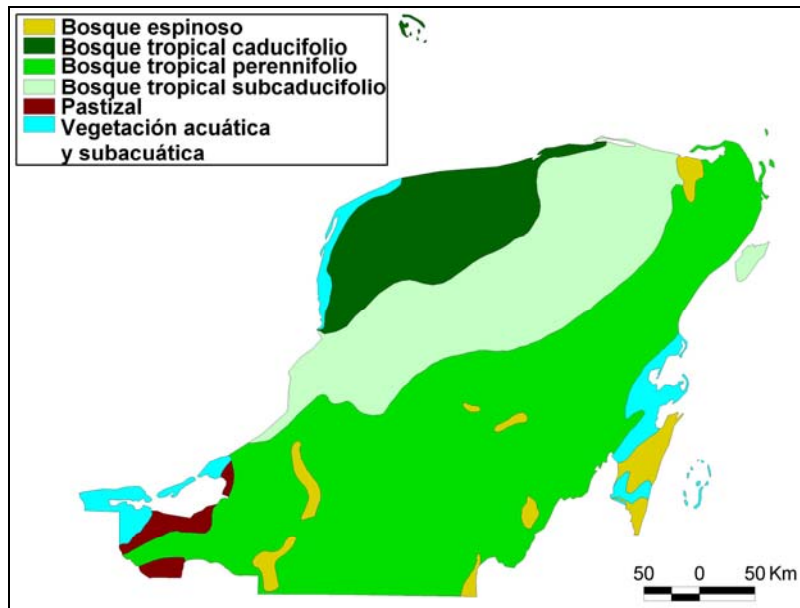


Figura 6. Distribución potencial de la vegetación en la Península de Yucatán.

Otros tipos de vegetación incluyen a los humedales y dunas costeras. Los primeros están representados por terrenos saturados de humedad que se encuentran inundados la mayor parte del año por lo que el suelo es del tipo fangoso constituido básicamente por cieno. La vegetación presente en esta zona es del tipo hidrófito, siendo las especies más abundantes *Typha latifolia* (tule), *Cladium jamaicense* (pasto navaja) y *Eleocharis* sp. (Miranda, 1958a). Las dunas costeras se encuentra en la periferia de la Península de Yucatán, en forma de una franja alargada de amplitud variada (hasta 300 m de ancho); o como manchones en Campeche y Quintana Roo. La vegetación está compuesta por *Coccoloba uvifera* (uvilla de mar), *Cordia sebestena* (anacahuita), *Agave* sp. (varias especies de agave) y *Coccus* sp (coco enano); sin embargo, no se puede determinar cuál era la vegetación original pues la zona está muy perturbada (SARH, 1977). Otros representantes de la flora incluyen una gran cantidad de plantas epifitas constituidas por bromelias, orquídeas y cactáceas, la cuales parecen derivar de la zona sur de México y del noroeste de Centro América (Miranda, 1958b).

Es importante saber que un alto porcentaje del territorio de la Península está ocupado por actividades ganaderas y de agricultura (Fig. 7) que en Yucatán ha desplazado a la milpa tradicional, en Campeche eliminó grandes superficies de vegetación natural y en Quintana Roo registró un incremento importante de cabezas de ganado en los últimos diez años; y la vegetación inalterada está prácticamente restringida a las zonas núcleo de las áreas protegidas (Hernández-Barrios y García de Fuentes, 2002).

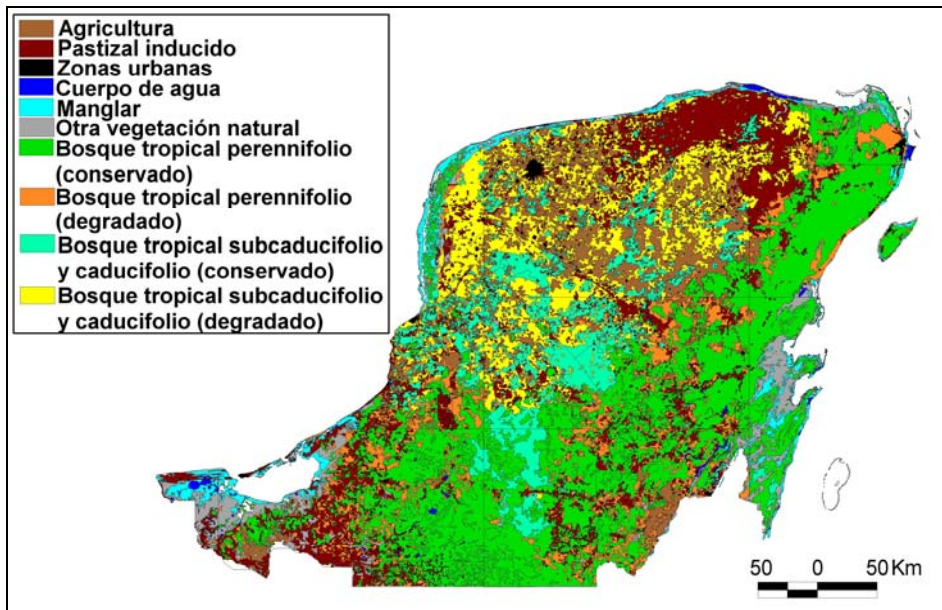


Figura 7. Distribución actual de los tipos de vegetación y uso de suelo en la Península (INE-SEMARNAT, 2002).

Debido a la gran influencia de las actividades humanas, las agrupaciones de vegetación secundaria ocupan la mayor parte de la Península (Fig. 8). Este tipo de vegetación es aquella que ha sido afectada recientemente por factores de perturbación naturales y, principalmente, humanos. Las agrupaciones primarias aún existentes incluyen fragmentos de los tres tipos de bosques tropicales, principalmente del perennifolio (Miranda, 1958b).

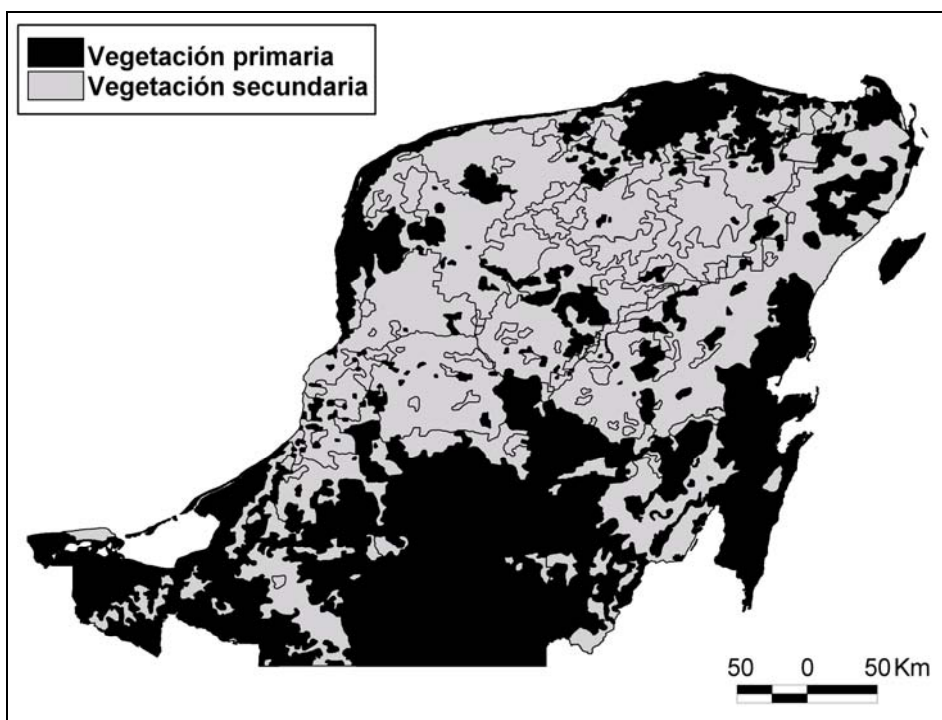


Figura 8. Extensión de la vegetación secundaria en la Península.

IV. OBJETIVOS

Objetivo General. Analizar los patrones generales de distribución de la riqueza y endemismo de especies en la avifauna de la Península de Yucatán considerando parámetros geográficos, físicos y ecológicos.

Objetivos Particulares

- Elaborar una base de datos georreferenciada, actualizada y corregida, para la avifauna de la Península de Yucatán.

- Obtener patrones espaciales de la riqueza y endemismo de la avifauna de la Península de Yucatán por medio del análisis de su distribución a nivel de registros puntuales, considerando también su estacionalidad.

- Analizar la relación entre la riqueza de especies y las provincias fisiográficas, la precipitación y la vegetación; comparando los patrones de distribución de las especies de aves de la Península para cada parámetro mediante el uso del índice de distancia de Bray y Curtis (1957).

- Observar la correspondencia de las especies endémicas o en alguna categoría de riesgo con respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) y Áreas Naturales Protegidas (ANP's); analizando su presencia en ellas.

V. MÉTODOS

Elaboración y depuración de la base de datos.

Se conformó una base de datos de la avifauna de la Península de Yucatán. Se elaboró en el programa Access 2003 (Microsoft, 2003a) con la siguiente información: nombre de la especie, familia y orden; localidad, estado, longitud, latitud, fecha de colecta, estacionalidad, endemismo y categoría en NOM-059-ECOL-2001 (DOF, 2002).

La información se obtuvo principalmente del *Atlas de las Aves de México* (Navarro *et al.*, 2002) y se complementó mediante la información contenida en otras la bases de datos de colecciones extranjeras (que se consultaron en línea en <http://www.conabio.gob.mx> y <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/AVECOLlections.html>) y nacionales (la Colección Nacional de Aves del Instituto de Biología, UNAM; y la Colección Ornitológica del Laboratorio de Vertebrados Terrestres del Instituto Politécnico Nacional). En el Anexo 1 se enlistan las colecciones cuyos registros de ejemplares de la Península fueron utilizados en el presente trabajo. También se consultaron fuentes bibliográficas para completar los datos de distribución (Paynter, 1955, Hardy *et al.* 1975, Howell, 1989, Kluzza, 1998, Lopez-Ornat *et al.*, 1989, Lynch, 1989; Lopez-Ornat y Ramo, 1992, DeGraaf y Rappole, 1995; AOU, 1998; MacKinnon *et al.*, 2003 y Correa-Sandoval *et al.*, 2006).

La información sobre endemismo se estableció de acuerdo a AOU (1998); y se dividió en dos categorías:

1. Especies endémicas a México (EM). Aquellas que sólo se distribuyen dentro de los límites territoriales del país.
2. Especies cuasiendémicas a México (CE). Las cuales además de encontrarse en México se comparten con el resto de la Península. Su distribución se extiende fuera del país en un área no mayor a 35 000 km².

La estacionalidad de cada especie se obtuvo a partir de trabajos como los de DeGraaf y Rappole (1995), Howell y Webb (1995) y AOU (1998). Se asignaron cinco categorías, según Navarro y Benítez (1993):

- Residentes. Se encuentran presentes en México todo el año.
- Migratorias residentes de invierno. Pasan el invierno en México y se reproducen al norte (Estados Unidos y Canadá).
- Migratorias residentes de verano. Sólo se encuentran en México en la etapa reproductiva (primavera y verano) pero el resto del año lo pasan en Sudamérica.
- Transitorias. Se encuentran en la zona por un corto tiempo ya que sólo la utilizan como parte de su ruta de migración hacia otro lugar (Centro y Sudamérica).

- Ocasionales o accidentales. Son aquellas que se encuentran sólo cuando se desvían de su ruta de migración (debido a condiciones atmosféricas anormales) o que sus visitas al país se dan en ciclos largos.

El arreglo filogenético utilizado fue el propuesto por AOU (1998) y sus suplementos 42-46 (AOU, 2000; Banks *et al.*, 2002, 2003, 2004 y 2005).

Esta base de datos tuvo que ser corregida. Primero se corrigieron los nombres de las localidades repetidas pero con diferentes coordenadas y de las localidades con diferente nombre pero mismas coordenadas. Después se georreferenciaron con grados, minutos y segundos las localidades que carecían de coordenadas. Se utilizó cartografía especializada (INEGI, 1987 y SCT, 1995). Estos datos se transformaron a decimales con el fin de exportarlos a un sistema de información geográfica (SIG) para su posterior análisis. Finalmente se revisó que todas las coordenadas estuvieran dentro de los límites continentales y estatales del área de la Península de Yucatán estudiada. Para esto se utilizó la cartografía digital de División Política Estatal escala 1: 250 000 elaborada por CONABIO (2003) y el programa ArcView 3.2 (ESRI, 1999). La base de datos corregida se depositó en el Museo de Zoología en la Facultad de Ciencias, UNAM.

Análisis de los datos.

La base de datos construida se transformó a formato DBase IV para poder ser utilizada en el SIG Arc View 3.2 (ESRI, 1999). Los análisis incluyeron:

a) Distribución de la riqueza y endemismo. En primer lugar se elaboró un mapa mostrando la distribución geográfica de las localidades de colecta de la Península de Yucatán y en un segundo mapa se muestra la distribución de las carreteras. Los mapas se realizaron para verificar si la distribución de las localidades de colecta esta relacionada con la de las carreteras principales.

Se elaboraron dos mapas de distribución geográfica de la avifauna de la Península uno de acuerdo a los registros puntuales totales y el otro de especies con algún tipo de endemismo contenidos en la base de datos elaborada. En ellos se muestran la cantidad de registros que se tienen para cada localidad con el fin de distinguir aquellas en las que se han realizado mayores esfuerzos de colecta de ejemplares. De la misma manera, se realizaron mapas representativos de la riqueza de especies totales y endémicas por localidad puntual, para obtener un patrón general de cómo está distribuida la riqueza y endemismo en la Península de Yucatán.

También se elaboraron histogramas de frecuencia del número de ejemplares y especies (totales y endémicas) por estado de la Península para verificar qué Estado registra mayor cantidad de ejemplares, riqueza de especies y endemismos. En los análisis se consideró a la Isla Cozumel como área independiente de Quintana Roo debido a la gran cantidad de registros que presenta. Para determinar patrones de distribución de la riqueza de acuerdo a la estacionalidad se elaboraron histogramas de frecuencia del número total de especies representadas por cada Estado. Se obtuvo la riqueza de especies de aves residentes, migratorias (de invierno y de verano), transitorias y ocasionales. También se representa su distribución en mapas de la Península.

Como análisis adicional de la riqueza de la avifauna de la Península se decidió estimar el número total de especies que se distribuyen en esta región, a partir de los datos de colecta. Primero se dividió a la Península en cuadrantes de $0.5^{\circ} \times 1^{\circ}$ que a estas latitudes equivale aproximadamente a 50×111 km ($5,550$ km²). Se decidió utilizar cuadrantes de esta área debido al muestreo tan disperso que se ha realizado en la región, por lo que con una cuadrícula menor se tendrían varios cuadrantes sin registros; sin embargo, debido a la forma tan irregular de la Península, algunos cuadrantes no tuvieron la misma área. La cuadrícula elaborada fue utilizada para construir una matriz básica de datos, en la que se registraron los datos de presencia (codificados con 1) y ausencia (codificados con 0) de cada especie en cada cuadrante.

La obtención del total de especies probables se realizó utilizando el estimador de riqueza Chao2 (Chao, 1987) que para realizar los cálculos utiliza matrices de presencia-ausencia de especies en muestras (en este caso cuadrantes). Este estimador ya ha sido empleado en otros estudios similares (Escalante et al., 2002; Jonson y Ward, 2002) pues permite estimar la riqueza total de especies en un área determinada basándose en la fauna ya registrada e incluyendo aquella que no está presente en ninguna muestra; a diferencia de otros estimadores que sólo usan la que ya se ha registrado. Los datos se procesaron en el programa computacional EstimateS 7.5 (Colwell, 2005) analizando la matriz con el estimador Chao2 corregido y 100 aleatorizaciones sin remplazo para minimizar el efecto del orden de las muestras. Con los datos obtenidos se elaboró una gráfica de polígonos de frecuencia comparando el número de especies estimado y representado en la base datos construida.

b) Distribución y análisis de similitud de la avifauna con respecto a la precipitación, la vegetación y las provincias fisiográficas. Para los análisis se ocuparon los datos de rangos de precipitación, tipo de vegetación, provincias fisiográficas, utilizando coberturas temáticas (mapas digitales) para comparar sobre la distribución de la riqueza de especies total y endémica, así como por tipo de estacionalidad. La cartografía digital utilizada para la

elaboración de todos los análisis fue obtenida a través de la página en línea de CONABIO (<http://www.conabio.org.mx>) y la infoteca de SEMARNAT (<http://infoteca.semarnat.gob.mx>, Cuadro 1).

Cuadro 1. Coberturas cartográficas utilizadas en este estudio

Cartografía	Referencia
División Política Estatal Escala 1: 250 000	CONABIO, 2003
Mapa Base Campeche Escala 1: 250 000	CONABIO, 2004
Mapa Base Quintana Roo Escala 1: 250 000	CONABIO, 2006
Mapa Base Yucatán Escala 1: 250 000	CONABIO, 2006a
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves Escala 1: 250 000	CIPAMEX-CONABIO, 1999
Uso de Suelo y Vegetación 2000 Escala 1: 250 000	INE-SEMARNAT, 2002
División Política Estatal Escala 1: 4 000 000	INEGI, 1990
Precipitación media anual Escala 1: 4 000 000	Vidal-Zepeda, 1990
Vegetación Potencial Escala 1: 4 000 000	Rzedowski, 1990
Provincias Fisiográficas de México Escala 1:4 000 000	Cervantes-Zamora, et al., 1990
Áreas Naturales Protegidas Escala 1: 4 000 000	CONANP, 2003

A partir de la información de las coberturas y para representar la distribución de las especies, se elaboraron histogramas de frecuencia del número de especies totales (en toda la Península y por Estado), endémicas y según su estacionalidad, encontradas en cada cobertura para reconocer algún patrón de la avifauna para cada una de ellas. Para la realización de los histogramas de frecuencia acerca de las especies con algún tipo de endemismo, se consideraron aquellas endémicas a México, las cuasiendémicas y el endemismo total.

Adicionalmente, considerando que la cobertura de vegetación que se utilizó para los análisis anteriores es sobre vegetación potencial; se elaboraron mapas utilizando las coberturas

con información sobre extensión de la vegetación secundaria y sobre distribución de la vegetación actual en la Península; y sobreponiendo los datos de registros de colecta por localidad se analizó cuáles son las características de la vegetación en las que se han realizado los mayores esfuerzos de colecta.

Para examinar la afinidad entre la avifauna se utilizó la matriz con los datos de presencia y ausencia de las especies (caracteres) por cada cuadrante de la cuadrícula elaborada (unidades taxonómicas operativas, OTUs por sus siglas en inglés). A esta se le aplicó el índice de distancia de Bray-Curtis (1957) que es una medida de disimilitud la cual no le da valor a las ausencias compartidas entre cada unidad clasificatoria, lo que conviene en este tipo de estudios en los que se trabaja con datos de ausencias no confirmadas (De Klerk et al., 2002), es decir, el hecho de que una especie no haya sido registrada no significa que no esté ahí y más si el esfuerzo de muestreo es heterogéneo entre los cuadrantes. Los valores obtenidos con este índice varían entre 0 y 1, donde 0 representa la mínima disimilitud y 1 la máxima disimilitud.

Con los datos resultantes se obtuvo la matriz de disimilitud a la que se le aplicó el método de agrupamiento UPGMC (método de ligamiento no ponderado usando centroides) ya que se ha demostrado que el uso del centroide resulta ser el método de agrupamiento con mejor desempeño al analizar datos binarios (Hands y Everitt, 1987). Con la matriz resultante se construyó un único fenograma que muestra la similitud de la avifauna entre cada cuadrante. Además se obtuvo el coeficiente de correlación cofenético el cual es utilizado como medida de la bondad de ajuste de los datos obtenidos a partir del análisis de agrupamiento; siendo los valores mayores o iguales a 0.8 indicativos de un buen ajuste.

De la misma manera se elaboró una matriz básica de datos en la que registró la presencia o ausencia de cada especie en cada rango de precipitación, tipo de vegetación y provincia fisiográficas. A cada matriz se le aplicó el índice de Bray-Curtis (1957) y posteriormente el UPGMC obteniéndose tres fenogramas (uno por cada parámetro) en los cuales se indicó el coeficiente de correlación cofenético. Todos los análisis de similitud y para la obtención del coeficiente de correlación cofenético, se realizaron utilizando el programa NTSYS 2.02c (Rohlf, 1997). Los histogramas y gráficas de polígonos de frecuencia se elaboraron en el programa Excel 2003 (Microsoft, 2003b).

c) Conservación de la avifauna de la Península de Yucatán. A partir de la base de datos se obtuvo el número de especies incluidas en la NOM-059-ECOL-2001 por Estado, la cual se representó en un histograma de frecuencia de número de especies representadas en la norma por Estado.

Además, para el análisis se consideró la distribución del endemismo en ANP's y AICAS, pues ha sido mencionado en otros trabajos (Myers et al., 2000, Peterson et al., 2000) que estas especies tienen una importancia particular en los esfuerzos de conservación; sin embargo, en México es probable que ésta importancia no haya sido evaluada apropiadamente. La distribución de endemismos se comparó con la localización de las ANPs establecidas y AICAS propuestas para la Península. Asimismo se compararon las localidades con mayor riqueza de especies con la disposición de las ANP y AICAS, ya que también se ha citado que las áreas con una alta riqueza de especies deben ser prioridad para la conservación (Gaston y Rodrigues, 2003). Para ambas comparaciones se utilizaron los mapas digitales elaborados por CIPAMEX-CONABIO (1999) y CONANP (2003).

V. RESULTADOS

Distribución de la riqueza y endemismo. Un total de 11,530 registros se reunieron, después de la revisión y corrección de los datos (georreferencia y nombre de especie) la base se redujo casi en un 10% permaneciendo al final 10,983 registros de colecta de 474 especies en 857 localidades únicas (Fig. 9). La reducción de la base de datos se debió a que se encontraron varios errores: ortográficos, de sinonimia en nombres de localidades con diferentes coordenadas, desigualdad de nombres de localidades con mismas coordenadas, nombres de especies incompletos o erróneos y ausencia de datos que permitieran la asignación de coordenadas geográficas al registro. Hay que recordar que no todas las especies consideradas tienen ejemplares depositados en las colecciones consultadas pues algunas de ellas sólo son registros visuales con coordenadas, añadidos para completar la lista de especies. En el Anexo 2 se enlistan las especies obtenidas en este trabajo.

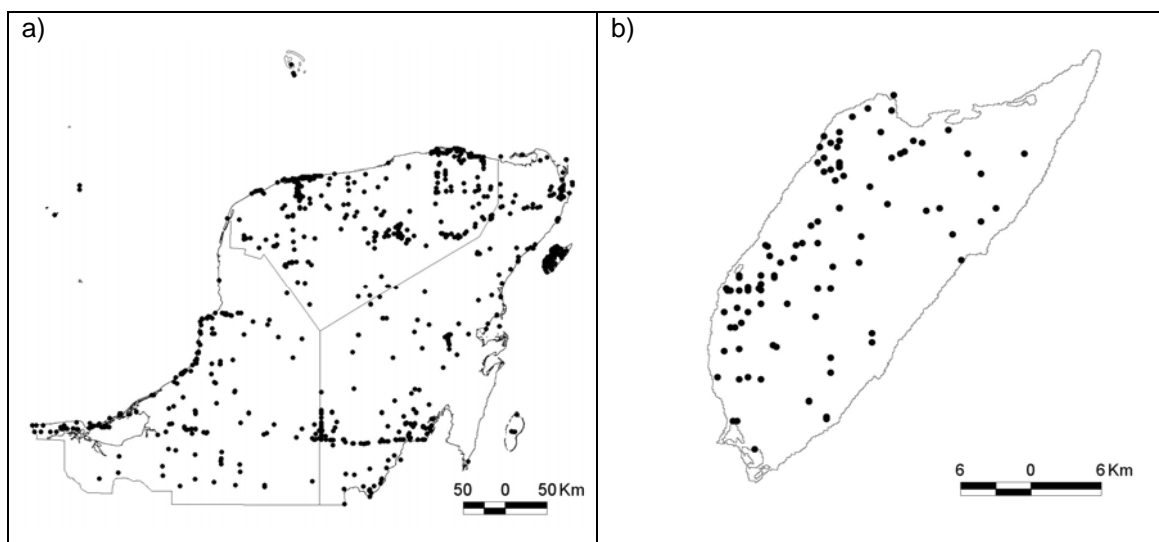


Figura 9. a) Localidades con especímenes colectados dentro de la Península de Yucatán. b) Localidades de la Isla Cozumel, Q. Roo.

De los 10,983 registros considerados, es en el estado de Quintana Roo donde se encuentra el mayor esfuerzo de reconocimiento pues ostenta casi la mitad de todos los registros (47.9%, 5,271 registros). De estos 1,704 (15.5% del total de la Península y 32.3% del total de Estado) pertenecen a Isla Cozumel, la cual presenta incluso mayor número de registros que Campeche. Después de Quintana Roo; Yucatán es el estado con mayor número de especímenes registrados en la base de datos con 4,053 que equivalen al 36.9% del total de la Península. Finalmente, Campeche presenta sólo 1,659 registros (15.2%) (Fig. 10).

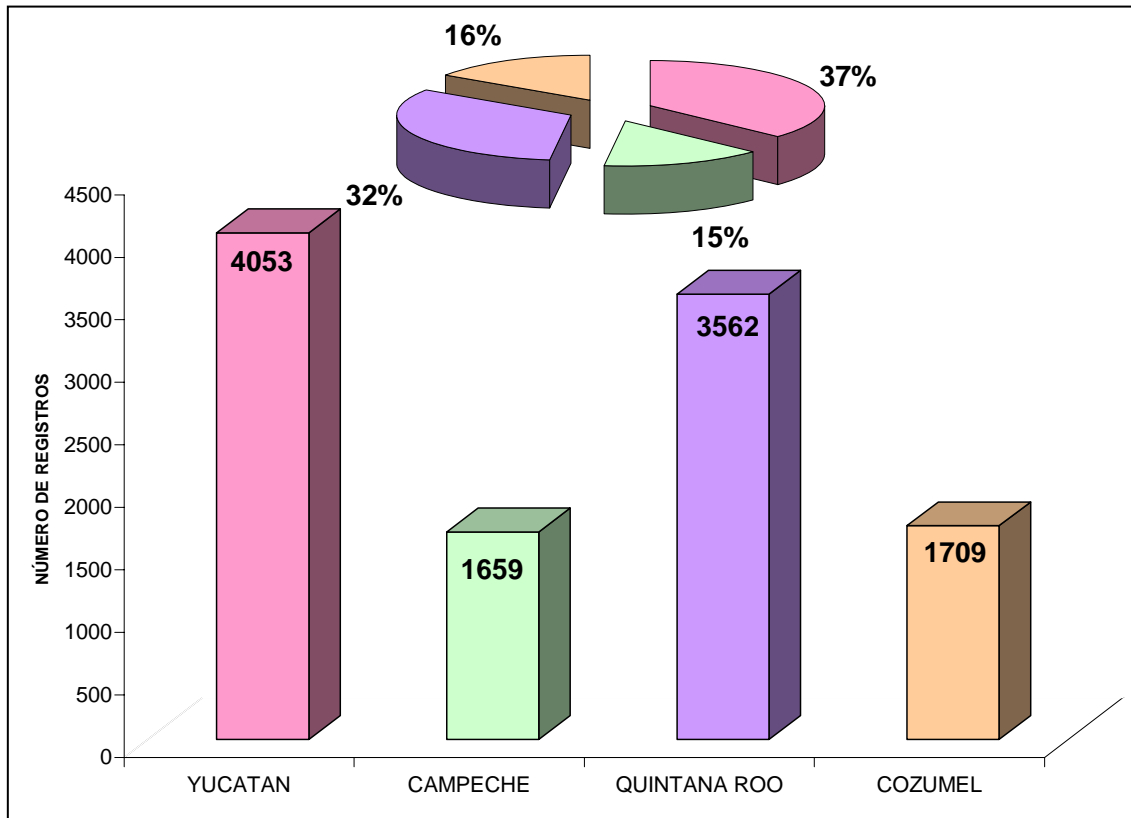


Figura 10. Número de registros por estado de acuerdo a la base de datos.

La mayor parte de las localidades con más de 100 registros se encuentran en Yucatán en donde Chichen Itzá presenta 623 y Santa Clara, 347 (Fig. 11a círculos rojos). Además, las localidades de Xocempich y Río Lagartos (Fig. 11a, círculos anaranjados) son también de mención pues poseen más de 200 registros. En Quintana Roo, Isla Holbox es la única localidad con cerca de 300 registros (Fig. 11a al Norte, círculo naranja) y Felipe Carrillo Puerto, Campo Mengel, Tabi, Bacalar y Chetumal; presentan más de 200 (Fig. 11a centro y sureste, círculos anaranjados). En el caso de Cozumel sólo existen dos localidades con más de 100 registros; una de ellas con 261 y la otra con 469 (Fig. 11b). Finalmente, en Campeche la localidad de Pacaitun (Fig. 11a círculo anaranjado al suroeste) es la única con más de 200 registros. Es importante notar que la distribución de las localidades se da de la siguiente manera; en Yucatán se encuentran 327, en Quintana Roo 349 (99 en Isla Cozumel) y en Campeche sólo 181.

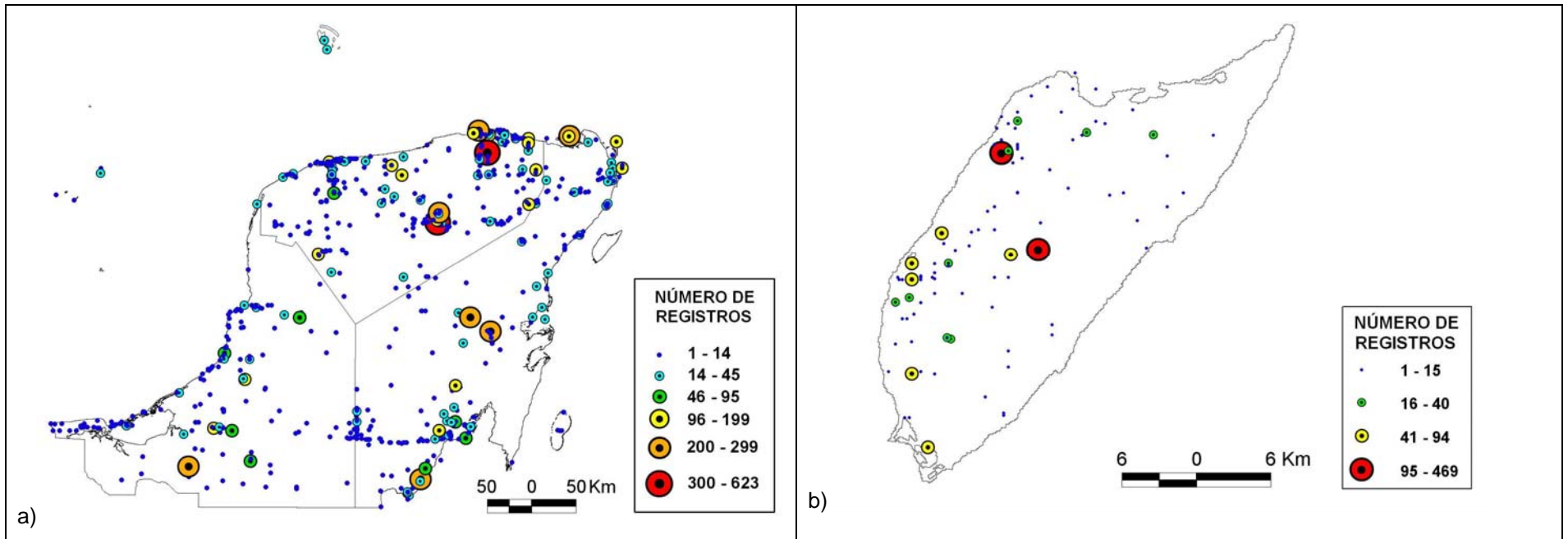


Figura 11. Número de registros por localidad en a) Península de Yucatán, b) Isla Cozumel

La Península de Yucatán no se encuentra homogéneamente muestreada. En la Fig. 12 se muestra la distribución de los puntos de colecta y número de ejemplares; así como las principales carreteras en la Península. En ella se observa que, en general, existe una alta dependencia entre los sitios de colecta y la presencia de carreteras, pues la mayor parte de las localidades sigue la línea carretera. De esta manera Yucatán presenta la mayor cantidad de registros (si se considera a Cozumel como independiente de Quintana Roo). Además se observa que en la mayoría de los puntos con mayor número de ejemplares están cercanos o ubicados en las ciudades importantes, por ejemplo, Mérida, Progreso, Chichen Itzá, Tabi, Xochempich. Chetumal y Cozumel. Existen zonas donde no se encontraron puntos de colecta como las áreas del sureste y centro de Campeche y Quintana Roo donde no hay carreteras.

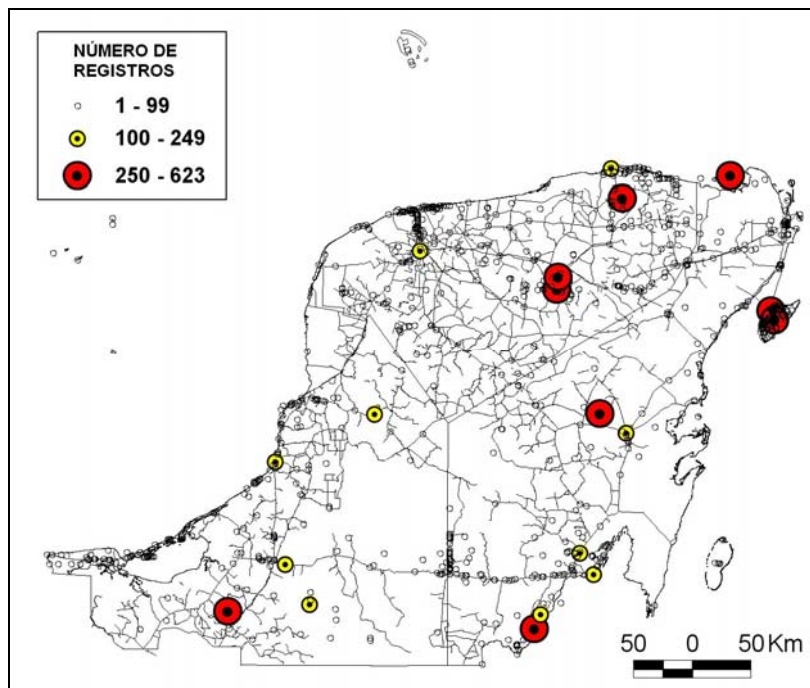


Figura 12. Sitios de colecta en la Península de Yucatán y localización de carreteras importantes.

En cuanto a la riqueza avifaunística de la Península, se obtuvo un total de 474 especies pertenecientes a 67 familias y 21 órdenes. En el cuadro 2 se presenta el número de representantes por categoría taxonómica en cada estado, mientras que en el cuadro 3 se presenta la lista de órdenes y familias presentes en cada estado.

Cuadro 2. Número de órdenes, familias y especies por Estado en la Península de Yucatán

	Número de Órdenes	Número de Familias	Número de Especies	Porcentaje de especies presentes (%)
Quintana Roo	21	63	417	87.9
Parte continental	20	61	397	83.7
Isla Cozumel	21	45	181	38.1
Yucatán	20	61	344	72.5
Campeche	18	53	285	60.1

Cuadro 3. Lista de órdenes y familias presentes en cada estado.

	QUINTANA ROO		YUCATÁN	CAMPECHE
	PARTE CONTINENTAL	COZUMEL		
TINAMIFORMES	X	X	X	X
Tinamidae	X	X	X	X
ANSERIFORMES	X	X	X	-
Anatidae	X	X	X	-
GALLIFORMES	X	X	X	X
Cracidae	X	X	X	X
Phasianidae	X	-	X	X
Odontophoridae	X	-	X	X
PODICIPEDIFORMES	X	X	X	X
Podicipedidae	X	X	X	X
PROCELLARIIFORMES	-	X	-	-
Procellariidae	-	X	-	-
PELECANIFORMES	X	X	X	X
Sulidae	X	-	-	X
Pelecanidae	X	-	X	-
Phalacrocoracidae	X	X	X	-
Anhingidae	X	X	X	-
Fregatidae	X	-	X	X
CICONIIFORMES	X	X	X	X
Ardeidae	X	X	X	X
Threskionithidae	X	X	X	X
Ciconiidae	X	-	X	X
Cathartidae	X	-	X	X
PHOENICOPTERIFORMES	X	X	X	-
Phoenicopteridae	X	X	X	-
FALCONIFORMES	X	X	X	X
Accipitridae	X	X	X	X
Falconidae	X	X	X	X
GRUIFORMES	X	X	X	X
Rallidae	X	X	X	X
Heliornithidae	X	-	-	X
Aramidae	-	-	X	-
CHARADRIIFORMES	X	X	X	X
Charadriidae	X	X	X	X
Haematopodidae	X	-	X	-
Recurvirostridae	X	X	X	-
Jacanidae	X	X	X	X
Scolopacidae	X	-	X	X
Laridae	X	X	X	X
COLUMBIFORMES	X	X	X	X
Columbidae	X	X	X	X
PSITTACIFORMES	X	X	X	X
Psittacidae	X	X	X	X
CUCULIFORMES	X	X	X	X
Cuculidae	X	X	X	X
STRIGIFORMES	X	X	X	X
Tytonidae	-	-	X	X
Strigidae	X	X	X	X
CAPRIMULGIFORMES	X	X	X	X
Caprimulgidae	X	X	X	X
Nyctibiidae	X	-	X	X
APODIFORMES	X	X	X	X
Apodidae	X	X	X	X
Trochilidae	X	X	X	X
TROGONIFORMES	X	X	X	X
Trogonidae	X	X	X	X
CORACIIFORMES	X	X	X	X
Momotidae	X	X	X	X
Alcedinidae	X	X	X	X

Cuadro 3. Lista de órdenes y familias presentes en cada estado (cont.)

	QUINTANA ROO		YUCATÁN	CAMPECHE
	PARTE CONTINENTAL	COZUMEL		
PICIFORMES	X	X	X	X
Bucconidae	X	-	-	X
Galbulidae	X	-	-	X
Ramphastidae	X	-	X	X
Picidae	X	X	X	X
PASSERIFORMES	X	X	X	X
Furnariidae	X	X	X	X
Dendrocolaptidae	X	X	X	X
Thamnophilidae	X	X	X	X
Formicariidae	X	X	X	X
Tyrannidae	X	X	X	X
Pipridae	X	-	-	X
Vireonidae	X	X	X	X
Corvidae	X	-	X	X
Hirundinidae	X	X	X	X
Troglodytidae	X	X	X	X
Regulidae	-	-	X	-
Sylviidae	X	X	X	X
Turdidae	X	X	X	X
Mimidae	X	X	X	X
Motacillidae	-	-	X	-
Bombycillidae	X	-	X	-
Parulidae	X	X	X	X
Coerebidae	X	X	X	X
Thraupidae	X	X	X	X
Emberizidae	X	X	X	X
Cardinalidae	X	X	X	X
Icteridae	X	X	X	X
<i>Fringillidae</i>	X	-	X	X

Se observa que Quintana Roo es el estado con mayor número de especies (417, 87.9% del total), en él se representan 63 de las 67 familias y los 21 órdenes. Las familias ausentes son Aramidae, Regulidae, Tytonidae y Motacillidae que sólo se presentan en el estado de Yucatán. La mayor parte de las especies y familias presentes en el estado se encuentran en la parte continental de Quintana Roo (Cuadro 2 y Fig. 13) la cual representa el 83.7% del total de la Península y el 95% del estado; mientras que Isla Cozumel con 45 familias y 181 especies representa el 38.1% de la avifauna peninsular y 43.4% de la estatal. El único orden y familia del que se tiene un registro exclusivo en el estado es Procellariiformes, Procellariidae (*Calonectris diomedea*) y pertenece a la Isla Cozumel.

En Yucatán se registraron 344 especies (72.5% de avifauna de la Península), 61 familias (incluyendo tres que sólo se registran en el estado) y 20 órdenes (todos excepto Procellariiformes). Las familias ausentes en el estado las comparten Campeche y Quintana Roo: Sulidae, Heliornithidae, Bucconidae, Galbulidae. Campeche presenta 285 especies (60.1% del total), 18 órdenes y 53 familias. No presenta registros de familias exclusivos del estado.

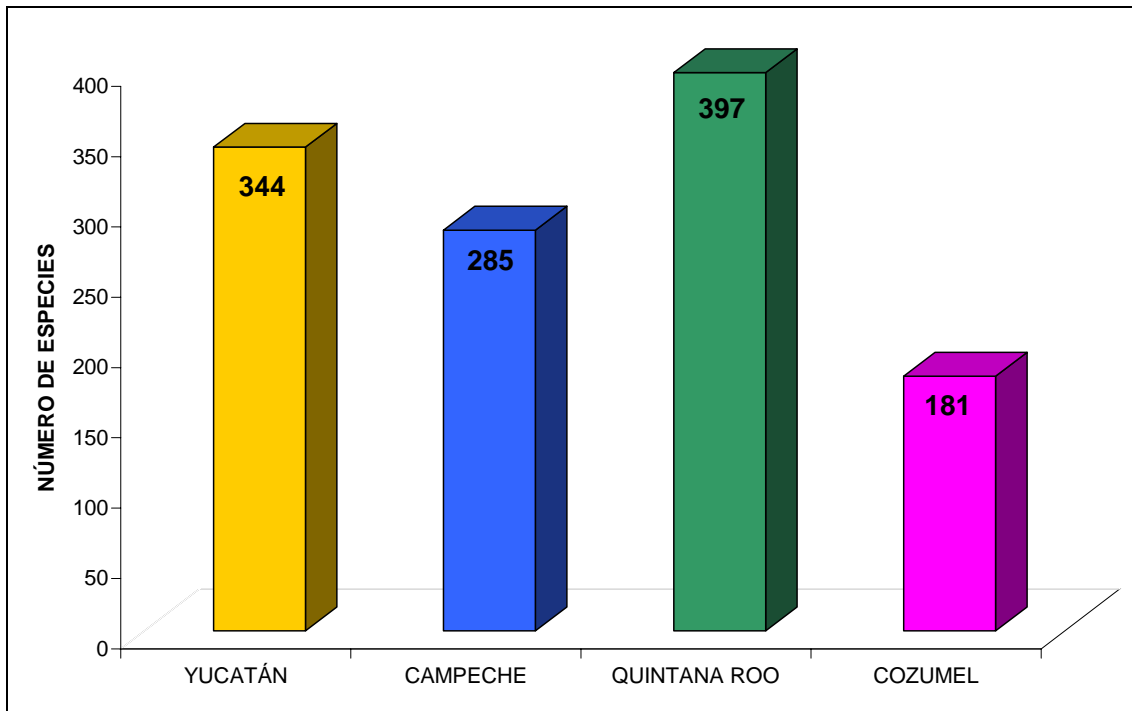


Figura 13. Número de especies presentes en cada estado.

Los órdenes con mayor cantidad de registros son, además de Passeriformes (6,801 ejemplares), Piciformes y Apodiformes (603 y 523 registros, respectivamente). En cuanto a familias, Tyrannidae, Parulidae e Icteridae tienen el mayor número de registros (1,410, 1,065 y 595 respectivamente). Las especies con más de 100 registros en la Península son de *Icterus prothemelas* (176), *Melanerpes auratus* (173), *Piranga roseogularis* (148), *Mimus gilvus* (132) y *Tyrannus melancholicus* (107).

El número de especies encontradas por localidad puntual puede ser observado de manera general en la Fig. 14. Los máximos números de especies son de 148 y 134, al sur de Quintana Roo y centro de Yucatán, respectivamente; mientras que el mínimo, 1 especie, se puede encontrar en 350 localidades distribuidas en los tres estados. Considerando las 474 especies totales, 12.8% de ellas pueden ser localizadas en una sola localidad, es decir 61 especies poseen registros únicos en la Península. Los puntos con mayor número de especies se relacionan también con los de mayor número de registros y de hecho, las localidades con más de 100 especies (círculos rojos) son las localidades con más registros (Fig. 11a y 14a), de las que Chichen Itzá es la que mayor riqueza de especies posee (148). Sólo 9 localidades (1%) tienen más de 100 especies representadas, 631 (73.6%), poseen menos de 10; y el resto (25.7%) entre 10 y 100.

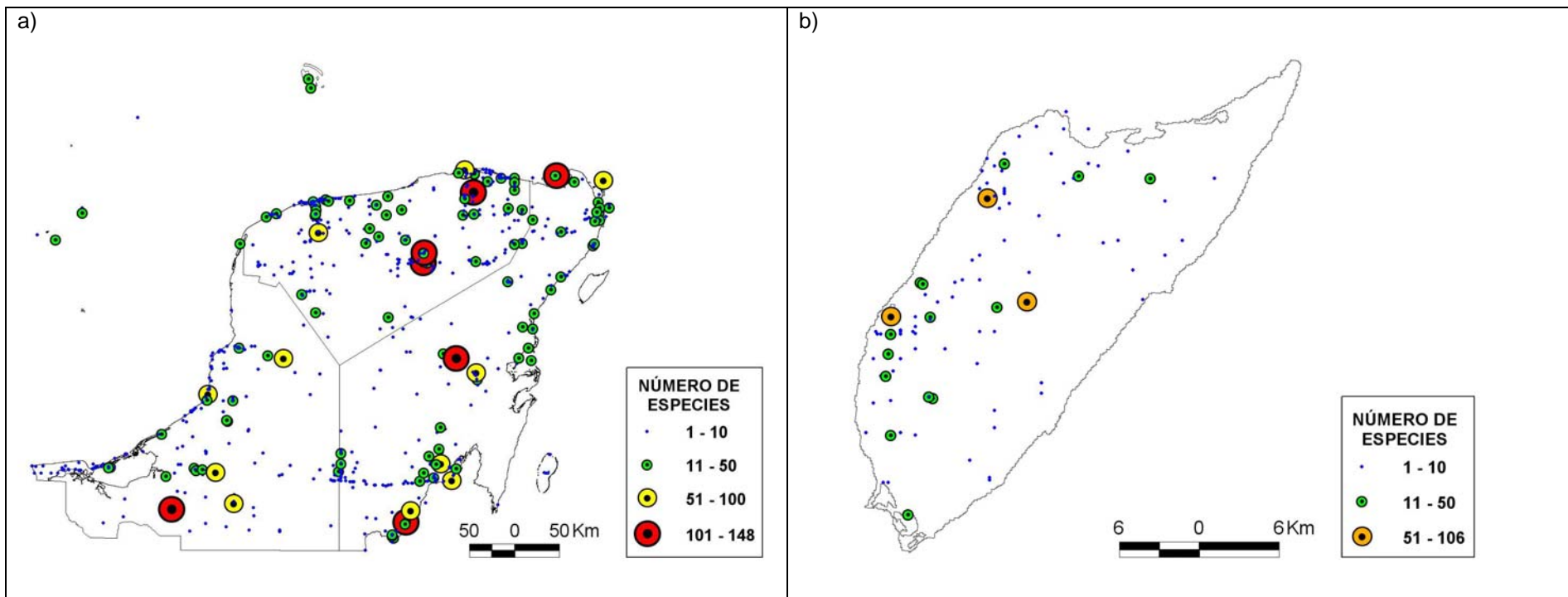


Figura 14. Riqueza de especies por localidad. a) Península de Yucatán, b) Isla Cozumel.

Endemismo. En cuanto a tipo de endemismos, se encontraron 22 en total (4.6% del total de especies registradas), 17 cuasiendémicas a México y 5 endémicas a México. En las Figuras 15-18 se enlistan y se muestra la distribución de dichas especies en la Península y en Isla Cozumel.

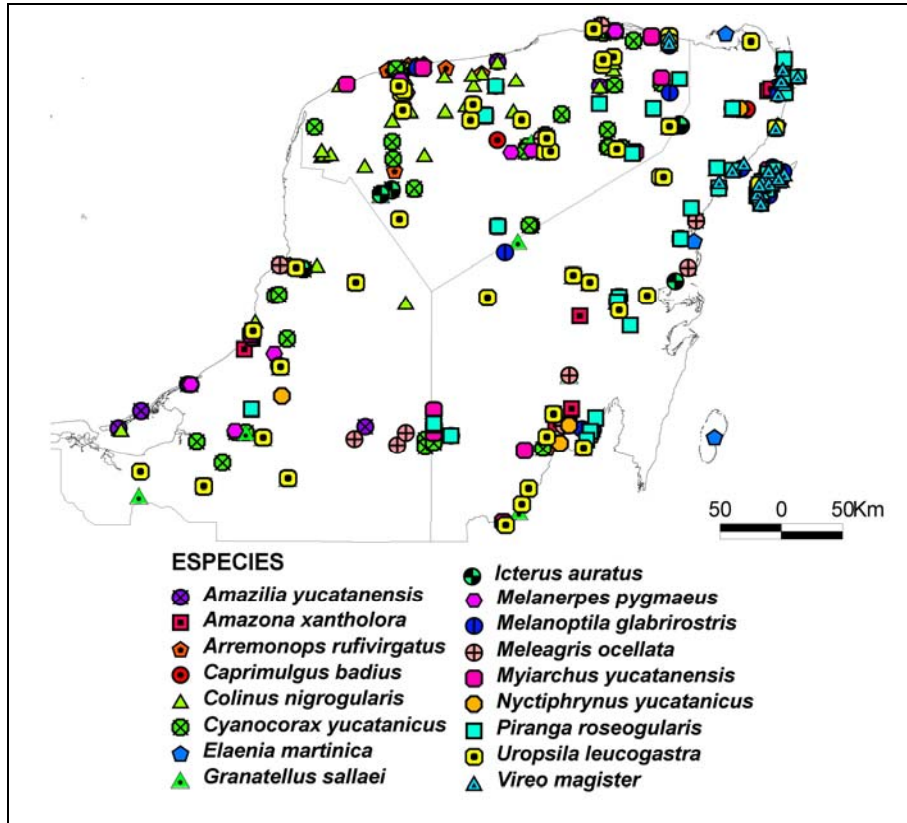


Figura 15. Distribución de las especies cuasiendémicas en la Península de Yucatán.

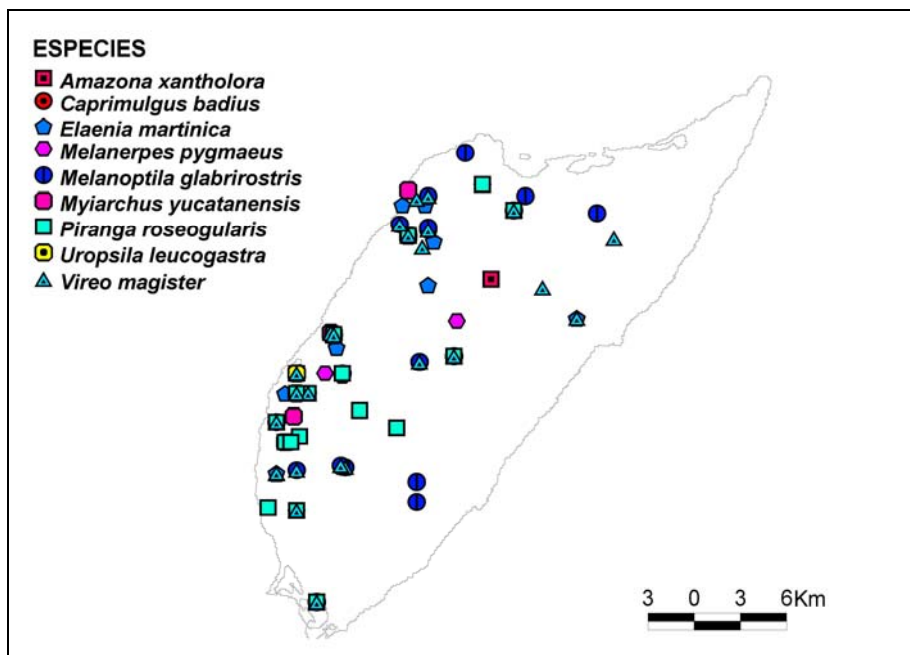


Figura 16. Distribución de las especies cuasiendémicas en Isla Cozumel.

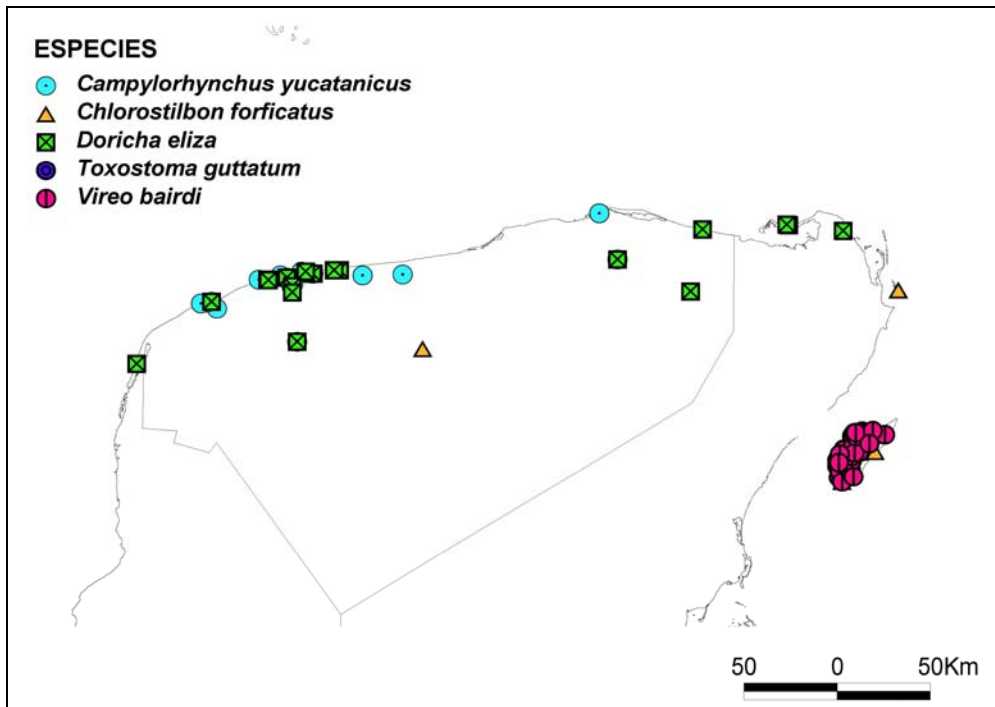


Figura 17. Distribución de las especies endémicas en la Península de Yucatán.

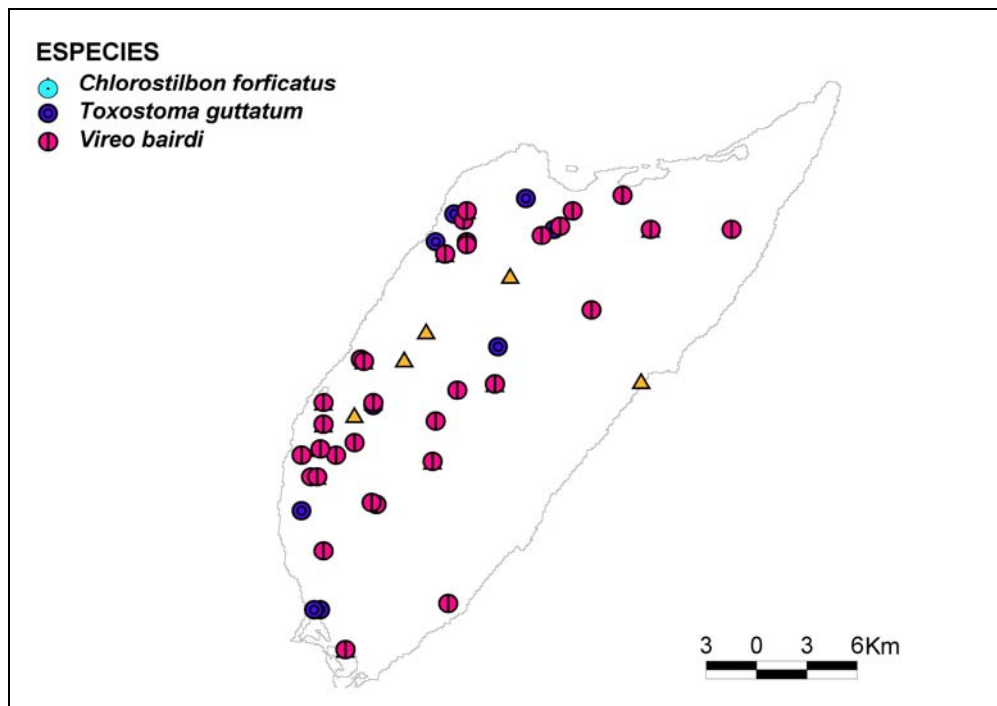


Figura 18. Distribución de las especies endémicas en Isla Cozumel

Las especies endémicas a México se distribuyen en la parte norte del estado de Yucatán y Quintana Roo; y en Isla Cozumel. Las especies cuasiendémicas, se distribuyen, en general, en los tres estados. El mayor número de endemismos es encontrado en Quintana Roo, estado en el que se distribuyen 21 de las 22 especies de la península. En Quintana Roo continental se distribuyen las 17 especies compartidas, en Yucatán 16, en Campeche sólo 13 y

en Cozumel, 9 (Fig. 19). Las endémicas se distribuyen de la siguiente manera: dos exclusivas de Cozumel (*Toxostoma guttatum* y *Vireo bairdi*) y el resto en la franja norte de la Península (*Campylorhynchus yucatanicus*, *Chlorostilbon forficatus*, *Doricha eliza*). En el cuadro 4 se enlistan las especies endémicas encontradas en cada estado.

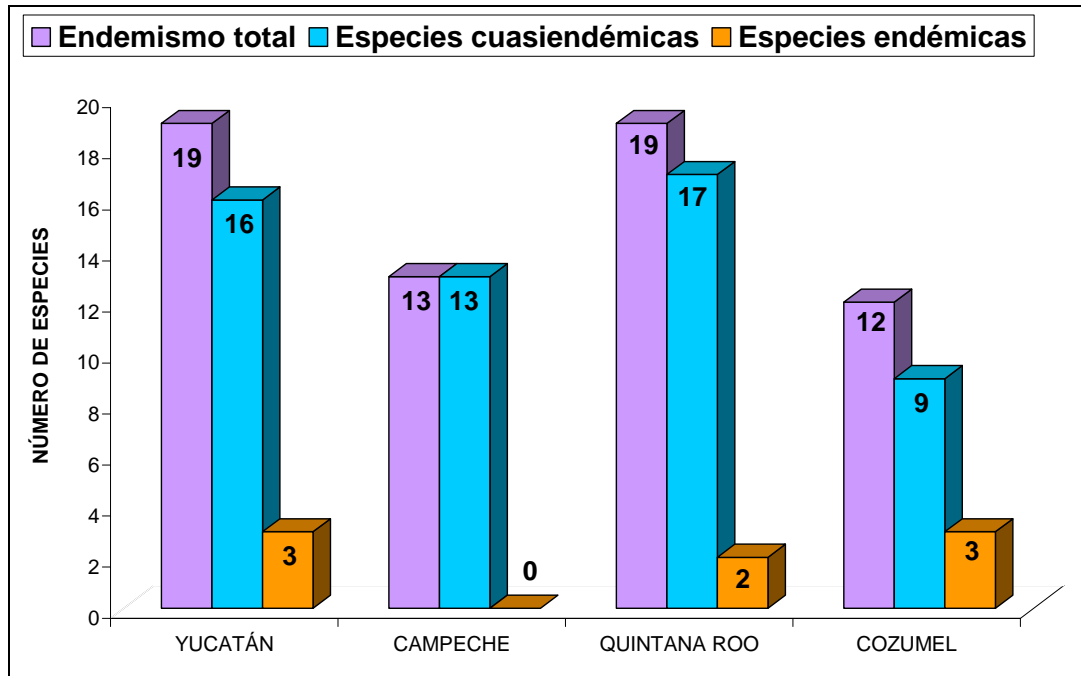


Figura 19. Número de especies endémicas encontradas por estado.

Cuadro 4. Lista de especies endémicas presentes en cada estado.

	QUINTANA ROO		YUCATÁN	CAMPECHE
	PARTE CONTINENTAL	COZUMEL		
ESPECIES CUASIENDÉMICAS	X	-	X	X
<i>Amazilia yucatanensis</i>	X	X	X	X
<i>Amazona xantholora</i>	X	-	X	X
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	X	X	X	-
<i>Caprimulgus badius</i>	X	-	X	-
<i>Colinus nigrogularis</i>	X	-	X	X
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	X	X	-	-
<i>Elaenia martinica</i>	X	-	X	X
<i>Granatellus sallaei</i>	X	-	X	X
<i>Icterus auratus</i>	X	X	X	X
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	X	X	X	X
<i>Melanoptila glabirostris</i>	X	-	X	X
<i>Meleagris ocellata</i>	X	X	X	X
<i>Myarchus yucatanensis</i>	X	-	X	X
<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	X	X	X	X
<i>Piranga roseogulais</i>	X	X	X	X
<i>Uropsila leucogastra</i>	X	X	X	-
<i>Vireo magister</i>				
ESPECIES ENDÉMICAS	-	-	X	-
<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	X	X	X	-
<i>Chlorostilbon forficatus</i>	X	-	X	-
<i>Doricha eliza</i>	-	X	-	-
<i>Toxostoma guttatum</i>	-	X	-	-
<i>Vireo bairdi</i>				

En la base de datos se contaron 1,554 registros georreferenciados de los cuales Quintana Roo (principalmente Cozumel) posee el mayor número. De estos registros, 842 (54.1%) pertenecen a Quintana Roo; 532 a Cozumel (34.2% del total, 65.1% del estado) y 184 a la parte continental (19.9% del total, 36.8% del estado). Yucatán presenta 568 registros (36.5%) y Campeche, 144 (9.2%), siendo el estado con el menor número.

En la Península las especies mejor representadas son *Cyanocorax yucatanicus* y *Melanerpes pygmaeus* con 159 y 133 registros, respectivamente. Particularmente en Cozumel, el mayor número de ejemplares endémicos colectados pertenecen a las especies *Vireo bairdi* y *Toxostoma guttatum*, con 80 y 51 registros. Ambas especies se presentan solamente en la Isla de Cozumel; en cuya localidad con mayor número de registros se tienen 36 especímenes, y la menor, 1. En cuanto a localidades, *Vireo bairdi* y *Toxostoma guttatum* se distribuyen en 27 y 18, respectivamente. En cada localidad se encuentra un número máximo de 9 especies.

En relación a la estacionalidad, la avifauna de la Península de Yucatán no sólo está compuesta de aves residentes sino que también posee un importante componente migratorio, principalmente de invierno (Cuadro 5 y Fig. 20). De las 474 especies totales registradas en la península solo 298 son residentes, lo que equivale al 62.8% del total de especies. Aunque la mayoría de las especies de aves de la Península son residentes, al menos el 32% (150 especies) son especies invernantes, siendo este componente migratorio el más importante, junto con las aves transitorias las cuales constituyen el 26% (125 especies). El componente estacional de menor proporción lo conforman las aves migratorias de verano y las ocasionales-accidentales cuyos porcentajes respecto al total de las especies son de 2% (11 especies) y 4% (20 especies) respectivamente (Cuadro 5). La representación de cada componente estacional en los tres estados se observa en la Fig. 20, a partir de la cual se distingue que en todos los casos se sigue el mismo patrón mencionado: las aves residentes conforman la mayor parte de las especies seguidas de las migratorias de invierno y transitorias. En proporción, las especies de aves invernantes representan alrededor del 30% del total de especies en Yucatán y Quintana Roo (Continental y Cozumel); mientras que en Campeche la proporción es menor aproximadamente 23%. En cuanto a las transitorias se observa algo similar, cerca del 25% de las especies en Yucatán y Quintana Roo pueden ser clasificadas con este tipo de estacionalidad; 29% en Cozumel; y en Campeche constituye el 18% de las especies. Las especies veraniegas y ocasionales-accidentales en ningún estado representan más del 3% del total y el mayor número de especies se registra en Yucatán y Quintana Roo.

Cuadro 5. Proporción de especies en la Península de Yucatán de acuerdo a su estacionalidad.

Tipo de estacionalidad	Número de especies	Porcentaje de especies
Residentes	298	62.8
Visitantes de Invierno	150	32
Transitorios	125	26
Ocasionales	20	2
Residentes de Verano	11	4

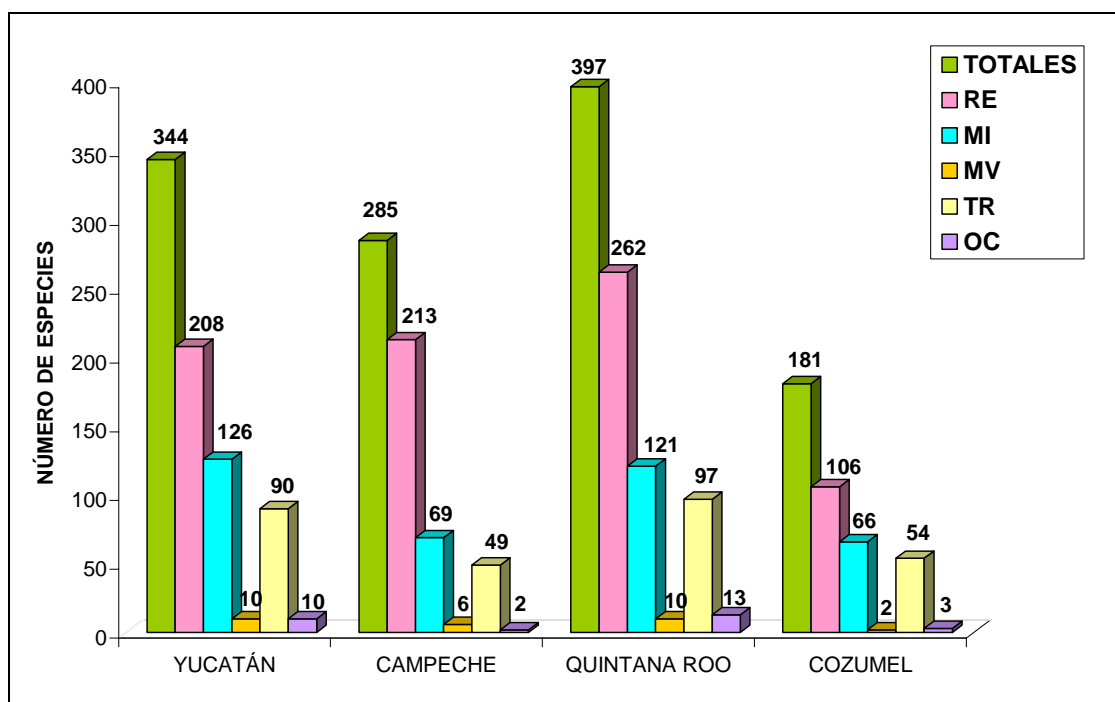


Figura 20. Número de especies por estado según su tipo estacionalidad. RE: Residentes, MI: Migratorias de invierno, MV: Migratorias de verano, TR: Transitorias, OC: Ocasionales-accidentales.

En la Fig. 21 y 22 se muestra la distribución de los registros de especies según su tipo de estacionalidad. En cuanto a las especies residentes se encuentran en todas las localidades. La distribución de los registros de las especies invernantes ocupa también la mayor parte de la península, pues se notan registros de ellas en casi todos los puntos de colecta (Fig. 22a). Un patrón similar se observa para las aves transitorias, que aunque no tienen la misma representación que el componente estacional anterior, de acuerdo con los registros, pueden encontrarse en casi toda el área (Fig. 22b). La especies migratorias de verano y ocasionales parecen distribuirse hacia las orillas de la Península y en las islas (Fig. 22a y b). aunque este patrón es más notable en las especies ocasionales que en las de verano.

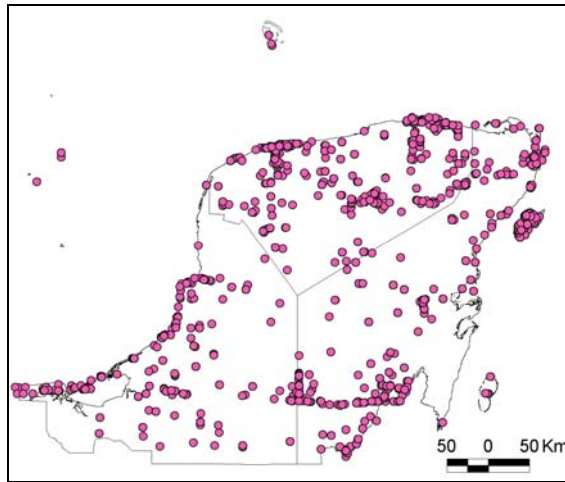


Figura 21. Distribución de los registros de especies residentes en la Península de Yucatán

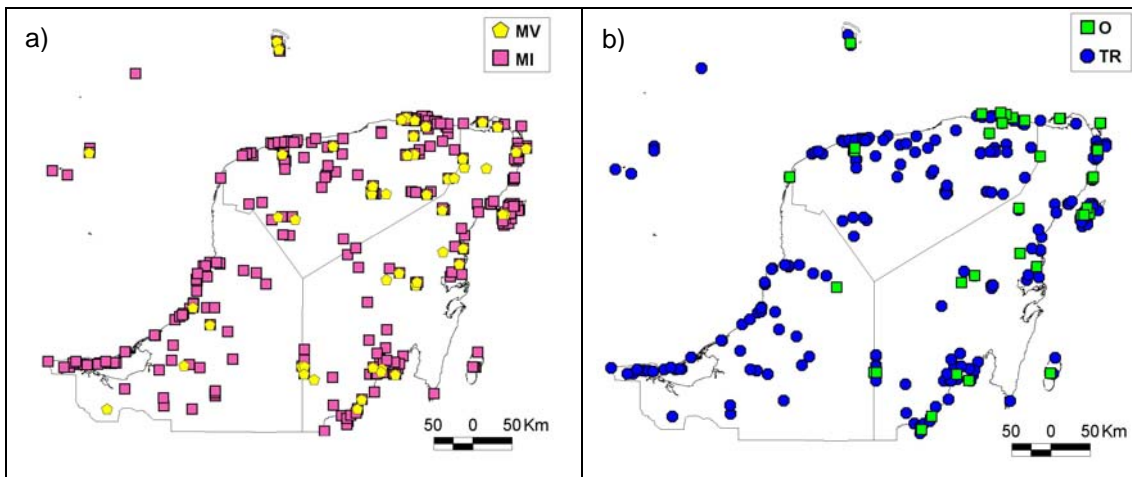


Figura 22. Distribución de registros de especies de a) invierno (MI) y verano (MV), b) transitorias (TR) y ocasionales (O) conforme a los registros en la base de datos.

En la Fig. 23 se muestra la gráfica elaborada con los resultados obtenidos a partir de la aplicación del estimador de riqueza Chao2 utilizando como muestras cuadrantes de $0.5^{\circ} \times 1^{\circ}$ (en total 30). Se obtuvo que la riqueza estimada para la Península de Yucatán fue de 528.61 ± 14.36 (DS) especies. Si se toma en cuenta este resultado y el número de especies en la base de datos (474), significaría que el número de especies que faltan por registrar, oscilaría entre las 40 y 50 (aproximadamente 11%).

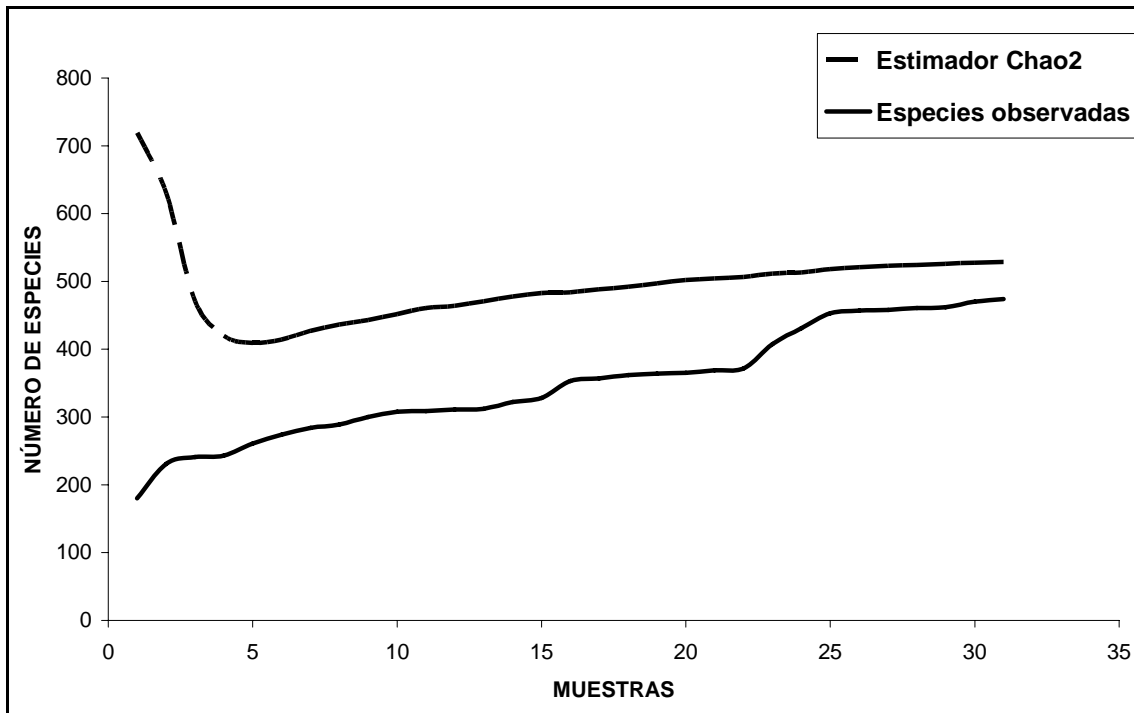


Figura 23. Estimación de la riqueza en la Península de Yucatán mediante el uso del estimador Chao2.

Distribución y análisis de similitud de la avifauna con respecto a la precipitación, la vegetación y las provincias fisiográficas. La distribución de los registros de especies en los diferentes rangos de precipitación puede ser apreciada en la Fig. 24. El mayor número de especies se encuentra en los rangos de precipitación con mayor cobertura en la Península. El rango 800-1200 mm de precipitación media anual es en donde se registra el mayor número de especies (84.3%), seguido de los rangos 1200-1500 mm con 301 especies (63.5%); y 1500-2000 mm con 201 especies presentes (42.4%). El área ocupada por estos rangos es mayor comparada con la del resto. A los 800-1200 mm de precipitación, la mayor cantidad de especies se observa en la parte territorial de Yucatán y Quintana Roo, 300 y 299 especies, respectivamente; relacionado que la mayor parte de estos Estados está ocupado por este rango. En Campeche se registran 198 especies y en Cozumel no hay zonas con precipitación media anual de 800-1200 mm.

En el rango de 1200-1500 mm, en Campeche se registran 201 especies aunque el rango no ocupa un área mayor en el estado que el de 800-1200 mm; pero sí contiene la localidad con mayor número de ejemplares registrados (círculo rojo, Fig. 24). En Quintana Roo se presenta algo similar; se reconocen 283 especies, pero el área cubierta por el rango de precipitación es mayor; además de que se tienen puntos de colecta importantes. La representación en Yucatán es poca, sólo se cuentan 54 especies en una pequeña área al oeste del estado. La cantidad de localidades con registros de aves en el rango de 1500-2000 mm, de acuerdo con la Fig. 24, se encuentran en su mayoría en Isla Cozumel, la cual tiene esta precipitación media anual en todo su territorio. En Quintana Roo y Campeche se registran

75 y 80 especies, respectivamente. El resto de los rangos de precipitación ocupan un área muy pequeña al noroeste de la Península (únicamente en Yucatán), sin embargo, el que ocupa menor área de los tres (125-400 mm), es el que presenta mayor riqueza de especies pues se registran 97 (20.4%) y de hecho hay gran cantidad sitios de colecta como se observa en la Fig. 24. En los intervalos 400-600mm y 600-800mm se cuentan 70 y 58 especies, que representan el 14.7% y 12.2% del total de especies; por lo que la proporción de especies mostrada es la menor.

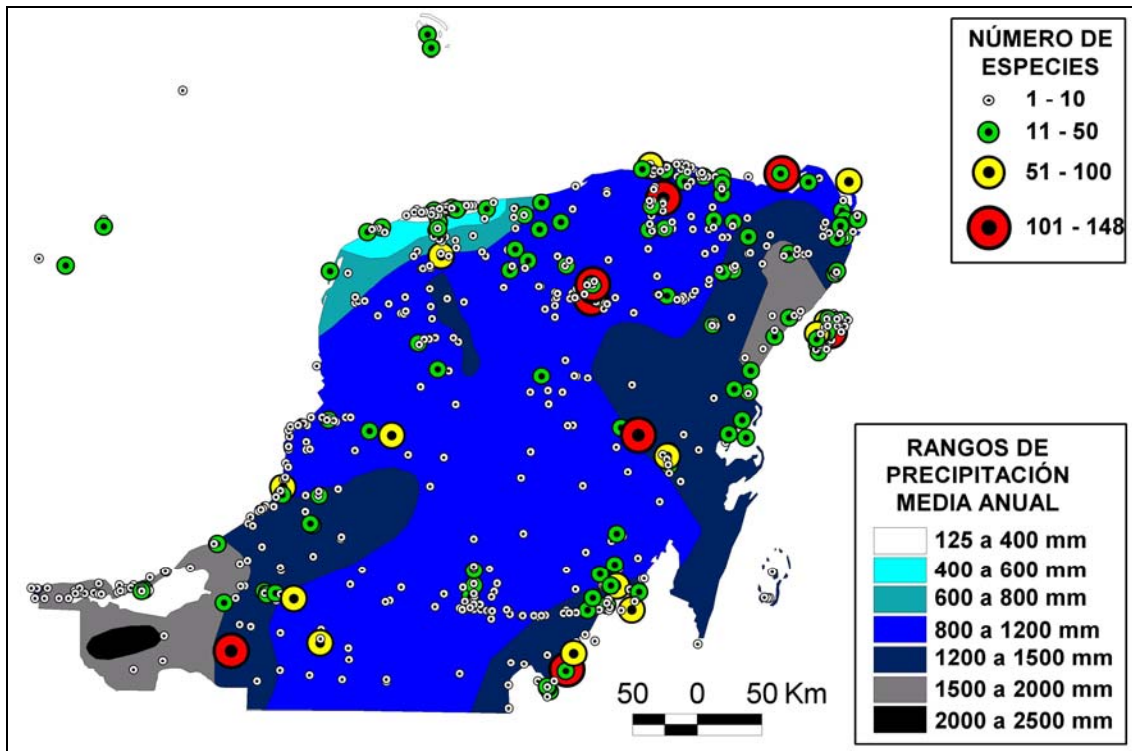


Figura 24. Distribución de la riqueza de especies por rangos de precipitación.

Las similitudes de la avifauna en cada rango de precipitación presente en la Península se observan en la Fig. 25. En este fenograma, con un coeficiente de correlación de 0.96695, se nota la formación de dos grupos, con un valor de disimilitud o distancia Bray-Curtis (BC) de 0.52, que para este trabajo se denominan como: la zona húmeda y la zona seca. La zona húmeda, con un BC de 0.3, incluye de R4-R6 (800-2000mm). R4 y R5 forman un núcleo a un BC=0.18. La zona seca con un BC=0.47 contiene de R1-R3 (125-800mm) en donde R1 y R2 conforman un núcleo (BC=0.44). La similitud faunística entre todos los rangos, en general es alta pues se encuentra alrededor del 0.5 de disimilitud.

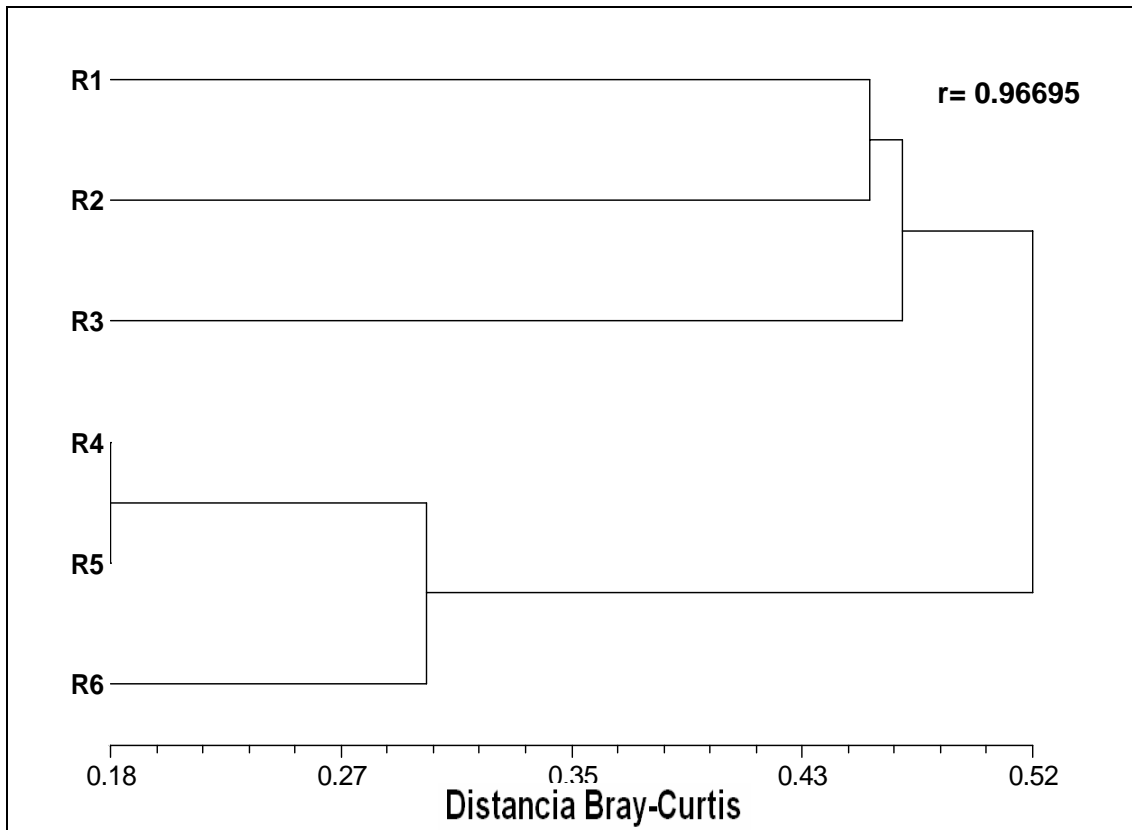


Figura 25. Dendrograma de relaciones entre los diferentes rangos de precipitación definido por la riqueza de especies de aves en la Península de Yucatán usando el índice de distancia de Bray-Curtis y el algoritmo de agrupamiento UPGMC. R1: 125-400 mm, R2: 400-600 mm, R3: 600-800 mm, R4: 800-1200 mm, R5: 1200-1500 mm y R6: 1500-2000 mm. r = coeficiente de correlación cofenético.

En la Fig. 26 se observa la distribución de los registros de especies encontradas por cada tipo de vegetación. El máximo número de especies es 378 (79.7% con respecto al total presentado en la base de datos) y se encuentra en el bosque tropical perennifolio (Btp). Este tipo de vegetación ocupa la mayor área de la Península y es posible encontrarlo en los tres estados. Se distribuye en casi toda la superficie de Campeche y Quintana Roo en donde se registran 222 y 356 especies; respectivamente. En el estado de Yucatán se presenta en un área muy pequeña donde solamente se registran 2 especies.

En segundo lugar de riqueza de especies y extensión, el bosque tropical subcaducifolio (Bts) alberga en total 312 especies (65.8%). Se encuentra también en los tres estados pero en mayor proporción en Yucatán donde exhibe una riqueza de 292 especies. Abarca toda el área de Isla Cozumel por lo que se registran 181 especies. En Campeche se encuentran 141 especies y en Quintana Roo 2.

El bosque tropical caducifolio (Btc), sólo se encuentra en Yucatán y muestra una riqueza de 212 especies (44.7%). Después, con 103 especies (21.7%), la vegetación acuática y subacuática (Vas). Este tipo de vegetación se distribuye en parche en los tres estados: al noroeste de Yucatán (25 especies), suroeste de Campeche (47) y sureste de Quintana Roo (52).

Finalmente el bosque espinoso (Be), que se distribuye en pequeños parches en los tres estados) y el pastizal (localizado al suroeste de Campeche); constituyen los tipos de vegetación con la menor riqueza de especies. En el bosque espinoso se registran 19 especies, sin embargo, en la Fig. 26 se observa que en la mayor parte de esta vegetación no se encontraron registros. Se reconocen dos especies en Campeche y 17 en Quintana Roo. En el pastizal (P) sólo se encuentra un registro de una especie.

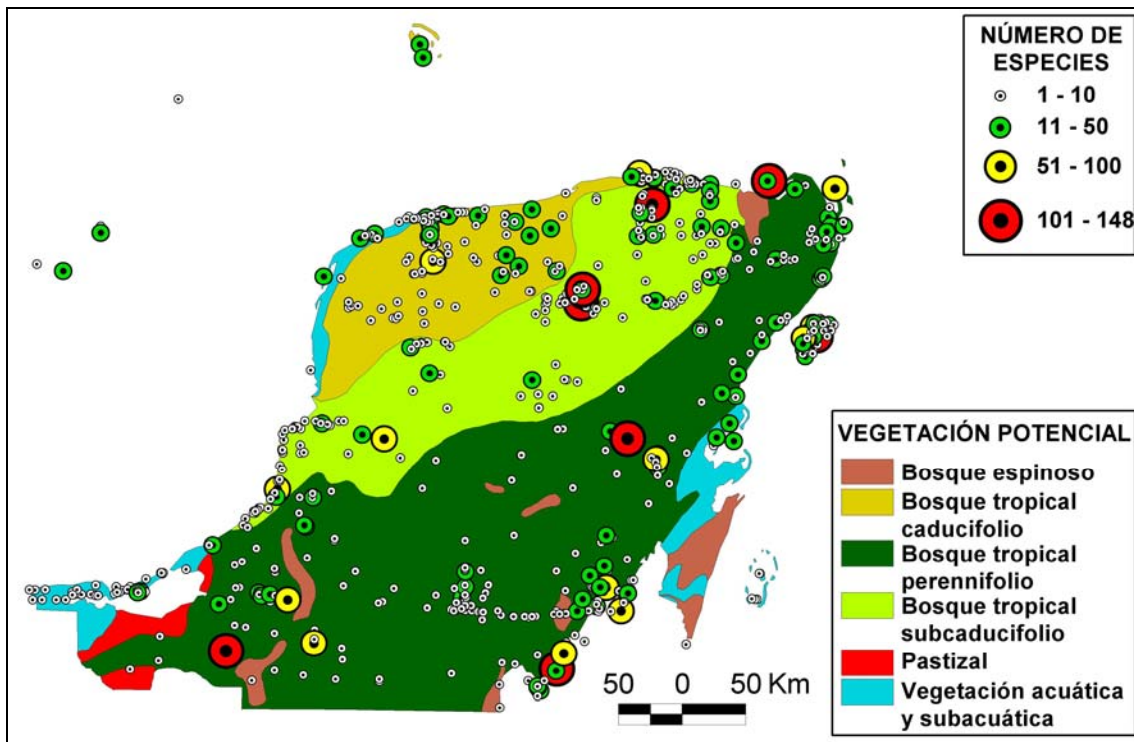


Figura 26. Distribución de los registros de especies de por tipo de vegetación.

En la Fig. 27 se muestran las similitudes de los tipos de vegetación de acuerdo a la avifauna. A partir de ella se detectan que el grupo más similar (BC=0.46), incluye a Vas y los bosques tropicales como un conjunto (BC=0.27) en el cual Bts y Btp forman un núcleo con BC=0.21. Las OTUs menos similares son Be y P. El coeficiente de correlación cofenética fue de 0.99782.

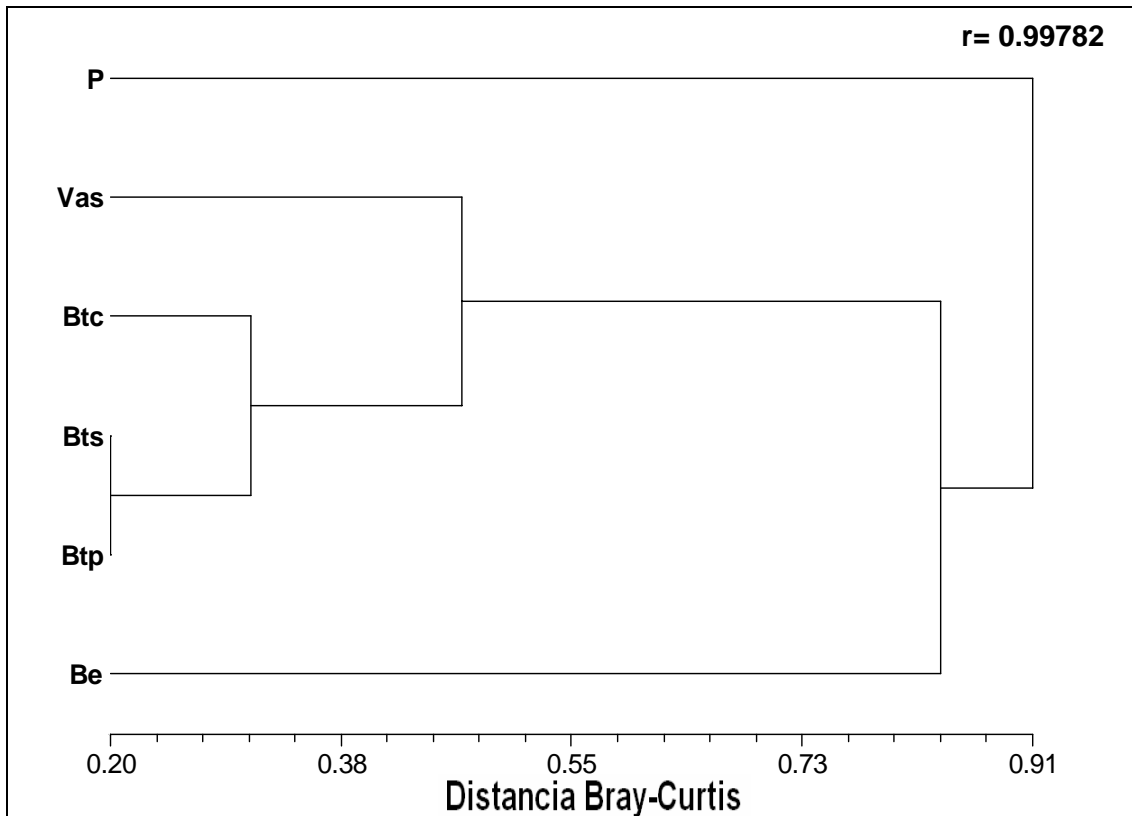


Figura 27. Dendrograma de relaciones entre los diferentes tipos de vegetación definido por la riqueza de especies de aves en la Península de Yucatán usando el índice de distancia de Bray-Curtis y el algoritmo de agrupamiento UPGMC. Vas-Vegetación acuática y subacuática, Btc-Bosque tropical caducifolio, Btp-Bosque tropical perennifolio, Bts- Bosque tropical subcaducifolio, Be-bosque espinoso y P- Pastizal. r = coeficiente de correlación cofenética.

Es importante señalar que la cobertura de vegetación analizada es sólo potencial por lo que en la Fig. 28 se muestra la distribución de vegetación y uso de suelo actual en la Península de Yucatán comparada con el número de ejemplares registrados. Se observa que los trabajos de muestreo que presentan mayor número de ejemplares se han realizado en áreas perturbadas a excepción de Cozumel donde existe bosque tropical conservado. Los puntos con más ejemplares y especies registradas se encuentran distribuidos principalmente en pastizal inducido, zonas de agricultura, bosque tropical degradado y zonas urbanas de los tres estados e Isla Cozumel. Las únicas áreas conservadas en las que se detecta muestreo importante son el bosque tropical perennifolio y las zonas de manglar. Finalmente, prácticamente todo el muestreo realizado en la Península se ha hecho en vegetación secundaria (Fig. 29).

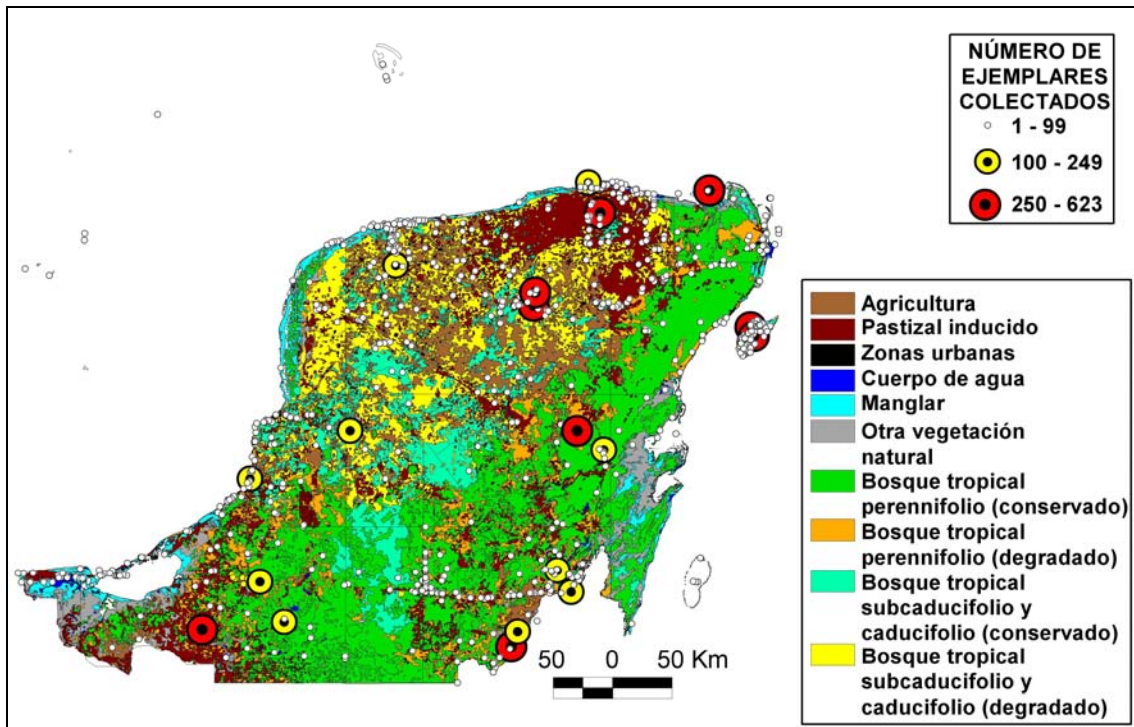


Figura 28. Ejemplares colectados por localidad única según tipo de vegetación presente para el año 2000 (INE-SEMARNAT, 2002).

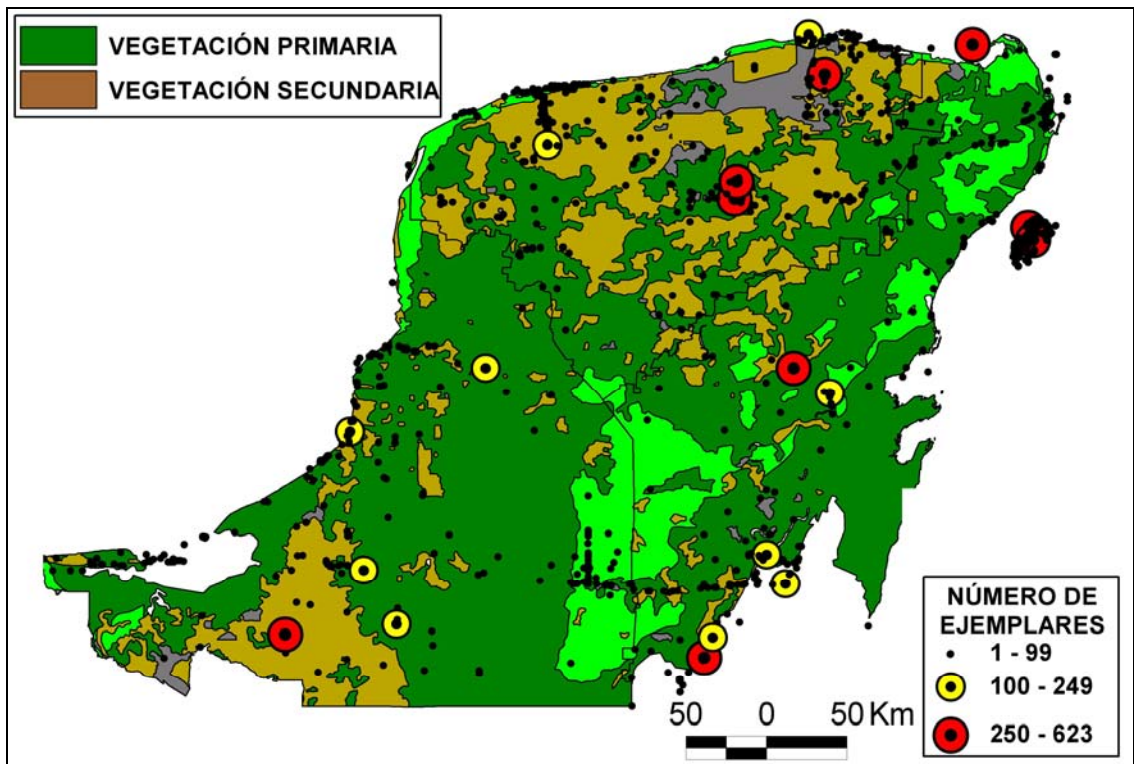


Figura 29. Número de ejemplares colectados según presencia de vegetación secundaria.

La distribución de los registros de especies en las provincias fisiográficas se muestra en la Fig. 30 donde se nota que en el Karst Yucateco (KY) se encuentran la mayor cantidad de localidades con más registros de aves; por lo que esta provincia tiene la mayor cantidad de especies registradas, contándose 395 especies (83.3%). Esta provincia abarca la mayor parte de la superficie de Yucatán y Quintana Roo (incluyendo Cozumel) y una pequeña porción de Campeche. Es por esto que en Yucatán y Quintana Roo se cuentan 323 y 332 especies, respectivamente; 181 especies en Cozumel y solo 1 especie en Campeche.

Posteriormente, el Karst y Lomeríos de Campeche (KLC) cuentan con 255 especies cada uno (53.8%). Ocupa la mayor parte de Campeche (228 especies), un área significativa de Quintana Roo (98 especies) y una pequeña porción de Yucatán (46 especies). Después, en la Costa Baja de Quintana Roo (CBQ) es posible encontrar 188 especies (39.6%). Finalmente, las Llanuras y pantanos tabasqueños (LIPT) les corresponden 181 especies (38.1%).

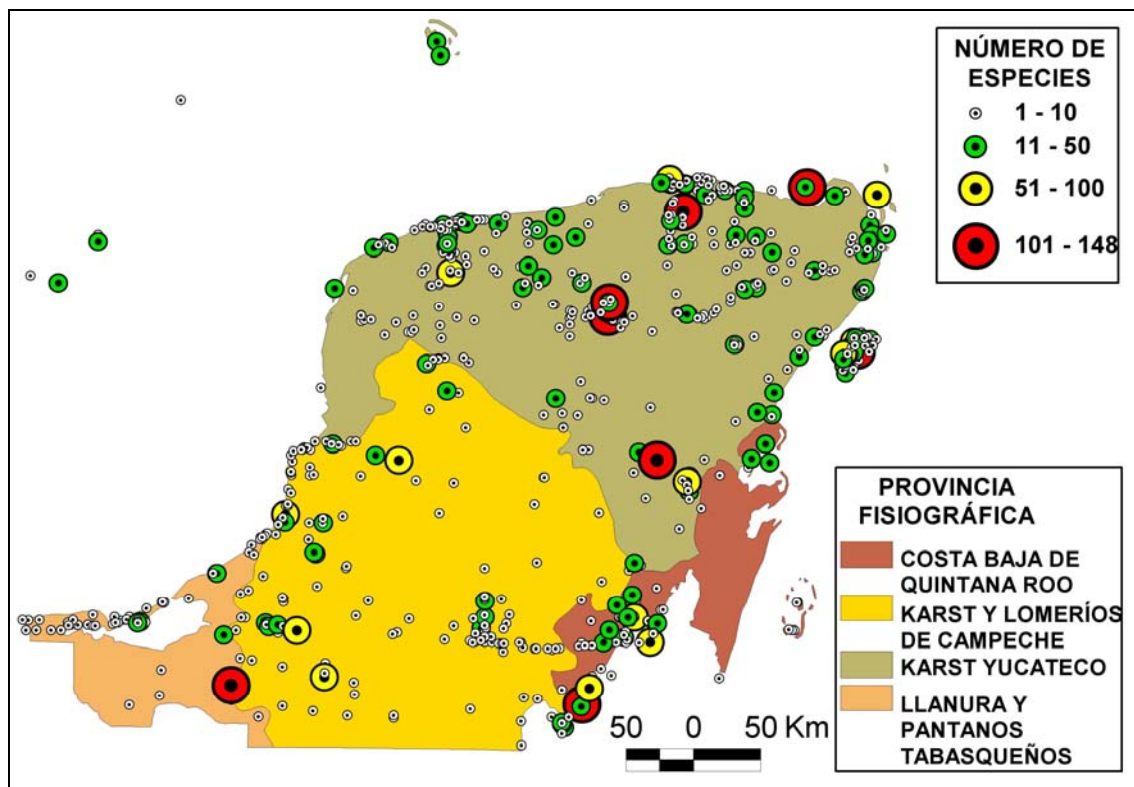


Figura 30. Distribución de los registros de especies por provincia fisiográfica.

Las relaciones de similitud faunística de las aves en las provincias fisiográficas se muestran en el fenograma de la Fig. 31 con un coeficiente de correlación de 0.726. El parecido entre la composición de la avifauna de las provincias fisiográficas es muy alta pues la máxima disimilitud es de 0.33 y la tiene la OTU LIPT. En el fenograma se observa que CBQ, KLC y KY tienen la mayor similitud, las dos primeras forman un núcleo a una BC de 0.25.

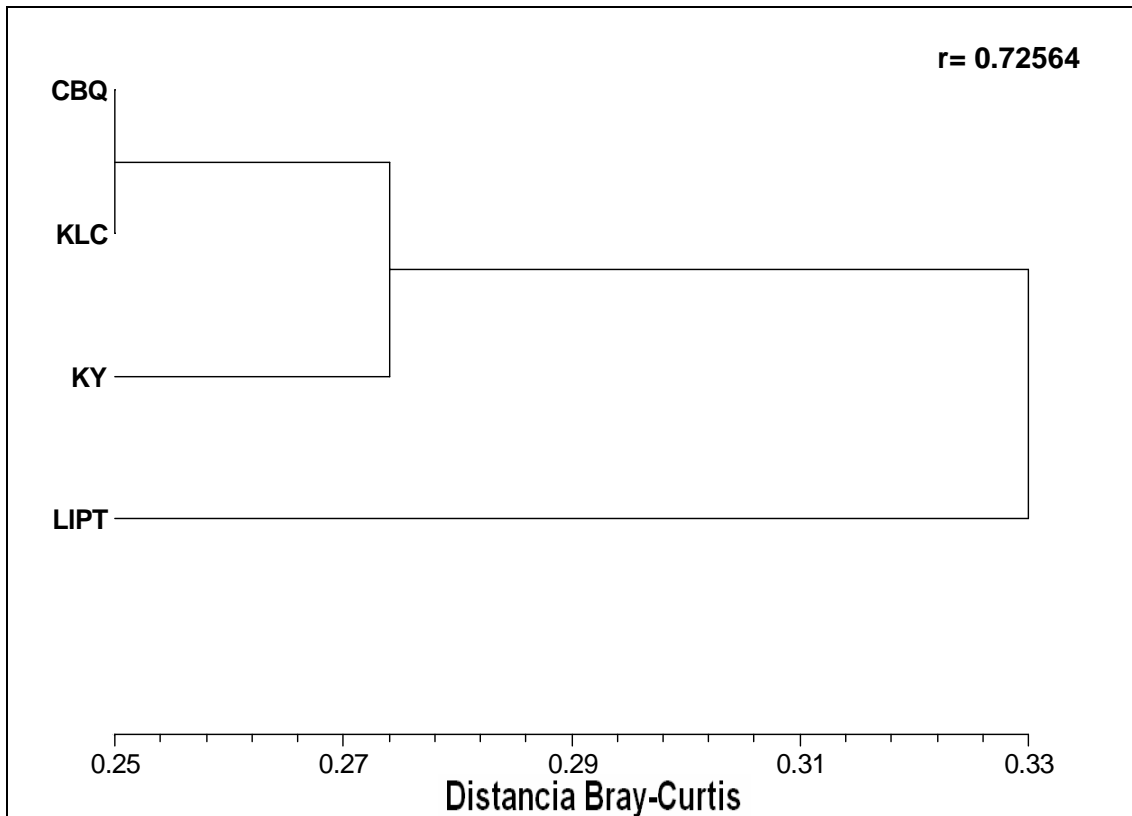


Figura 31. Dendrograma de relaciones entre las diferentes provincias fisiográficas, definido por la riqueza de especies de aves en la Península de Yucatán usando el índice de distancia de Bray-Curtis y el algoritmo de agrupamiento UPGMC. CBQ-Costa baja de Quintana Roo, KLC-Karst y lomeríos de Campeche, KY-Karst Yucateco y LIPT-Llanura y pantano tabasqueño. r = coeficiente de correlación cofenético.

Endemismo. En cuanto al endemismo, en la Fig. 32 se observa la riqueza de especies endémicas según la precipitación anual en la península. El rango con mayor número de especies corresponde al de 800-1200 mm en el que se distribuyen 20 de las 22 especies endémicas, de las cuales se presenta todas las correspondientes a la categoría CE y el 60% de las EM. Entre los 1500-2000 mm se encuentran 18 especies endémicas, 15 CE y 3 EM (las que se distribuyen en Isla Cozumel). En 1200-1500 mm se albergan 17 especies endémicas todas de la categoría CE. De 125-400 mm se encuentran 6 especies endémicas, 4 CE y 2 EM. Entre los 400-600 mm se distribuyen 9 especies, 7 CE y 2 EM. Por último, entre los 600-800mm se encuentran 7 CE; y 2 EM. En el cuadro 6 se enlistan las especies presentes en cada rango de precipitación.

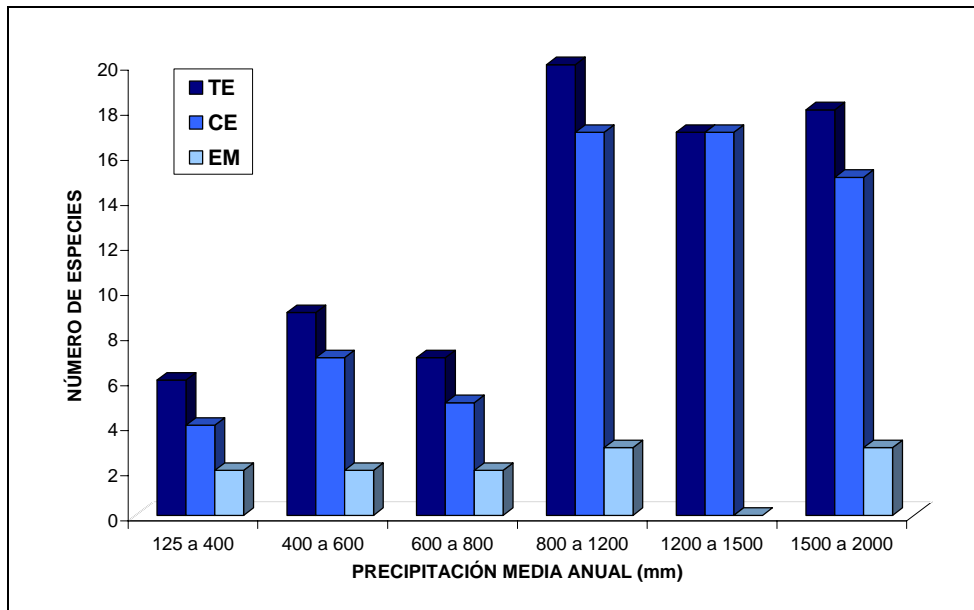


Figura 32. Riqueza de especies endémicas en la Península de Yucatán por rango de precipitación. TE: total endémicos, CE: cuasiendémicas y EM: endémicos de México.

Según el tipo de vegetación (Fig. 33), la mayor riqueza de especies endémicas se encuentra en el bosque tropical subcaducifolio en donde se presentan 21 especies, 16 CE y todas las EM. En el bosque tropical perennifolio las especies CE son 17, y la EM es 1. En el bosque tropical caducifolio se presentan 17 especies con algún tipo de endemismo, 14 especies CE y las 3 EM de Cozumel. A la vegetación acuática y subacuática le corresponden 6 especies endémicas, 4 CE y 2 EM; y al bosque espinoso 1 especies CE. La lista de especies con algún tipo de endemismo presentes en cada tipo de vegetación se muestra en el cuadro 6.

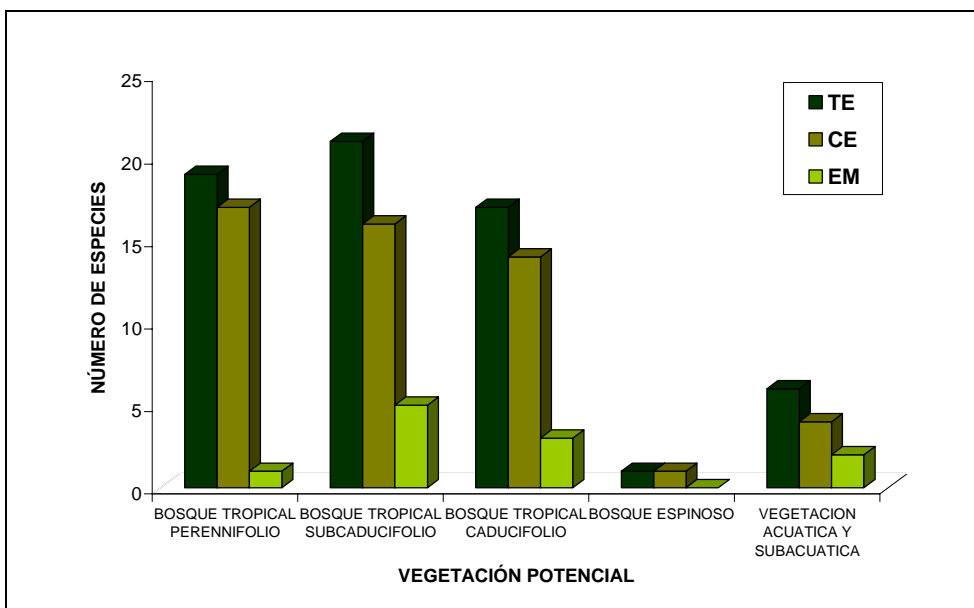


Figura 33. Riqueza de especies endémicas en la Península de Yucatán por tipo de vegetación. CE: cuasiendémicos y EM: endémicos de México.

La distribución del endemismo en las provincias fisiográficas encuentra su mayor representación en el Karst Yucateco (Fig. 34), pues es posible encontrar a las 22 especies endémicas. El resto de las provincias fisiográficas, obviamente, no presenta ninguna especie endémica de México, sólo especies cuasiendémicas. En el Karst y Lomeríos de Campeche se distribuyen las 15 especies, en la costa baja de Quintana Roo, 14 CE; y en la Llanura y pantanos Tabasqueños, 7 CE. En el cuadro se se muestra la lista de especies endémicas presente en cada provincia fisiográfica.

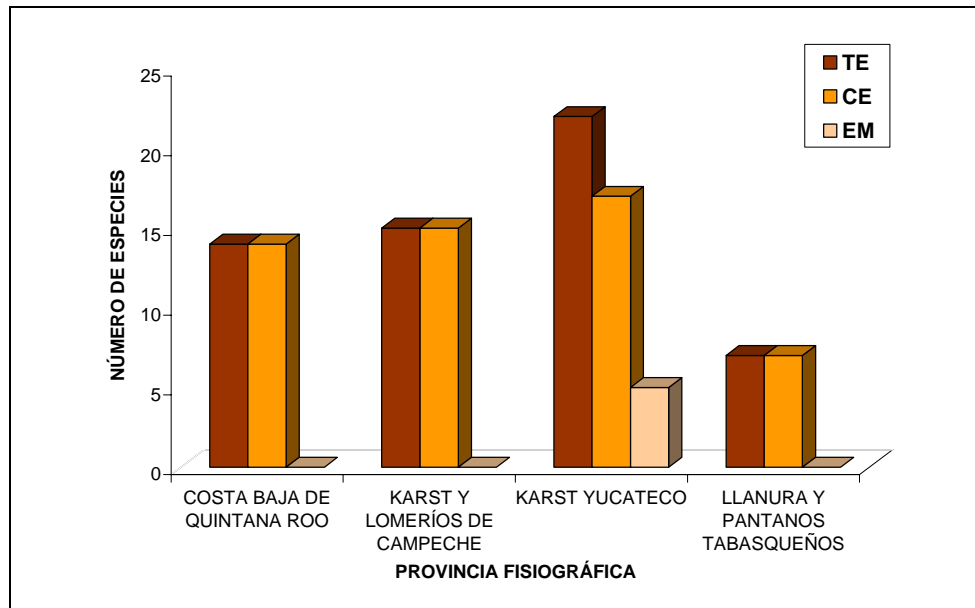


Figura 34. Riqueza de especies endémicas en provincias fisiográficas de la Península de Yucatán. EP: cuasiendémicos y EM: endémicos de México.

Cuadro 6. Especies endémicas y cuasiendémicas presentes en los diferentes rangos de precipitación, tipos de vegetación y provincias fisiográficas

ESPECIES	Precipitación media anual (mm)						Vegetación					Provincias Fisiográficas			
	125-400	400-600	600-800	800-1200	1200-1500	1500-2000	Btp	Bts	Btc	Be	Vas	KY	KLC	CBQ	LIPT
CUASIENDÉMICAS															
<i>Amazilia yucatanensis</i>	-	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X
<i>Amazona xantholora</i>	X	-	-	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	-
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	-	X	X	X	-
<i>Caprimulgus badius</i>	-	-	-	X	X	X	X	X	X	-	-	X	-	-	-
<i>Colinus nigrogularis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	X	-	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X
<i>Elaenia martinica</i>	-	-	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	-
<i>Granatellus sallaei</i>	-	-	-	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X
<i>Icterus auratus</i>	-	-	-	X	X	X	X	X	X	-	-	X	-	-	-
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	-	X	-	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X
<i>Melanoptila glabirostris</i>	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	-
<i>Meleagris ocellata</i>	-	-	-	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	-
<i>Myarchus yucatanensis</i>	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Piranga roseogulais</i>	-	-	-	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X
<i>Uropsila leucogastra</i>	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X
<i>Vireo magister</i>	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-	-	X	-	-	-
ENDÉMICAS															
<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	X	X	X	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-
<i>Chlorostilbon forficatus</i>	-	-	-	X	-	X	X	X	X	-	-	X	-	-	-
<i>Doricha eliza</i>	X	X	X	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-
<i>Toxostoma guttatum</i>	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	X	-	-	-
<i>Vireo bairdi</i>	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	X	-	-	-

Vas-Vegetación acuática y subacuática, Btc-Bosque tropical caducifolio, Btp- Bosque tropical perennifolio, Bts- Bosque tropical subcaducifolio, y Be-bosque espinoso. CBQ-Costa baja de Quintana Roo, KLC-Karst y lomeríos de Campeche, KY-Karst Yucateco y LIPT-Llanura y pantano tabasqueño.

Estacionalidad. En el cuadro 7 se muestra la riqueza de especies migratorias y residentes según la cantidad de precipitación media anual en la Península, tipo de vegetación y provincia fisiográfica. Respecto a la precipitación, en cada rango se aprecia que la mayor riqueza de especies se encuentra en las especies residentes, migratorias de invierno y transitorias; además son las únicas que se encuentran en todos los rangos de precipitación. También se observa como todos los componentes estacionales se distribuyen principalmente en los 800-1200 mm en donde se encuentran 253 especies residentes, 137 de invierno, 106 transitorias, 11 ocasionales y 8 veraniegas. En segundo y tercer lugar, de 1200-1500 mm y 1500-2000 mm tienen la mayor riqueza después del rango anterior. Los componentes estacionales se encuentran representados en menor proporción en el resto de los intervalos donde en ningún caso se presentan más de 100 especies.

Según tipo de estacionalidad y tipo de vegetación, se muestra en el cuadro 7 que el número máximo de especies se encuentra en el bosque tropical perennifolio, seguido del subcaducifolio, caducifolio y vegetación acuática y subacuática; y el mínimo en el bosque espinoso (sólo presenta 18 residentes y 1 especie de invierno) y pastizal (en el que sólo se encuentra una especie de verano y una transitoria). De acuerdo con esto, se sigue básicamente el mismo patrón que con la cantidad de precipitación; en el que los bosques con mayor cobertura registran los números máximos de especies. Es importante reconocer que la precipitación es también la determinante del tipo de vegetación por lo que la distribución de ambos se relaciona y los resultados de distribución de la avifauna son también parecidos.

Con respecto a las provincias fisiográficas, el karst yucateco es la que presenta la mayor cantidad de especies en cada tipo de estacionalidad, albergando 248 especies residentes, 139 invernantes, 108 transitorias, 18 ocasionales y 10 de verano. En seguida está el karst y lomeríos de Campeche, luego las Llanuras y pantanos tabasqueños, en el caso de residentes e invernantes, de los que alberga 156 y 30 especies, respectivamente. Finalmente, la costa baja de Quintana Roo, presenta la menor cantidad de especies por cada tipo de estacionalidad.

Cuadro 7. Número de especies migratorias y residentes según la cantidad de precipitación media anual en la Península, tipo de vegetación y provincia fisiográfica

TIPO DE ESTACIONALIDAD	Precipitación media anual (mm)						Vegetación						Provincias Fisiográficas			
	125-400	400-600	600-800	800-1200	1200-1500	1500-2000	Btp	Bts	Btc	Be	Vas	P	KY	KLC	CBQ	LIPT
Residentes	61	48	41	253	228	104	255	212	142	79	18	-	278	191	153	156
Visitantes de Invierno	45	24	18	137	69	27	119	108	79	28	1	-	139	60	30	30
Transitorios	21	13	11	106	54	18	91	73	46	24	1	1	108	41	25	16
Ocasionales	-	2	1	11	6	3	9	7	2	1	1	-	18	3	5	-
Residentes de Verano	-	1	-	8	8	2	8	7	1	1	1	1	10	6	6	1

Vas-Vegetación acuática y subacuática, Btc-Bosque tropical caducifolio, Btp- Bosque tropical perennifolio, Bts- Bosque tropical subcaducifolio, Be-bosque espinoso y P: pastizal. CBQ-Costa baja de Quintana Roo, KLC-Karst y lomeríos de Campeche, KY-Karst Yucateco y LIPT-Llanura y pantano tabasqueño.

Análisis de la similitud de la avifauna. En la Fig. 35 se presenta el fenograma obtenido usando el índice de distancia de Bray-Curtis y el algoritmo de agrupamiento UPGMC sobre datos de presencia y ausencia de la avifauna en los cuadrantes construidos (Fig. 36a). Se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.94422 y se observaron las similitudes faunísticas entre los 30 cuadrantes. En principio se pueden reconocer un núcleo con la mayor similitud y tres áreas con el mismo valor de similitud que también son la de menor similitud. Este núcleo de mayor similitud se forma a una $BC=0.77$ e incluye a los cuadrantes 1-30, excepto el 4, 11 y 17 los cuales son los de mayor valor de disimilitud ($BC=0.81$, en gris, Fig. 35). Dentro del núcleo de mayor similitud se identifican a su vez dos núcleos más. El primero ($BC=0.73$) constituido por CC1-3, CC5-10, CC12, CC13, CC15, CC16, CC19-20, CC23, CC24, CC26 y CC30; y corresponde principalmente a los cuadrantes de la parte sureste de la Península por lo que se le denominó “zona sur” (en verde, Fig. 35). El segundo ($BC=0.7$) esta conformado por los cuadrantes CC14, CC21, CC22, CC25, CC27, CC28 y CC29 que ocupan la zona noroeste de la península; área que se denominó “zona norte” (en rosa, Fig. 35). El grupo con los cuadrantes de la zona sur ocupa la mayor parte de la Península. En esta asociación se encuentra incluida Isla Cozumel (CC30) y las mayores similitudes del fenograma entre los cuadrantes más sureños (CC1 y CC2; CC5, CC6 y CC10; CC9 y CC18; y CC13 y CC19). El núcleo de los cuadrantes del norte se define por asociaciones con valores de disimilitud no menores a 0.59.

A partir de los resultados obtenidos, se elaboró el mapa de la Fig. 36b en el que se muestra la división principal de la Península de Yucatán en zona norte (rosa) y zona sur (verde); de acuerdo a los núcleos con mayor similitud del fenograma. Las tres OTUS de menor similitud se muestran coloreadas en gris.

La zona con el mayor número de especies es la sur en la que se registran 440 especies en 20 cuadrantes (92.8% del total de especies). Tomando en cuenta que se trata de un área de cerca de 111, 000 km^2 ; se puede decir que es posible encontrar en promedio 0.07 especies por kilómetro cuadrado. En la zona norte se reconocen 315 especies en 7 cuadrantes (66.4% del total). El área ocupada es aproximadamente de 38, 850 km^2 por lo que el promedio de especies encontradas en cada km^2 es de 0.08.

La identificación de las dos zonas es consistente con las relaciones encontradas en los fenogramas anteriores en los que las OTU's que ocupan la parte norte siempre presentan una cierta independencia con respecto a las demás (aunque sea con un bajo nivel de disimilitud). Por ejemplo, la provincia fisiográfica del Karst Yucateco es independiente a las demás y también se relacionan las provincias del sur (Costa Baja de Quintana Roo y Karst y Lomeríos de Campeche, Fig. 31); los intervalos de precipitación R1-R3 (en el norte) forman un grupo de

mayor similitud, mientras que los de cobertura más sureña R4-R6 también forman un grupo aparte (Fig. 25); y los bosques tropicales perennifolio y subcaducifolio conforman un núcleo, mientras que el bosque tropical caducifolio tiene menor similitud (Fig. 27). Cabe resaltar que la ubicación aproximada de los cuadrantes de la zona norte es similar a la zona ocupada por el bosque tropical caducifolio.

Es importante notar que los cuadrantes de menor similitud (CC4, CC1 y CC7) son también aquellos en donde se tiene menor número de ejemplares registrados, y por lo tanto, el menor número de especies presentes. En general, la mayoría de los cuadrantes tenían más de 100 especies registradas, sin embargo en estos tres se registraron entre 11 y 30 especies. Tomando en cuenta que cada cuadrante tiene alrededor de 5,550 km² de superficie, en la Península existen muchas áreas donde hay de 0.002-0 registros por km².

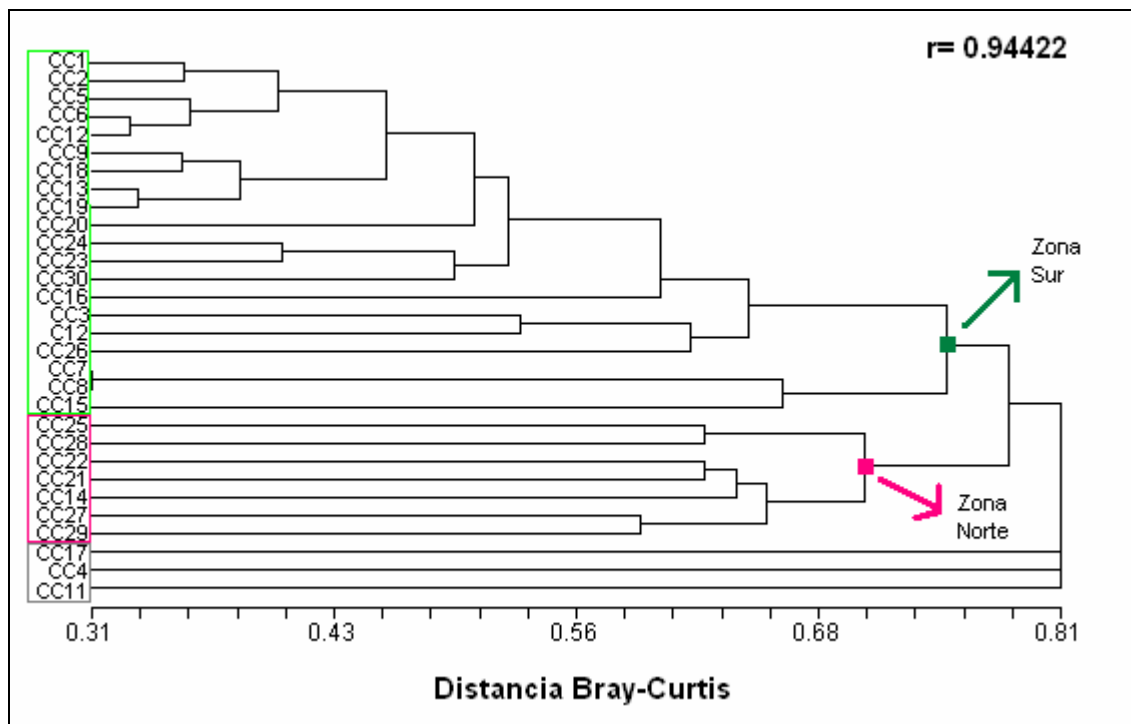


Figura 35. Dendrograma de relaciones entre cuadrantes, definido por la riqueza de especies de aves en la Península de Yucatán usando el índice de distancia de Bray-Curtis y el algoritmo de agrupamiento UPGMC. r = coeficiente de correlación cofenético.

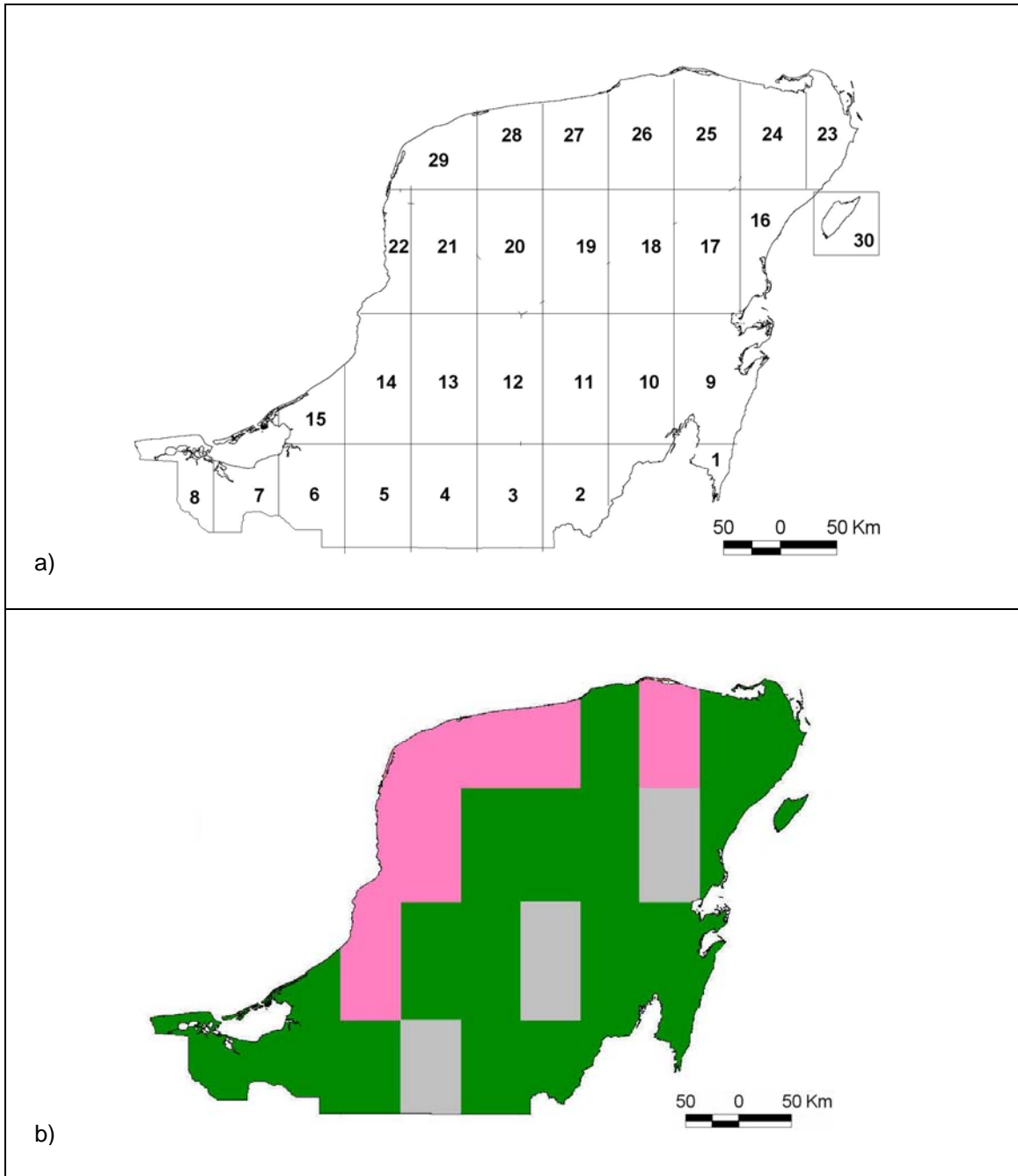


Figura 36. a) Cuadrantes utilizados para el análisis de similitud. El número de cuadrante se indica dentro del mismo. b) Zonas definidas a partir del análisis de similitud. Los cuadrantes coloreados en gris son aquellos para los que no se encontró alguna similitud definida.

Conservación de la avifauna de la Península de Yucatán.

El número de especies consideradas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-ECOL-2001 es de 86 de las 282 que considera en total. En el anexo 3 se muestran las especies de la Península de Yucatán enlistadas en la NOM-059-ECOL-2001 y la categoría de cada una. La mayoría se encuentra bajo protección especial (55 especies), las especies endémicas o cuasiendémicas consideradas en esta categoría son tres: *Amazona xantholora*, *Campylorhynchus yucatanicus* y *Vireo bairdi*. Las especies consideradas amenazadas son 20 y la única especie con algún tipo de endemismo en esta categoría es *Meleagris ocellata*. Finalmente, la NOM-059-ECOL-2001 considera 11 especies en peligro de extinción. Las especies endémicas *Doricha eliza* y *Toxostoma guttatum* (presentes en el norte de la Península e isla Cozumel, respectivamente) se encuentran en esta categoría. La mayoría de las especies de la Península consideradas por la norma en alguna categoría de riesgo, se distribuyen en Quintana Roo, seguido de Campeche y Yucatán, con una menor cantidad de especies protegidas registradas en su territorio de acuerdo a la base de datos (Fig. 37).

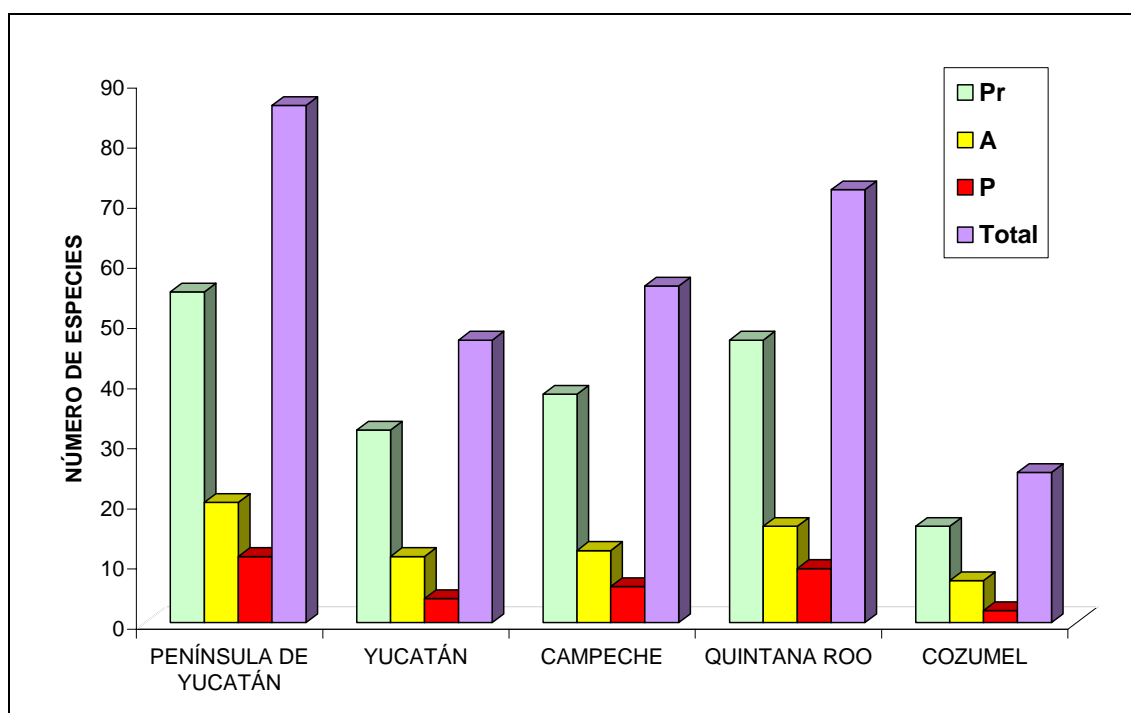


Figura 37. Número de especies presentes en la Península de Yucatán incluidas en la NOM-059-ECOL-2001. Pr-sujetas a protección especial, A-amenazada y P-En peligro de extinción.

En las Figuras 38 y 39 se observa la distribución de las ANP's y AICAS de la Península de Yucatán, comparada con el número de especies encontradas por localidad única. En principio se aprecia que la mayor parte de los ejemplares no se ha colectado dentro del área de ANP's o AICAS por lo que si los datos de colecta se tomaron como datos de distribución real, casi en ninguna se encontró representado más del 25% de las especies

presentes en la base de datos o la Península. Al contrario, los mayores porcentajes se encontraron en zonas perturbadas (Figuras 28 y 29). La ANP de Ría Lagartos es la que a pesar de no tener la mayor superficie, registra el mayor número de ejemplares colectados (943) que pertenecen a 237 especies. En cambio Calakmul, siendo la reserva de mayor superficie, presenta 158 registros y sólo en la zona de carretera; y se reconocen 73 especies.

Otras dos áreas de reserva registran más de 71 especies y un mayor esfuerzo de colecta (en Ría Lagartos y Yum Balam). Dzibilchantún también presenta varios puntos de colecta considerando su superficie tan pequeña. Muchas áreas en las que no se presenta ningún o casi ningún tipo de registro en la base de datos son parte de algún tipo de zona protegida como Ría Celestún, Los Petenes, Arrecifes de Sian Ka'an y Sian Ka'an, Uaymil, Arrecifes de Xcalak y Calakmul.

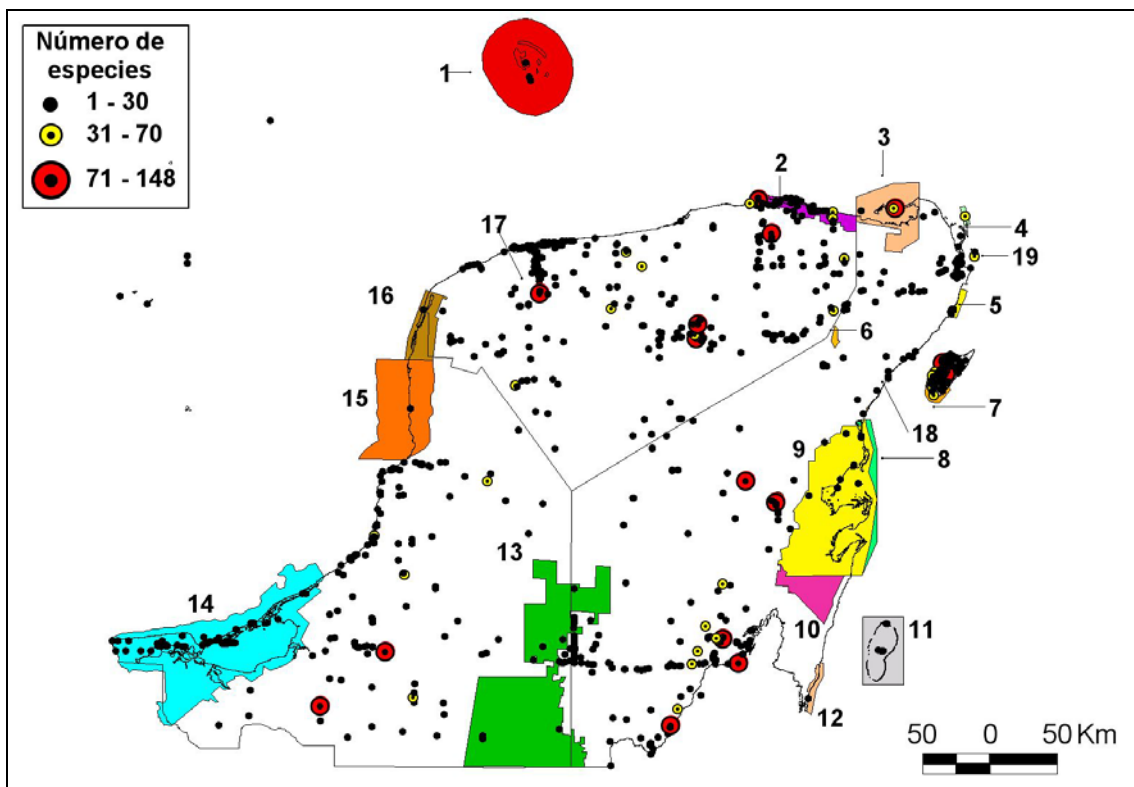


Figura 38. Riqueza de especies representadas en la base de datos comparada con la distribución de Áreas Naturales Protegidas (ANPs). 1. Arrecife Alacranes, 2. Ría lagartos y playa Ría lagartos, 3. Playa Ría Lagartos y Yum Balam, 4. Isla Contoy, 5. Arrecife Puerto Morelos, 6. Otoch Ma'ax Yetelkooh, 7. Arrecifes de Cozumel, 8. Arrecifes de Sian Ka'an, 9. Sian Ka'an, 10. Uaymil, 11. Banco Chinchorro, 12. Arrecifes de Xcalak, 13. Calakmul, 14. Laguna de Términos, 15. Los Petenes, 16. Ría Celestún, 17. Dzibilchantun, 18. Tulum y 19. Costa occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

En el caso de las AICAS se observa el mismo patrón. Sin embargo, Isla Cozumel, cuyo territorio completo forma parte de la AICA, es otra área además de la de Río Lagartos y Calakmul que posee ejemplares colectados de más de 100 especies; en total 181. Por otro

lado, es posible encontrar dentro de los límites de cada área propuesta mayor cantidad de ejemplares de especies en peligro de extinción o amenazadas; que en las ANP's.

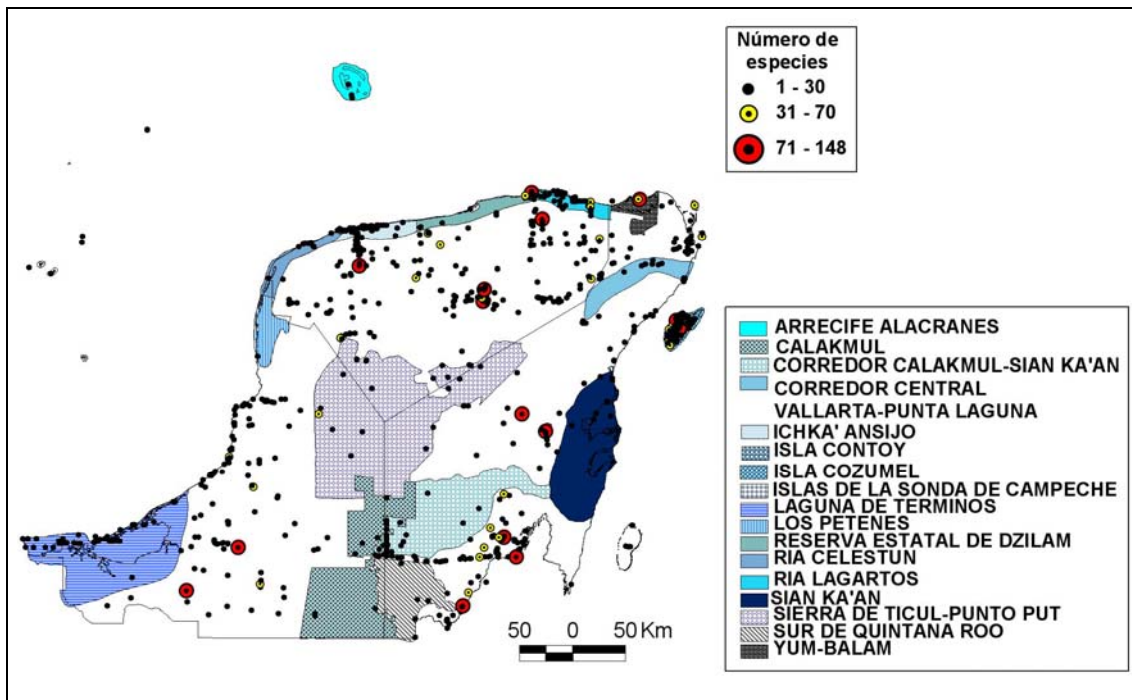


Figura 39. Riqueza de especies representadas en la base de datos comparada con la distribución de las Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICAS).

En cuanto a la distribución del endemismo, en la Fig. 40 (a y b) se muestra la distribución de los puntos de colecta de especies con algún tipo de endemismo en las ANP's. De acuerdo con la base de datos sólo Ría Lagartos y Calakmul parecen representar a algunas de ellas. De Ría Lagartos existen ejemplares de las especies *Amazilia yucatanicus*, *Colinus nigrogularus*, *Cyanocorax yucatanicus*, *Granatellus sallaei*, *Icterus auratus*, *Melanerpes pygmaeus*, *Melanoptila glabrirostris*, *Meleagris ocellata* y *Myiarchus yucatanensis*, *Uropsila leucogaster* y *Vireo magíster*. En Calakmul se registran *Amazilia yucatanicus*, *Cyanocorax yucatanicus*, *Granatellus sallaei*, *Melanoptila glabrirostris*, *Meleagris ocellata*, *Myiarchus yucatanensis* y *Piranga roseogularis*. El endemismo exclusivo de México sólo se encuentra en Ría Lagartos y Celestún y con las especies *Campylorhynchus yucatanicus* y *Doricha eliza*. Considerando las AICAS el panorama cambia mucho pues entre todas sus áreas se representan todas las especies endémicas, incluyendo las de Isla Cozumel (Fig. 41 a y b).

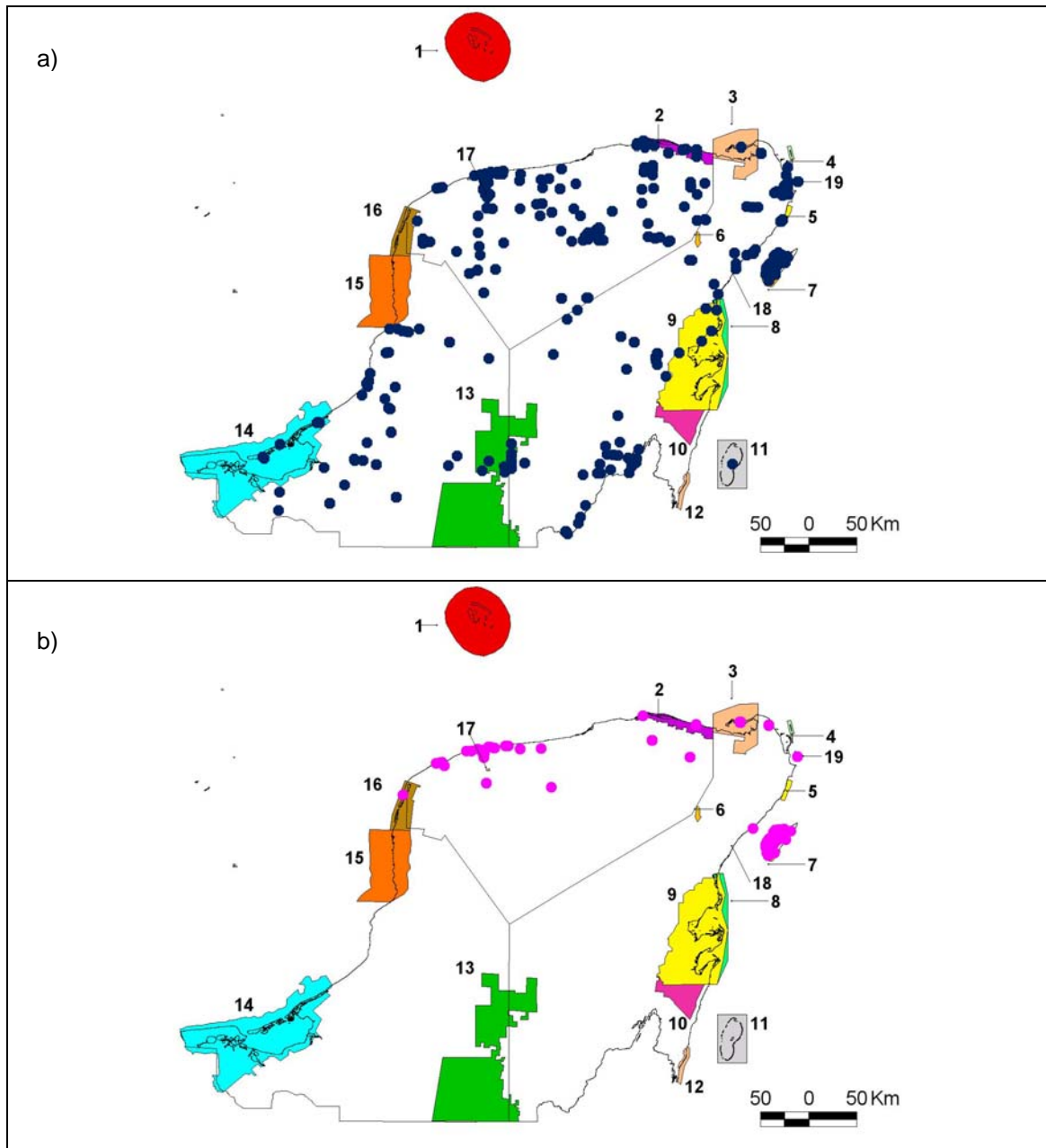


Figura 40. Distribución de especies endémicas en la Península y presencia de ANP's. a) Especies cuasiendémicas, b) Especies endémicas de México. 1. Arrecife Alacranes, 2. Ría lagartos y playa Ría lagartos, 3. Playa Ría Lagartos y Yum Balam, 4. Isla Contoy, 5. Arrecife Puerto Morelos, 6. Otoh Ma'ax Yetelkooh, 7. Arrecifes de Cozumel, 8. Arrecifes de Sian Ka'an, 9. Sian Ka'an, 10. Uaymil, 11. Banco Chinchorro, 12. Arrecifes de Xcalak, 13. Calakmul, 14. Laguna de Términos, 15. Los Petenes, 16. Ría Celestún, 17. Dzibilchantun, 18. Tulum y 19. Costa occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

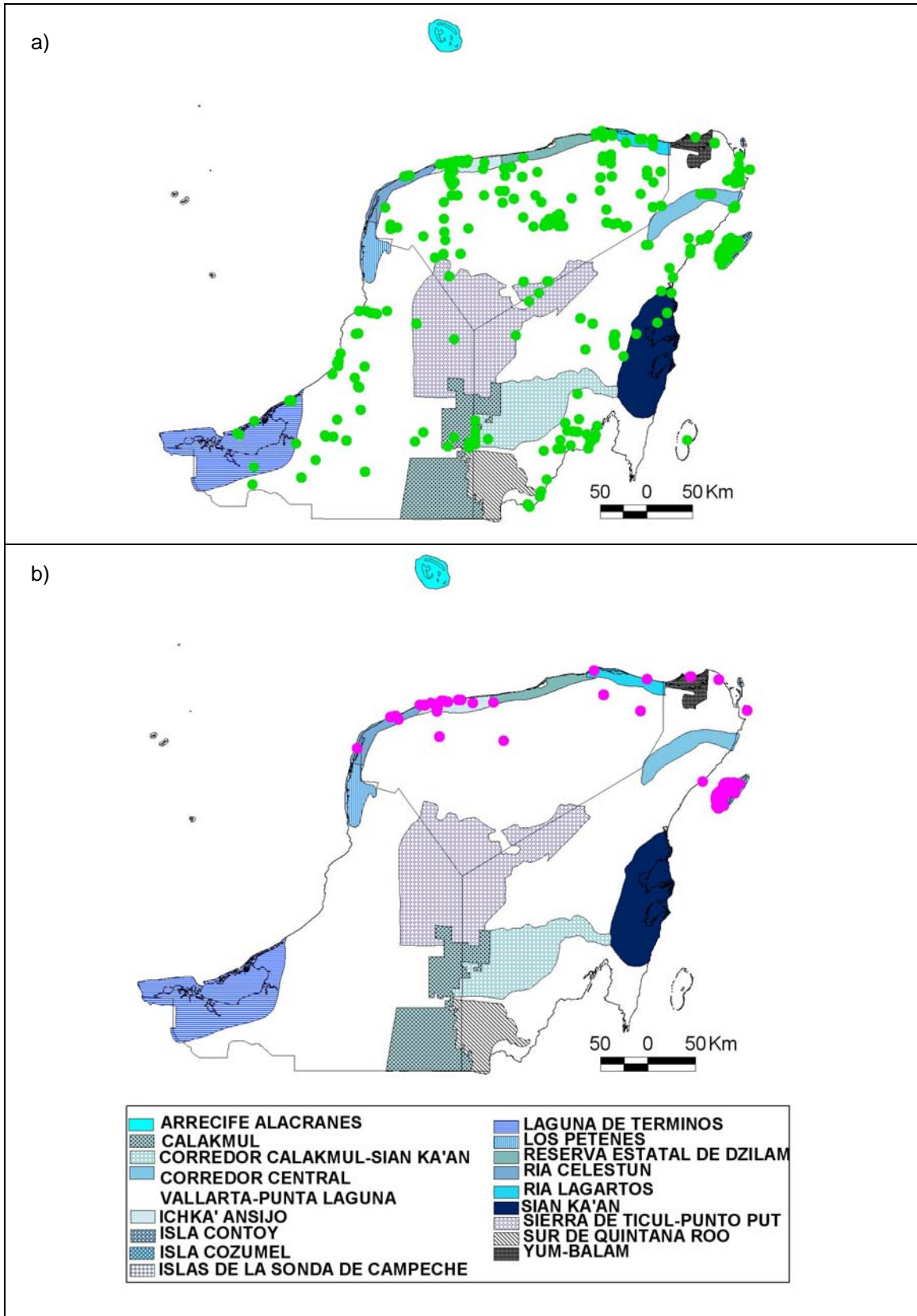


Figura 41. Distribución de especies endémicas en la Península y presencia de AICAs. a) Especies cuasiendémicas, b) especies endémicas de México.

Finalmente, en el anexo 3 también se muestra el tipo de estacionalidad que presenta cada especie listada en la norma ecológica. Se presentan especies que tienen poblaciones tanto residentes como migratorias, por ejemplo, *Ardea herodias*, *Nyctanassa violacea* y *Phoenicopterus ruber*.

De todas las especies de la Península de Yucatán consideradas por la norma, 77 son residentes (48 en categoría de protección especial, 19 amenazadas y 10 en peligro de extinción); 7 son especies invernantes (en protección especial y una en peligro de extinción); 2 especies de verano (una en protección especial y una amenazada); y 6 transitorias (5 en protección especial y una en peligro de extinción).

VII. DISCUSIÓN

Distribución de la riqueza y endemismo.

Distribución de la riqueza. Con la construcción de la base de datos se encontró que al menos 474 especies de aves se distribuyen en la Península de Yucatán. Esta cantidad difiere al revisarse otros trabajos en los que se reconocen mayor o menor número de especies. Paynter (1955) registra 429 especies; Hartig (1979), 491; y McKinnon (1992), 509. Estas diferencias pueden ser debidas a que no se recopiló la suficiente información ya que no todos los datos que pudieron haberse obtenido estaban disponibles; o simplemente a que no todas las especies presentes en la Península se encuentran registradas en colecciones científicas.

Algunos problemas derivados de los esfuerzos de colecta heterogéneos y la falta de revisión del material biológico de las colecciones, es que existe baja representatividad de ciertas especies, errores de sinonimia en los ejemplares o en las localidades y carencia de datos del ejemplar, sitio de colecta o el colector (Escalante *et al.*, 2002). Estos problemas pueden observarse hasta la fecha en ellas o en las bases de datos construidas a partir de la información que albergan. Como ejemplo, durante la recopilación de los datos en las diferentes colecciones consultadas en este trabajo, se encontraron este tipo de errores especialmente aquellos relacionados con sinonimias y ausencia de datos para la asignación de coordenadas de la localidad y principalmente en ejemplares colectado a finales del siglo XIX y primera mitad del siglo XX.

Hasta ahora, se puede observar que el esfuerzo de muestreo no ha sido homogéneo en la Península, ya que este se concentra hacia la línea de costa, las grandes ciudades, la isla de Cozumel y siguiendo la red carretera lo que caracteriza al llamado “síndrome de recolector” (Fig. 12, Escalante *et al.*, 2002). En zonas que no presentan registros, según la base de datos construída, no se encuentra desarrollada la red de caminos, como gran parte de la Meseta de Zoh Laguna y de la Reserva de la biosfera de Calakmul (al sur de la Península); así como parte de la Sierra de Ticul y el centro-sureste de Quintana Roo. En cuanto a Yucatán, el estado con la mejor red carretera de los tres estados y menor superficie estatal, posee una mayor cantidad de localidades y ejemplares registrados. Un caso especial es el de Isla Cozumel en la que se presentan más registros que Campeche, probablemente por su accesibilidad desde la zona turística de Quintana Roo y su área relativamente pequeña que puede ser fácilmente explorada. A nivel de localidad única se observó que en general la mayoría no tiene más de 100 ejemplares colectados y aquellas que los presentan, pertenecen o se encuentran cerca de las ciudades importantes; y por lo tanto de las principales carreteras de más fácil acceso. La ausencia de carreteras en la región dificulta el muestreo, que muchas veces no se realiza pues en un país en vías de desarrollo como es éste, no se poseen la infraestructura ni los recursos necesarios para realizar colectas en áreas de difícil acceso (Gómez-Pompa, 2004).

La distribución de la riqueza se ve muy influenciada por los factores mencionados. En todos los niveles taxonómicos, los estados con mayor número de registros son también los de mayor riqueza en cuanto a órdenes, familias y especies (cuadros 2 y 3). Por lo tanto, de acuerdo a la base de datos, Quintana Roo es el estado más rico, seguido de Yucatán y Campeche. Debido a esto, no se puede asegurar que en la realidad sea así pues existe la posibilidad de que la influencia del esfuerzo de muestreo desigual sea tan grande que opaque los patrones naturales (Escalante *et al.*, 2002). Siendo que en Quintana Roo se presenta cerca del 88% de las especies registradas, se esperaría que todas las especies ausentes se presentaran en hábitats particulares de los otros estados si los resultados obtenidos no se vieran influenciados por el esfuerzo de colecta. Por ejemplo, *Tyto alba*, una especie que esperaría encontrarse en los tres estados de la Península esta ausente en Quintana Roo; lo que indica la necesidad de la realización de más colectas en la Península.

En Cozumel, en cuanto a riqueza de especies, se obtuvo el resultado esperado. Si bien presentó mayor cantidad de registros que Campeche, el número de especies fue menor, adecuándose a que con un área menor se espera que la cantidad de especies que puede sostener, comparada con un área mayor continental, sea también menor (Pin Koh *et al.*, 2002). No obstante, la menor cantidad de colectas realizadas en Campeche pueden disfrazar la riqueza esperada para un área de su tamaño y con más diversidad de hábitats, comparada con la isla.

Además, a nivel localidad puntual, la mayoría poseen menos de diez especies y de hecho al menos 50% de ellas registran sólo una. También se encuentra el caso de que varias especies se han registrado sólo en una localidad, por lo que de ninguna manera es representativa de su área real de distribución. Así, la riqueza total de la Península no se aprecia en su totalidad pues se esperaría que en general cada localidad contara con un mayor número de especies dada la riqueza de la zona (Escalante *et al.*, 1998). Sólo unas pocas localidades presentan más de 100 especies y son aquellas con mayor número de ejemplares (Fig. 11).

A pesar del tipo de influencia que haya podido tener la cantidad y calidad del registro de ejemplares en la Península, sigue siendo importante y valioso el esfuerzo realizado porque permite hacer ciertos tipos de estudios, sin embargo, para otros es necesario aumentar el esfuerzo de colecta y actualizarlo; así como explorar las grandes áreas sin muestreo para darle mayor resolución a trabajos como este. Gordillo (1998) y Navarro (1998) también notan que la Península de Yucatán está pobremente representada en cuanto a puntos de colecta en su porción centro-sur y al sureste de Quintana Roo.

Como dato interesante el máximo número de registros en una localidad es de 623 ejemplares; sin embargo en localidades de otros estados del país se ha colectado más y es

posible encontrar puntos con más de 1, 000 especímenes registrados; y en general, comparada con el resto del país, la Península tiene grandes áreas sin muestrear, al igual que altiplano mexicano (Navarro, 1998). Es recomendable realizar más exploraciones de colecta en la Península por que para toda la variedad de estudios posibles en sistemática, biogeografía, ecología y otras disciplinas, es necesaria una buena representatividad de ejemplares así como el mayor número de especies en las colecciones.

Gran parte de la riqueza encontrada en la Península de Yucatán se debe a la presencia de una importante proporción de especies de aves migratorias que utilizan esta porción continental como zona de residencia en el invierno y verano en menor cantidad, o como área de paso y descanso en el seguimiento de sus rutas migratorias (Lynch, 1989; Greenberg, 1992). La importancia del componente migratorio, principalmente de invierno y transitorio, ha sido apreciada en trabajos anteriores en los que las especies migratorias representan alrededor del 30% de la avifauna registrada (López-Ornat *et al.*, 1989; Lynch, 1989). Aunque este porcentaje varía según las localidades y zonas estudiadas; y se consideran mucha menor cantidad de localidades y área de la Península, se ajusta de manera coherente con este trabajo en el que se encontró que la proporción era de 38%.

A nivel estatal, la proporción de especies migratorias es similar a la encontrada en la totalidad de la Península (Fig. 20). Aproximadamente el 30% de las especies son residentes de invierno y 25%, transitorias. Las aves con otro tipo de estacionalidad conforman menos del 3% de la avifauna por estado. En Campeche se nota una variación en estos porcentajes la cual puede deberse a la menor cantidad de ejemplares registrados y las grandes áreas sin colectar. En Campeche existe un gran área sin registros de especies con algún tipo de estacionalidad, incluso mayor que la que se observa para la totalidad de registros del estado; prácticamente poco más de la mitad del estado no posee ningún registro de este tipo (Fig. 21 y 22). Aunque se nota algo similar en Quintana Roo, la cantidad de especies migratorias registradas en el estado es casi el doble que en Campeche. La razón puede encontrarse en que en este estado los registros provienen en su mayoría de la línea de costa, Banco Chinchorro, Yum Balam, Isla Holbox y Sian Ka'an; lugares que han sido reconocidos como de importancia en el estado para la migración y reproducción de aves marinas (Arizmendi y Márquez Valdelamar, 2000).

De acuerdo con este trabajo y Lynch (1989), la distribución de especies invernantes y transitorias abarca toda el área de la Península (Fig. 21 y 22). Según Deppe y Rotenberry (2005), esta distribución se ve afectada por factores que incluyen la distribución de la vegetación, abundancia de alimento y competencia; cada uno influenciado por la edad, sexo y condición energética. Otros trabajos han notado que la mayor parte de las aves invernantes son de hábitos neárticos insectívoros (Greenberg, 1992) seguidas por los nectarívoros y frugívoros, omnívoros y granívoros (Levey y Stiles, 1992; Deppe y Rotenberry, 2005); aunque también se han detectado los cambios de hábitos alimenticios, por ejemplo de dieta de insectos

a una frugívora (Levey y Stiles, 1992; Greenberg *et al.*, 1993), situación que se ha explicado por el decline en las poblaciones de insectos durante el invierno lo que, al no haber necesidad de consumir proteínas por no ser la época reproductiva, presiona a las especies migratorias a “cambiar” para relajar la competencia por el alimento con las residentes ecológicamente similares (Levey y Stiles, 1992).

En cuanto a residentes de verano y ocasionales, por su tipo de estacionalidad y al ser menor cantidad de especies, se poseen menos registros. Por lo que no es posible a partir de los puntos de colecta, hacer una afirmación sobre el área de distribución que ocupan en la Península. Es importante recordar que muchas especies migratorias poseen también poblaciones residentes (AOU, 1998), por lo que sería conveniente para estudios como este y los relacionados con la conservación de especies reconocer en una misma área (en este caso la provincia) dónde se distribuyen estas poblaciones o si coexisten. Sin embargo, en México, se tiene poca información en este tema y muchas veces la que se posee sólo contempla algunas poblaciones y especies, y no siempre es completa (Ceballos y Márquez Valdelamar, 2000). Pero si ni siquiera se conoce la totalidad de la biodiversidad mexicana y de la mayoría de especies descritas no se han estudiado bien sus aspectos ecológicos básicos, mucho menos se puede esperar investigación completa y detallada sobre sus poblaciones.

La base de datos no incluye la totalidad de las especies que en la realidad se distribuyen en toda la Península; por lo que la lista de especies construida a partir de ella es incompleta. Por esta razón el uso de estimadores de riqueza es útil para calificar qué tan completa es una lista (Escalante *et al.*, 2002). En este trabajo se estimó que la riqueza de la Península oscila alrededor de las 528 especies, lo que indica que faltarían por registrar al menos 40-50 especies en las colecciones. Tomando en cuenta la distribución de las aves de Norteamérica presentada en Howell y Webb (1995) es posible hallar al menos 43 especies cuyas probables áreas de distribución abarcan o alcanzan la Península de Yucatán. Sin embargo, de ninguna de ellas se encontraron registros para incluir en el trabajo. De haber podido ser añadidas, la riqueza de especies de aves hubiera aumentado de 474 a 517, superando el número de especies reconocidas en los trabajos antes mencionados y acercándose al resultado estimado.

Además, Gómez de Silva y Medellín (2001) presentan una manera rápida de comprobar qué tan completa es una lista de especies de aves elaborada para cualquier área de México, tomando en cuenta la presencia de taxones total o ampliamente distribuidos en el país, cuya ausencia es indicativa de que la lista es incompleta (pero su presencia no necesariamente indica que es completa en su totalidad). Considerando los criterios señalados por los autores: que la lista contenga representación de grupos como Apodidae, Accipitridae, Tyrannidae, Strigidae, entre otros; y comparándolos con la lista de especies obtenida, se observa la presencia de organismos pertenecientes a dichos grupos; por lo que se podría decir que es

representativa de la mayoría de las especies. Estos resultados podrían indicar que se ha reconocido casi la totalidad de especies en la Península y aquellas que aún no se han registrado son muy pocas.

Distribución del endemismo. La Península no es especialmente rica en endemismos, Arita y Vázquez Domínguez (2003) indican que existen de 20-26 especies endémicas de anfibios y reptiles. En este trabajo se encontró que menos del 5% de su avifauna puede ser considerada endémica o cuasiendémica y sólo 5 especies son endémicas a México. Este resultado concuerda con Escalante *et al.* (1998) quienes reportan que por lo menos se encuentran 5 especies endémicas en el área ocupada por la Península. González-García y Gómez de Silva-Garza (2003) reportan, a nivel estatal, que en Quintana Roo se distribuyen 5 especies endémicas; mientras que en este trabajo se registraron 4 lo cual se debe a cambios en la nomenclatura de AOU (1998). Por ejemplo, Howell y Webb (1995) mencionan a *Troglodytes beanii* como endémica a isla Cozumel; pero AOU (1998) la considera como subespecie de *Troglodytes aedon*.

El uso de taxonomías alternativas como la presentada por Navarro-Sigüenza y Peterson (2004), que trabaja con un concepto de especie distinto al de AOU (evolutivo/filogenético), permite visualizar de manera diferente el endemismo en la Península. Bajo este concepto es posible reconocer 15 especies endémicas más para la Península de Yucatán. En Cozumel se aumentan 6 especies endémicas de la isla. Por lo que en total, el endemismo o cuasiendemismo se incrementa a 37 especies. A pesar de esto la Península comparada con otras zonas del país sigue teniendo un menor grado de endemismo en general; pues bajo este concepto aumenta también la cantidad de especies endémicas a México al elevar a nivel de especie muchas subespecies restringidas a ciertas áreas.

El endemismo se encuentra ubicado de la misma manera que con otros organismos (Espadas-Manrique *et al.*, 2003, Arita y Vázquez Domínguez, 2003) . Las especies endémicas a México se distribuyen en una franja al norte de la Península y en Isla Cozumel (Figuras 17 y 18). La única especie de aquellas endémicas a México, que no lo es también a la Península de Yucatán, es el colibrí *Doricha eliza*. Esta especie posee dos poblaciones disjuntas, la de mayor número es la que se halla en el área de estudio, mientras que a la más pequeña es posible encontrarla en una pequeña área de Veracruz (Ortiz-Pulido; *et al.*, 2002).

Esta distribución al norte puede indicar que la diferenciación y establecimiento de estas formas fue reciente. El encontrarse en la parte más joven de la Península y relativamente estable en condiciones ambientales, promovió la aparición y expansión del bosque tropical seco más joven del país (Becerra, 2005). La diferencia de condiciones actuales junto con las oscilaciones climáticas del Pleistoceno (hace 36 000 años) que se sufren más marcadamente al sur (Metcalf *et al.*, 2000); permitieron la diferenciación de especies adaptadas a ellas y

debido a la forma de la Península, esta zona quedó relativamente aislada de la parte sur por el gradiente de humedad oeste-este, representando una isla climática (Estrada-Loera, 1991).

En el caso de Cozumel, de la cual su historia geológica no es bien conocida, al ser una isla, aunque cercana al continente, mantiene de alguna manera aisladas a poblaciones de ciertas especies. En ella existen condiciones climáticas un tanto diferentes a las de las partes continentales más cercanas pues en la isla existe una mayor precipitación y condiciones de humedad. Por otro lado, la avifauna de Cozumel se compone principalmente de elementos con afinidad antillana y Norteamericana (incluyendo Centroamérica) cuya presencia se explica principalmente por eventos de dispersión (Paynter, 1955 y Vázquez-Miranda, 2004).

En general, las especies cuasiendémicas se distribuyen en el resto de la Península (Fig. 15 y 16), lo que indica que en su totalidad (incluyendo Guatemala y Belice) esta área ha tenido una historia biológica y geológica tan particular que ha permitido la diferenciación de especies propias de la provincia. Durante el Oligoceno al formarse las cadenas montañosas de Chiapas y Centroamérica. Las faunas del este y el oeste de México se separaron, permitiendo la diferenciación de sus elementos, como ya ha sido sugerido para reptiles (Savage, 1982). Se ha notado que especies cuasiendémicas, como *Uropsila leucogastra* y *Cyanocorax yucatanicus*, representan especies hermanas de otras que se distribuyen al oeste del México (Navarro, 1998).

En general, el hecho de que existan tan pocas formas endémicas en la provincia (incluso considerando otras taxonomías) puede deberse a las oscilaciones climáticas que no permitieron estabilidad climática al sur de la Península y que esta área continental ha servido como parte del puente centroamericano lo que ha permitido el establecimiento de gran número de especies provenientes del sur y en menor medida del norte (Vuilleumier, 1985) y no sólo en el caso de las aves (Savage, 1982; Estrada-Loera, 1991 y Dávalos, 2004). Es decir, esta porción de tierra no ha estado lo suficientemente aislada como para permitir la diferenciación de muchas especies. Aún así, autores como Savage (1982) y Peterson *et al.* (1998), reconocen a la Península de Yucatán como una de las áreas de mayor endemismo de Centroamérica.

Distribución y análisis de similitud de la avifauna con respecto a la precipitación, la vegetación y las provincias fisiográficas

Los patrones de riqueza se deben a la influencia conjunta de factores ambientales e históricos. La mayor parte de la riqueza de las aves de la Península de Yucatán se distribuye más en las áreas con clima tropical subhúmedo que en las de clima cálido seco. Los diferentes subtipos de climas distribuidos en la Península se caracterizan básicamente por diferencias en la precipitación media anual (Durch, 1991) por lo que la mayor riqueza de especies se

encuentra presente en los rangos de mayor precipitación que son los que delimitan los climas tipo A. La riqueza de especies disminuye de 97 a 58 especies entre los 125 a 800 mm, a los 800 mm alcanza su máximo pico con 400 especies y disminuye nuevamente de 1200-2000 mm hasta 201 especies. Este mismo patrón, de aumento y disminución de la riqueza, se encuentra en la aves migratorias con cualquier tipo de estacionalidad. La diferencia de especies entre los menos de 600 y más de 800 mm puede deberse al efecto combinado del esfuerzo de colecta (escaso a los 600 mm), y que la riqueza se encuentra relacionada positivamente con las medidas de productividad primaria como la precipitación, así, se espera menor riqueza en condiciones secas que en las húmedas (Duellman, 1988 y Vázquez y Gaston, 2004).

En cuanto a las especies endémicas, se obtuvieron en general resultados similares: la mayor parte del cuasiendemismo se distribuye en áreas de mayor precipitación. En particular, las especies cuasiendémicas se distribuyen principalmente en estos rangos; mientras que las endémicas a México se encuentran de 1500-2000 mm, que es la precipitación de Isla Cozumel, y de 125-800 mm, la cual se encuentra en la parte norte de la Península; de la que ya se ha mencionado es donde se ubica el endemismo restringido. Reafirmando esta distribución, en la Fig. 25 se reconoce que el tipo de fauna distribuida en los rangos de mayor precipitación se diferencia de la encontrada en áreas con rangos menores, pues de 800-2000 mm se forma un grupo con gran similitud y 125-800 mm forman un grupo distinto con menor similitud. Se puede decir que la mayor parte de la avifauna está adaptada coherentemente al tipo de clima con mayor distribución y que es el más húmedo en la provincia. Las aves localizadas en las partes más secas, al ser lo suficientemente distintas para formar un grupo, deben estar adaptadas a soportar estas condiciones y más aún, a aprovechar el tipo de vegetación tan particular presente en esta área.

Relacionada ampliamente con la cantidad de precipitación anual, se presenta la distribución de los distintos bosques tropicales de la Península, que conforman la vegetación con mayor riqueza de especies (incluyendo migratorias). El bosque tropical perennifolio es el tipo de vegetación con más especies, esta riqueza es típica de él y ha sido reconocida en otros trabajos (Escalante *et al.*, 1998). En él es posible encontrar a la mayor parte de los endemismos de la Península; lo que hace de este tipo de bosque tropical un hábitat muy particular, capaz de definir a la zona como provincia biótica (Espadas-Manrique *et al.*, 2003). Después el bosque tropical subcaducifolio y caducifolio son los tipos de vegetación con mayor riqueza de aves.

Contrastando con la riqueza encontrada en los bosques tropicales, en el resto de los tipos de vegetación presentes en la Península no se registran tantas especies. De hecho el bosque espinoso y pastizal presentan menos de 20 especies reconocidas y en general, se consideran como hábitats con menor riqueza específica (Escalante *et al.*, 1998). Es probable

que el tipo de composición florística y su distribución que ocupa la menor área de la Península; provoca que se encuentren menor cantidad de especies; además, el muestreo que se ha realizado sobre su área es prácticamente inexistente.

Por otro lado en la vegetación acuática y subacuática, ubicada en franjas en las zonas cercanas a la costa de los tres Estados, es en donde se encuentran las asociaciones de manglar y se registran más de 100 especies. No obstante, en la mayor parte de su área tampoco se han realizado colectas, excepto en aquellas que están cercanas o dentro de importantes áreas naturales protegidas. Este tipo de vegetación es muy importante dentro de la Península pues representa un hábitat crítico para las aves acuáticas migratorias (Trejo-Torres *et al.*, 1993) por lo que deberían poseerse mayor número de registros de ejemplares y especies; especialmente las que tienen algún tipo de estacionalidad pues sólo se obtuvo un número menor a 50 especies para las aves de migración invernal. De hecho, Lynch (1989) obtiene en este tipo de vegetación las proporciones más altas de especies invernantes y Lynch (1992) cree que es posible que antes de la llegada de las perturbaciones humanas a la Península, este tipo de vegetación fue de una mayor importancia para las aves migratorias de lo que es ahora.

Los grupos formados con respecto al tipo de vegetación potencial indican que existe un gran parecido general en la composición de la avifauna (Fig. 27). Los bosques tropicales tuvieron alta similitud mientras que la composición de la vegetación acuática y subacuática se diferencia en un valor de disimilitud menor. El bosque espinoso y el pastizal resultaron poco similares al resto de la vegetación debido probablemente a la baja cantidad de especies registradas en ellos. De entre los bosques tropicales, el caducifolio se presenta menos similar, reflejando la avifauna propia de este tipo de hábitat delimitada por el cambio de condiciones más húmedas a secas y elementos dominantes en la vegetación como *Bursera*, *Croton* y *Brosimum*; comunes en los bosques tropicales secos (White y Hood, 2004). Como ya se mencionó, el aislamiento climático de la zona permitió el establecimiento del bosque tropical seco (Becerra, 2005) y a su vez, de elementos endémicos de la flora (Espada-Manrique *et al.*, 2003). En el caso de las aves, es en esta vegetación donde se reconoce una alta proporción de las formas endémicas restringidas a México (Escalante *et al.*, 1998), y junto con las áreas del norte del bosque tropical subcaducifolio, es donde se distribuye el endemismo mexicano de la Península. El bosque tropical subcaducifolio también es considerado como parte del bosque tropical seco por otros autores y puede incluir matrices de vegetación de línea de costa, de duna, manglar y bosque de galería (Sánchez-Azofeita *et al.*, 2005).

La distribución de la vegetación original de la Península se ha visto modificada por las actividades humanas durante siglos, gran parte de esta se encuentra perturbada; por lo que en la realidad, la cobertura analizada sólo representa la distribución potencial que debería tener la vegetación si no existiera intervención humana. Considerando esto, la mayor parte de los

registros y los puntos con mayor cantidad de ejemplares registrados, se localizan en zonas perturbadas que van desde bosque tropical degradado hasta áreas urbanas (áreas de carretera). Conjuntamente, ha sido detectado que la mayor parte de la vegetación natural en la Península es de crecimiento secundario y muy joven (Miles *et al.*, 2006) y de acuerdo con la Fig. 29, los puntos de colecta o donde se han registrado ejemplares se encuentran en su mayoría en zonas de vegetación secundaria. Esta situación pudo influir también en los resultados pues la mayor parte de las colectas se realizaron aquí y se ha reconocido que muchas aves especialistas de bosques tropicales primarios no pueden ser registradas en estas áreas (Lynch, 1989, Dunn 2004). Con esto se demuestra que es posible que exista la necesidad de mayor cantidad de muestreo en hábitats primarios para completar la lista de especies de la Península y ejemplares en las colecciones.

En cuanto a la fisiografía de la Península, ya se ha encontrado que la topografía y el tipo de suelo se relacionan estrechamente con la distribución de la vegetación (Sánchez-Sánchez e Islebe, 2002; White y Hood, 2004), de esta manera, los bosques tropicales secos o semisecos se encuentran principalmente en el karst yucateco (con suelos de baja productividad, poca capacidad de retener agua, bajo contenido de materia orgánica y terrenos planos); mientras que en el karst de campeche (con suelos productivos, con capacidad de retención de agua, alta materia orgánica, profundos y con ondulaciones) se ubica el bosque tropical perennifolio. Por otra parte, la costa baja de Quintana Roo con terrenos inundables presenta la mayor superficie de vegetación acuática-subacuática de la Península. Con la presencia de ríos superficiales y la laguna de Términos, en las llanuras y pantanos tabasqueños se permite, también, la existencia de este tipo de vegetación (Trejo-Torres *et al.*, 1993).

De acuerdo con esta relación, el karst yucateco es la provincia fisiográfica con mayor número de especies totales y migratorias pues presenta los tres tipos de bosque tropical (aunque sólo una pequeña porción de perennifolio). En seguida, el karst de Campeche alberga la mayor riqueza; y finalmente, con menos de 200 especies, la costa baja de Quintana Roo y las llanuras y pantanos tabasqueños ostentan la menor riqueza de especies totales, pero poseen más especies migratorias que la provincia anterior. Los resultados coinciden con la proporción y tipo de vegetación dominante en cada zona fisiográfica; de tal manera que entre mayor presencia de los bosque tropicales, mayor el número de especies totales y migratorias que es posible encontrar.

La formación de grupos de similitud faunística refleja un alto parecido entre todas las provincias; sin embargo, se observa que las del sur forman un núcleo independiente del karst yucateco al norte, el cual se presenta aislado (Fig. 40). Es en esta última provincia donde es posible encontrar todo el endemismo de la Península, especies cuasiendémicas y endémicas a México. En el resto de las provincias fisiográficas sólo se distribuyen especies

cuasiendémicas. Las llanuras y pantanos tabasqueños a pesar de que se encuentran aisladas del resto de las provincias, lo hacen con una muy baja disimilitud y puede deberse más a la cantidad de registros que a la composición real de su fauna.

De entre todos los parámetros analizados se notó que las aves migratorias y residentes comparten patrones de distribución similares, situación ya observada por otros autores en la Península (Smith *et al.*, 2001). La similitud en la avifauna se relaciona con el parecido en el hábitat y la asociación de la parte norte de la Península de manera independiente de la sur (en mayor o menor similitud según el parámetro), refleja la presencia de una fauna particular de la zona norte relacionada principalmente con el tipo de vegetación y clima, determinado por la cantidad de precipitación. Esta diferenciación también se hace notoria realizando el análisis de similitud utilizando como unidades geográficas cuadrantes.

Afinidad entre la avifauna de la Península de Yucatán.

Sus particulares características bióticas y físicas; han sustentado a la Península de Yucatán como una provincia florística, faunística, geológica, fisiográfica y biogeográfica a través de los años (Barrera, 1962; Rzedowski, 1978; Ferrusquía-Villafranca, 1998; Espadas-Manrique *et al.*, 2003; Morrone y Márquez, 2003). En cuanto a la biota, Barrera (1962) nota que esta consideración se había hecho sin realizar estudios cuantitativos y con pocos organismos del grupo. Por suerte, en los últimos años se han realizado trabajos que analizan cuantitativamente la flora y fauna de la Península obteniendo resultados más fundamentados para definirla como una provincia biótica (Barrera, 1962; Casas Andreu y Reyna Trujillo, 1990; Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, 1990; e Ibarra-Manríquez *et al.*, 2002).

Aunque estos estudios confirman a la Península como provincia; difieren en mayor o menor medida en el número y extensión de áreas (distritos) distinguidos en ella. En este trabajo, el análisis de similitud por cuadrantes mostró que la Península de Yucatán presenta dos zonas distintivas en fauna. La más característica, al norte, esta definida por una mayor aridez, menor precipitación, suelos calcáreos de origen reciente con poca capacidad de retener humedad y bosque tropical seco. Las áreas de la zona sur se distinguen por presentar mayor humedad y precipitación, suelos de rendzina capaces de retener humedad y bosque tropical perennifolio.

Por lo tanto, los altos valores de disimilitud presentados en el fenograma de la Fig. 35, no pueden ser atribuidos a que la fauna de la Península presenta grandes diferencias entre zona norte y sur, mas bien al tan ya mencionado muestreo heterogéneo e incluso escaso en la Península; así como al tamaño de la cuadrícula elegida que puede complicar las interpretaciones. Es importante mencionar que para describir de mejor manera los patrones de

riqueza, la cuadrícula elaborada debería haber sido más fina (Escalante *et al.*, 1998). Sin embargo, la disminución en el tamaño de cada cuadrante a áreas de $0.5^\circ \times 0.5^\circ$, acostumbrado en otros estudios de áreas similares (Ibarra-Manríquez *et al.*, 2002 y Choi, 2004), arrojaba como resultado fenogramas con la mayoría de los grupos sin resolver.

En cuanto a la baja cantidad de registros, no sólo es posible encontrar este caso en las aves. Escalante *et al.* (2002) que trabajan sobre mamíferos terrestres, encuentran que el número de registros por km^2 en la Península de Yucatán refleja un bajo esfuerzo de muestreo. Y Espadas-Manrique *et al.* (2003), en árboles, verifican la necesidad de mayor exploración en varias áreas de la Península y que los esfuerzos de colecta aún son insuficientes por sí mismos para identificar patrones históricos como las áreas de endemismo.

En este trabajo se observó que la zona sur alberga 440 especies y la zona norte, 315. Esto indica que la riqueza de especies en la Península disminuye de la base a la punta, situación esperada con el llamado “efecto peninsular”. Este se refiere al decline en la diversidad y riqueza de especies en función de la distancia a la base de la Península (Simpson, 1964 en Cagnin *et al.*, 1998) y se ha detectado en diferentes grupos de la provincia (Arita y Vázquez Domínguez, 2003) y otras penínsulas (Means y Simberloff, 1987; Cagnin *et al.*, 1998; Jonson y Ward, 2002; y Choi, 2004). Este se debe a que el tipo de hábitat cambia de la base a la punta, haciéndose menos adecuado para cierto tipo de especies y más para otras (Means y Simberloff, 1987). Las afinidades de la avifauna dentro de la Península no están determinadas por la presencia de barreras geográficas, sino de factores ecológicos; particularmente, a la diferenciación climática del norte con el sur y la vegetación característica de cada zona (como se notó con el análisis de afinidad con respecto a este parámetro). En si, de entre los factores más importantes para explicar la variación de especies, se encuentran el clima y la presencia de distintos tipos de vegetación; que definen en gran medida la composición de las comunidades de aves (Acevedo y Currie, 2003). Cagnin *et al.* (1998) notaron además que el estado de sucesión; grado y tipo de intervención humana también influyen. No obstante, no debe dejarse de lado el papel crucial de la historia geológica de la zona.

Finalmente, en la Fig. 42 se muestra una comparación entre los resultados obtenidos en este trabajo y los realizados con otros grupos bióticos en la Península. Las mayores diferencias se observan con los trabajos de vertebrados (Barrera, 1962. Fig. 42e) y mamíferos (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, 1990. Fig. 42d). En el primer caso no se reconoce ninguna subdivisión de la provincia, mientras que en el segundo se presentan tres distritos. Para realizar su estudio, Barrera (1962), utiliza los datos de distribución conocidos hasta entonces de peces, anfibios, reptiles y mamíferos no voladores y los analiza con el coeficiente de similitud de Simpson; encontrando que el distrito del norte se extiende más al sur que en el resto de los trabajos; y el distrito del sur ocupa el resto de la Península incluyendo Guatemala y Belice. Además, reconoce a la Isla de Cozumel como tercer distrito y en este trabajo no existe

evidencia alguna que apoye esto. Las diferencias con los trabajos más actuales pueden ser debidas a que el autor utiliza datos de distribución obtenidos antes de la existencia de grandes carreteras en la Península y por lo tanto antes de que se explorara la mayor área de ella.

Los resultados obtenidos se parecen más a aquellos presentados para árboles (Ibarra-Manríquez *et al.*, 2002. Fig. 42b) y reptiles (Casas Andreu y Reyna Trujillo, 1990. Fig. 42c), respectivamente; pues en ellos se reconocen sólo dos zonas diferenciadas al noroeste y al sur; como en el presente trabajo. Sin embargo, en cuanto a reptiles, estas áreas no se muestran como distritos, sino como provincias herpetofaunísticas del Petén (sur) y Yucateca (noroeste).

Sin duda, el trabajo más parecido es el elaborado por Ibarra-Manríquez *et al.* (2002). Esto puede deberse a dos situaciones. Primero, el método que utilizaron es muy similar al de este estudio: se usaron datos de distribución puntual de árboles, se dividió a la Península en cuadrantes, y se realizó un análisis de similitud. Y segundo, la distribución de la vegetación está fuertemente afectada por los patrones de precipitación en la Península y a su vez la composición y distribución de las aves se influencia tanto por la vegetación como por el clima. Las diferencias entre los mapas presentados en la Fig. 42a y b se deberían entonces a que usaron cuadrantes más pequeños, el índice de similitud de Jaccard; y a que existe una mayor cantidad de árboles endémicos del norte.

En conclusión, aunque varios trabajos difieren en su extensión, la mayoría sustenta la existencia de dos áreas con faunas más características, uno al norte/noroeste y otro al sur. Las diferencias entre estos no parece ser muy grande pues en general, la biota de la Península es muy parecida, razón por la cual en trabajos como el de mamíferos pudo no haberse encontrado esta diferenciación. Aunque es poco probable que alguna vez se logre una regionalización de la Península concordante a todos los grupos biológicos (Ibarra-Manríquez *et al.*, 2002).

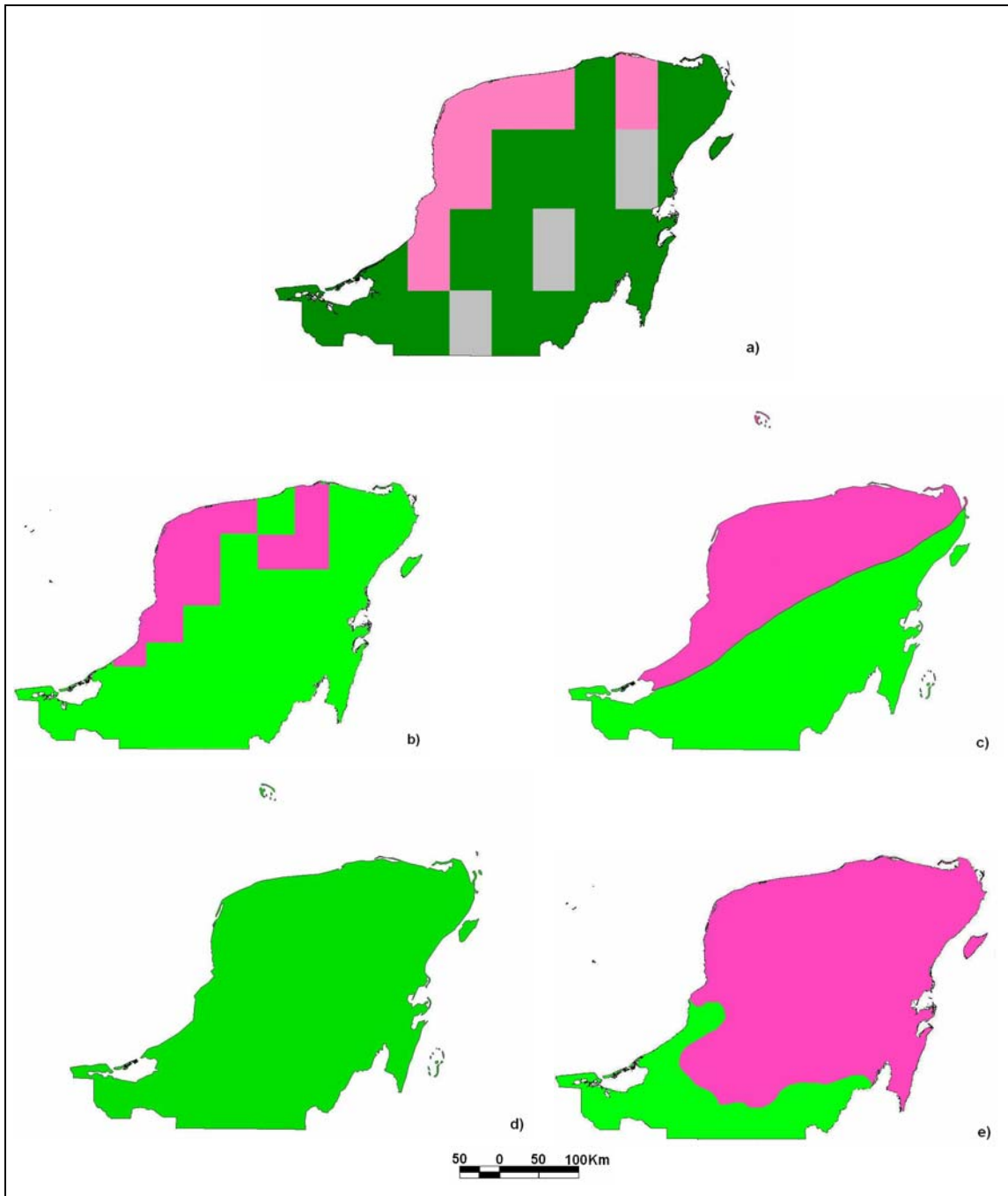


Figura 42. Distintas representaciones de subdivisión de la provincia biótica de la Península de Yucatán a partir de a) Aves (presente estudio), b) Árboles (Ibarra-Manríquez et al., 2002), c) Reptiles (Casas Andreu y Reyna Trujillo, 1990), d) Mamíferos (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, 1990) y e) vertebrados (Barrera, 1962).

Conservación

Es claro que en muchas partes del mundo, incluyendo México, hace falta mucha información aún sobre los grupos biológicos más conocidos como aves o mamíferos (Ceballos *et al.*, 2000), de la cual no se puede prescindir si se desea que los esfuerzos de conservación sean efectivos. En el país la política de conservación ha cambiando en los últimos 15 años, sin embargo, aún tiene serias deficiencias (Norman y Contreras Hernández, 2005). La NOM-059-ECOL-2001, en la que se clasifica el estatus de riesgo de las especies, muchas veces se construye a partir de información incompleta o inexistente (Norman y Contreras Hernández, 2005). De tal manera que, puede ocurrir que especies en alguna categoría de riesgo, realmente no pertenezcan a ella sino alguna de mayor o menor jerarquía. En la Península existen 86 especies encontradas en la norma, la mayoría bajo protección especial. Tres de ellas son endémicas a México y están clasificadas como amenazadas o en peligro de extinción. Sin embargo, a nivel poblacional o subespecie, falta mucho conocimiento sobre la situación y amenazas actuales para cada especie. Y este también es el caso de las especies con poblaciones migratorias las cuales aún falta por estudiar y definir cuáles se encuentran en riesgo (Ceballos *et al.*, 2000). Sólo hace falta ver que la cantidad de especies migratorias que están protegidas en la norma son menos de 10. Considerando que las poblaciones de aves migratorias neárticas han disminuido y que la situación es atribuida a la pérdida de hábitat en sus áreas de invierno, como en Yucatán (Robbins *et al.*, 1989); es posible que no se sepa que varias poblaciones estén en riesgo. En el libro coordinado por Ceballos y Márquez Valdelamar (2000) se discute sobre varias especies migratorias y residentes cuyo estatus de riesgo real (según expertos) no coincide con el planteado en la norma mexicana (hasta la fecha). Bajo estos vacíos en el conocimiento es poco probable que la conservación de las poblaciones en México tenga éxito a largo plazo (Ceballos *et al.*, 2000).

Otra herramienta de la conservación que ha tenido auge en México durante las últimas décadas es el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP). Las ANP's se definen como "porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional, representativas de los diferentes ecosistemas y su biodiversidad, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado por el hombre y que están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo". La selección se ha basado en la combinación de valores ecológicos, biológicos, estéticos, culturales y políticos (SEMARNAP, 1996). En la Península de Yucatán se han establecido más de 20 ANP's de las cuales 8 son reservas de la biosfera y ocupan la mayor superficie de las zonas protegidas de la provincia (20%, SEMARNAP, 1996; Smardon y Faust, 2006). Sin embargo, estas zonas protegidas han sido decretadas bajo irregularidades que incluyen falta de estudios de la riqueza y patrones biológicos (Ibarra-Manríquez *et al.*, 2002; Ericson, 2006). Gómez-Pompa y Dirzo (1995) identifican que de las más de 20 ANP's presentes en la Península sólo 5 poseen estudios

detallados de su biota: Dzibilchaltún, Dzilam de Bravo, Ría Lagartos, Ría Celestún y Sian Ka'an.

También hay problemas políticos relacionados con falta de recursos, infraestructura, corrupción (Smardon y Faust, 2006) y las comunidades que viven a sus alrededores cuyas actividades diarias se ven afectadas por las áreas establecidas, muchas veces sin previo aviso (Fraga, 2006). Por ejemplo, poblaciones ubicadas dentro de las zonas núcleo que no se notan sino tiempo después de decretar el área protegida (Ericson, 2006). Además, Hernández-Barrios y García de Fuentes (2002) detectaron que las ANP de Ría Lagartos y Yum Balam se encuentran seriamente amenazadas por las actividades ganaderas que se han extendido hasta las zonas de amortiguamiento.

Tomando en cuenta los datos de distribución puntual del presente trabajo, es evidente que hacen falta colectas dentro de las áreas protegidas y que tal vez varias de ellas hayan sido establecidas mucho antes de contar con un inventario completo de la riqueza que pretenden proteger (Ericson, 2006). En la reserva de Dzilam, según los puntos de colecta, se cuenta con menos de 50 especies de aves; en cambio Arellano-Guillermo y Serrano-Islas (1993) consideran que hay al menos 166. Sólo en Ría Lagartos se registran 237 especies de 315 que se supone se distribuyen ahí (Correa Sandoval y García Barón, 1993); es decir, la mayoría. Por otro lado en reservas como Sian Ka'an y Celestún se tienen menos registros y poseen también superficies extensas y de gran riqueza e importancia avifaunística reportada. En Sian Ka'an debería haber al menos 328 especies registradas (Range-Salazar *et al.*, 1993), mientras que en Celestún, 304 (Correa Sandoval y García Barrón, 1993).

En cuanto a las especies endémicas a México o de la Península, no están bien representadas en las ANP's tomando en cuenta la información de la base de datos. Además sólo los arrecifes de Isla Cozumel están protegidos por lo que las especies endémicas a la isla también están mal representadas. Por todo esto, se puede concluir, como otros autores (Koleff y Moreno, 2005), que las ANP's aún son de baja representatividad para ciertos tipos de vegetación y especies de importancia para México.

Casi todas las áreas de conservación seleccionadas en México y el mundo, han sido elegidas bajo el enfoque de "lugares con mayor riqueza de especies o endemismos" (Ceballos *et al.*, 2000, Caldecott *et al.*, 1996), no obstante, también se ha reconocido que las áreas con más especies no coinciden con las de endemismo (Navarro y Benítez, 1993 y Escalante *et al.*, 1998). En zonas con fuerte regionalización los esfuerzos de conservación basados en la presencia de muchas especies y en estudios sobre los patrones geográficos de estas, no permitirían la efectiva protección de áreas con pocas especies aunque restringidas o únicas (De Klerk *et al.*, 2002; Jetz and Rahbek, 2002). Es por esto que en los últimos años se han propuesto nuevos métodos para la elección y aumento de la eficiencia de áreas prioritarias.

Uno de ellos se basa en la complementariedad y representatividad de áreas, en el cual la selección supone una red de áreas que en conjunto sean capaces de proteger a todas las especies amenazadas, endémicas, hábitats únicos y congregaciones importantes de individuos; manteniendo poblaciones viables a largo plazo (Caldecott *et al.*, 1996). Gaston y Rodríguez (2003) consideran que sólo los sitios donde se encuentran los picos de máxima abundancia de la especie, son los que realmente permitirían subsistir poblaciones viables a largo plazo. Sin embargo, la falta de estudios no permite tener información completa sobre datos de abundancia por lo que casi siempre sólo se puede decidir notando la presencia o ausencia de la especie (Gaston y Rodríguez, 2003).

Otra opción para el desarrollo de planes de conservación es el uso de modelos predictivos de distribución potencial de las especies, elaborados a partir de sistemas de información geográfica (Guisan y Zimmermann, 2000). El uso de las distribuciones potenciales en análisis de patrones de riqueza, endemismo y biogeográficos, elimina o minimiza incertidumbres y errores debidos a la falta de datos de distribución y variabilidad en el muestreo (Espadas-Manrique *et al.*, 2003). No obstante, siempre es necesario el trabajo de colecta, pues aún los de modelos predictivos se ven influenciados por la información disponible (Anderson, 2003); y si una especie no se tiene registrada en al menos un punto de, por ejemplo, un tipo de vegetación, el modelo no la consideraría presente ahí. En la Península, es claro que falta mayor número de registros y conocimiento sobre las aves, que siempre serán necesarios para proponer estrategias de conservación (y por ejemplo, reconocer picos de abundancia).

Bajo el enfoque de complementariedad, desde hace años se ha comenzado una iniciativa mundial para identificar las áreas de endemismos de las aves en el mundo, bajo el conocimiento de que este grupo ha sido y puede ser utilizado como indicador de deterioro o para encontrar sitios clave para la conservación, gracias a que el gran conocimiento que se tiene sobre ellas permite reconocer patrones básicos de distribución y cambios ante la perturbación (Long *et al.*, 1996). Se han logrado identificar 218 áreas de endemismo para aves (EBAs por sus siglas en inglés). Estas son áreas que contienen dos o más especies de distribución restringida menor a los 50, 000 km² y que generalmente, coinciden con endemismos de otros grupos (aunque no consideran procesos históricos). Se considera que la Península de Yucatán engloba dos pequeñas EBAs: la costa norte e Isla Cozumel (Long *et al.*, 1996). El cambio a políticas de sustentabilidad es necesario pues según las tendencias actuales de expansión poblacional y de cambio de uso de tierra, las áreas detectadas como EBAs serán devoradas dentro de los próximos 50 años (Scharlemann *et al.*, 2004).

En México, esta iniciativa se ha traducido en la identificación de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), con las que se ha seguido la recomendación de incluir un porcentaje de las EBAs en la determinación de áreas prioritarias para la conservación (Long *et al.*, 1996). Las AICAS son sitios importantes para el mantenimiento de las poblaciones

a largo plazo y pretenden ser una herramienta básica para realizar planes de conservación, uso de recursos y estudios sobre la avifauna. Desde 1996 hasta 1998 se han propuesto 230 AICAS clasificadas dentro de 5 categorías que incluyen sitios con poblaciones amenazadas, restringidas, congregaciones importantes o son de gran valor para la investigación. Veinticuatro se encuentran en la Península de Yucatán; y se supone que dentro de ellas se incluyen más del 90% de las especies del país y 100% de las endémicas (Arizmendi y Márquez Valdelamar, 2000).

Bajo este enfoque, la situación presente en las ANP's cambia pues se incluyen muchas más especies incluso considerando sólo los puntos presentados en este trabajo (aunque aún existen grandes áreas sin mucha representación de especies). Además, toda isla Cozumel al ser un AICA se consideran las tres especies endémicas. El resto de las especies endémicas a México de la Península también son incluidas pues toda la franja norte de la Península desde ría Celestún hasta Ría Lagartos está conformada por varias AICAS. Por lo que de llevar acciones de conservación en estas áreas propuestas se protegería mejor un área importante de endemismo del grupo de las aves y de otros grupos.

Otros problemas que afectan a la avifauna de la Península. Es posible que el mayor problema o amenaza actual para las especies de aves (y de cualquier grupo) sea la destrucción y fragmentación del hábitat, debida al crecimiento de la población (Sala *et al.*, 2000); especialmente en Latinoamérica donde se ubican las mayores tasas de pérdida de área forestal y cantidad de endemismos (Balmford y Long, 1994). En la Península de Yucatán este problema ha alcanzado grandes magnitudes y es el principal de entre toda la lista de factores que pueden provocar la disminución de las poblaciones y áreas de distribución.

El bosque tropical seco es probablemente el hábitat tropical más amenazado del planeta, incluso más que el perennifolio (Janzen, 1988; Miles *et al.*, 2006). En la Península de Yucatán la mayor parte del bosque tropical perennifolio se encuentra perturbado desde hace siglos (Hodell *et al.*, 1995), aunque aún es posible encontrar grandes áreas de este tipo de vegetación en los estados de Campeche y Quintana Roo (INE-SEMARNAT, 2002). Sin embargo, el bosque seco prácticamente ha desaparecido siendo sustituido por pastizales para ganadería y zonas de agricultura (Miles *et al.*, 2006). Además su representación en la red de ANP's es mucho menor que la del bosque tropical perennifolio que de por sí ya es baja (SEMARNAP, 1996).

Las principales actividades modificadoras del paisaje son la agricultura y ganadería; y la mayor extensión se encuentra en la zona norte donde los suelos no son aptos para soportar estas actividades (Hernández-Barrios y García de Fuentes, 2002). Gracias a esto, prácticamente toda la Península está formada de vegetación secundaria. Se ha reconocido el valor de este tipo de vegetación para la conservación pues es capaz de sustentar casi tantas

especies residentes y migratorias como las asociaciones de bosques tropicales primarios (Petit y Petit, 2003; Dunn, 2004). No obstante, no es capaz de albergar la misma diversidad y composición de especies (incluso después de 100 años de regeneración); y si se llegara a un punto en el que sólo existiera la vegetación secundaria muchas especies de aves especialistas de las grandes selvas tropicales primarias se verían en situaciones precarias de subsistencia; especialmente las residentes (Greenberg, 1992, Smith *et al.*, 2001; Dunn, 2004). Además, se afectarían patrones dentro de las poblaciones como la proporción de sexos de un tipo de vegetación a otra (Conway *et al.*, 1994). Es por esto que la utilidad de los parches de vegetación secundaria es más como zonas de amortiguación alrededor de las grandes reservas (Dunn, 2004) pues para el manejo de poblaciones es preferible la calidad y composición del hábitat ante la cantidad (Sherry y Holmes, 1996; Smith *et al.*, 2001). El problema se encuentra en que, por el excesivo cambio y uso de la tierra para ganadería y agricultura; no se le permite regenerarse por muchos años por lo que rara vez estos parches de bosque tropical secundario llegan a alcanzar el estado de sucesión primaria (Savage, 1993).

Los problemas ocasionados por la extensión de las actividades humanas se ven reflejados en otros aspectos. La biota, al estar la Península en el paso general de los ciclones tropicales, ha recibido durante siglos la influencia de estas perturbaciones naturales (Walker *et al.*, 1991); por lo cual, de manera normal la vegetación se encuentra en constante regeneración y en etapa de sucesión secundaria (Brokaw y Walker, 1991). A pesar de que la flora y la fauna está adaptada a estos disturbios (Brokaw y Walker, 1991; Waide, 1991), la situación cambia cuando las actividades humanas afectan la respuesta y resiliencia de las comunidades (Savage, 1993), así como los regímenes naturales de incendios al intensificarlos por las extensas áreas de pastizal inducido (Whingham *et al.*, 1991; Sánchez-Sánchez e Islebe, 1999). En el caso de las aves, tras el paso de un huracán, la composición de especies de la comunidad se modifica y con el tiempo tiende a volver al tipo de especies previas. Las alteraciones humanas aumentan la cantidad de tiempo requerida para que la comunidad vuelva a su composición inicial (Lynch, 1991). Es por eso que especies como *Toxostoma guttatum* se encuentran amenazadas debido en parte al paso de huracanes (Navarro-Sigüenza, 2000)

Además de la pérdida del hábitat, otro problema en la Península es el cacería y tráfico ilegal de especies. Aunque en México se tiene regulado el aprovechamiento cinegético y comercial de varias especies de aves; la falta de conocimiento y las ganancias del aprovechamiento ilegal de especies; hacen que la cacería de subsistencia, deportiva y comercial se desarrollen de manera irregular y constituyan un riesgo para las especies (Pérez-Gil *et al.*, 1995; INE-SEMARNAT, 2000). En la Península se da el aprovechamiento cinegético y de subsistencia de especies como *Meleagris ocellata* y *Colinus nigrogularis*, *Crax rubra*, *Penelope purpurascens*, *Odontophorus guttatus* y *Ortalis vetula*; principalmente (Pérez-Gil *et al.*, 1995). Sin el correcto manejo, sus poblaciones pueden verse sometidas a las presiones mencionadas.

Otros problemas ambientales incluyen la contaminación del agua e introducción de especies exóticas en islas (Salazar-Vallejo *et al.*, 1993). Por ejemplo, Howell (1989) nota que en Arrecife Alacrán, banco importante para la migración de aves hacia la Península de Yucatán, empieza a existir la presencia de gatos ferales lo que pone en riesgo a las poblaciones de aves marinas. Además, la presencia de una plataforma petrolera a unos kilómetros de Cayo Arenas es un gran riesgo de contaminación.

Finalmente, el turismo ha cobrado gran importancia en la Península durante las últimas décadas. Esta actividad afecta a los ecosistemas por la contaminación producida por los turistas o los cambios que sufre el hábitat por las grandes construcciones (Savage, 1993) . Las importantes poblaciones mexicanas de flamencos en Ría Lagartos y Ría Celestún son afectadas por las visitas de los turistas en lanchas de motor; las cuales les ocasionan estrés y contaminan el agua. Esto modifica sus patrones de actividad diaria (alimentación, cuidado de los nidos y crías) poniendo en peligro sus poblaciones a largo plazo (Galicia y Baldassarre, 1997). De esta manera, incluso el turismo "ecológico" tiene efectos adversos sobre la fauna.

VIII. Conclusiones

1. La Península de Yucatán es un área de gran riqueza en especies de aves; cuya distribución se encuentra relacionada con la de los principales factores ecológicos: el clima determinado por la precipitación y la vegetación. De tal manera que la mayor cantidad de especies se encuentran al sur y la menor, al norte; observándose un efecto peninsular.
2. La Península de Yucatán es un área importante de paso y estancia para las aves migratorias que cruzan el Golfo de México durante el invierno. Las especies migratorias son comunes y diversas por lo cual son un componente principal de la riqueza total de especies de la Península. Los patrones de distribución entre aves migratorias y residentes se ven afectados por los mismos factores generales.
3. El endemismo presente en la Península es bajo comparado con otras áreas de México. Sin embargo, algunas especies se han diferenciado dentro de sus límites y son exclusivas de ella. En la porción norte y en la Isla Cozumel se encuentran las especies endémicas de México las cuales han diferenciado gracias al aislamiento insular y el climático de las zonas secas, su particular vegetación.
4. Los patrones de similitud de la avifauna se relacionan con el parecido en las condiciones del hábitat. La distinción de dos zonas con avifauna diferenciada, una al norte y otra al sur, corresponde a la división climática y de tipo de vegetación de la Península.
5. El análisis de los patrones geográficos y ecológicos de la distribución de las aves a partir de información contenida en las colecciones, es importante ante las necesidades y acciones de conservación. Sin esta información es imposible identificar las prioridades reales a este respecto. Aunque existe preciso aumentar la información contenida en las colecciones, los datos parecen ser suficientes para la comparación de patrones peninsulares con otros taxa.

IX. Literatura Citada

- Acevedo, D. H. y D. J. Currie. 2003. Does climate determine broad-scale patterns of species richness? A test of the casual link by natural experiment. *Global Ecology and Biogeography*, 12: 461-473.
- Aguilar-Perera, A. y W. Aguilar-Dávila. 1993. Banco Chinchorro: Arrecife Coralino del Caribe. pp: 807-816. En: Salazar-Vallejo, S. I. y N. E. González (eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*. CONABIO y CIQRO. México.
- Aguilera Herrera, N. 1958. Suelos. pp: 187-203. En: Beltrán, E. (ed). *Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento*. Tomo II. IMRNR. México.
- American Ornithologists Union. AOU. 1998. Check list of North American birds, 7th ed. Washington D. C.
- American Ornithologists Union. AOU. 2000. Forty-second supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 117: 847-858.
- Anderson, R. P. 2003. Real vs. Artefactual absences in species distributions: tests for *Oryzomys albugularis* (Rodentia: Muridae) in Venezuela. *Journal of Biogeography*, 30: 591-605.
- Arellano-Guillermo, A. y M. Serrano-Islas. 1993. Reserva de Dzilam, Yucatán. pp: 630-640. En: Salazar-Vallejo, S. I. y N. E. González (eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*. CONABIO y CIQRO. México.
- Arita, H. T. y E. Vázquez Domínguez. 2003. Fauna y la conformación de la provincia biótica yucateca: biogeografía y macroecología. pp: 69-80. En: Colunga-García, M. P., Larqué Saavedra, A. (eds). *Naturaleza y sociedad en el área maya. Pasado, presente y futuro*. Academia Mexicana de Ciencias y Centro de Investigación Científica de Yucatán. México.
- Arizmendi, M. de C. y L. Márquez Valdelamar (Eds). 2000. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. CONABIO. FMCN. Birdlife International. SEMARNAP. American Bird Conservancy. National Audubon Society. UBIRPO Iztacala. UNAM. México.
- Balmford, A. y A. Long. 1994. Avian endemism and forest lost. *Nature*, 372: 623-624.
- Banks, R. C., C. Cicero, J. L. Dunn, A. W. Kratter, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen, J. D. Rising y D. F. Stotz. 2002. Forty-third supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 119: 897-906.
- Banks, R. C., C. Cicero, J. L. Dunn, A. W. Kratter, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen, J. D. Rising y D. F. Stotz. 2003. Forty-fourth supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 120: 923-931.
- Banks, R. C., C. Cicero, J. L. Dunn, A. W. Kratter, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen, J. D. Rising y D. F. Stotz. 2004. Forty-fifth supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 121: 985-995.

- Banks, R. C., C. Cicero, J. L. Dunn, A. W. Kratter, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen, J. D. Rising y D. F. Stotz. 2005. Forty-sixth supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 122: 1026-1031.
- Barrera, A. 1962. La Península de Yucatán como Provincia Biótica. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 23: 71-105.
- Becerra, J. X. 2005. Timing the origin and expansion of the Mexican tropical dry forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102: 10919-10923.
- Beltrán, E. 1958. Datos Geográficos. Pp:3-11. En: Beltrán, E. (ed). *Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento*. Tomo II. IMRNR. México.
- Bray, J. R. y J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.
- Brokaw, N. V. L., L. R. Walker. 1991. Summary of the effects of Caribbean hurricanes on vegetation. *Biotropica*, 23: 442-447.
- Cagnin, M., S. Moreno, G. Aloise, G. Garofalo, R. Villafuerte, P. Gaona y M. Cristaldi. 1998. Comparative study of Spanish and Italian terrestrial small mammal coenoses from different biotopes in Mediterranean peninsular tip regions. *Journal of Biogeography*, 25: 1105-1113.
- Caldecott, M., M. D. Jenkins, T. H. Johnson y B. Groombridge. 1996. Priorities for conserving global species richness and endemism. *Biodiversity and Conservation*, 5: 699-727.
- Casas Andreu, G. y T. Reyna Trujillo. 1990. Provincias herpetofaunísticas en Herpetofauna (Anfibios y Reptiles). IV. 8.6. *Atlas Nacional de México*. Vol II. Escala 1:8 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Ceballos, G. y L. Márquez Valdelamar (Coords). 2000. *Las aves de México en peligro de extinción*. CONABIO. UNAM. Fondo de Cultura Económica. México.
- Ceballos, G., M. del C. Arizmendi y L. Márquez Valdelamar. 2000. La diversidad y conservación de las aves de México. pp: 21-68. En: Ceballos, G. y L. Márquez Valdelamar (coords). *Las aves de México en peligro de extinción*. CONABIO. UNAM. Fondo de Cultura Económica. México.
- Cervantes-Zamora, Y., S. L. Cornejo-Olguín, R. Lucero-Marquez, J. Espinoza-Rodríguez, E. Miranda-Viquez y A. Pineda-Velázquez. 1990. Provincias Fisiográficas de México. *Atlas Nacional de México*. Vol II. Escala 1:4000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Chao, A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics*, 43: 783-791.
- Choi, S. 2004. Trends in butterfly species richness in response to the peninsular effect in South Korea. *Journal of Biogeography*, 31:587-592.
- CIPAMEX-CONABIO. 1999. *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves*. Escala 1: 250 000. México. Financiado por CONABIO-FMCN-CCA.
- Colwell, R. K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and application Publisher at: <http://purl.oclc.org/estimates>.

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2003. Áreas Naturales Protegidas. Escala 1: 4 000 000. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2003. División Política Estatal. Escal 1: 250 000. Extraído de Conjunto de datos vectoriales y toponimia de la carta topográfica. INEGI (2000) y Marco Geoestadístico Municipal, INEGI (2000). México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2004. Mapa Base Campeche. Escala de impresión 1: 1 500 000. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2006. Mapa Base Quintana Roo. Escala de impresión 1:1 500 000. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2006a. Mapa Base Yucatán. Escala de impresión 1:1 200 000. México.
- Contreras-Arias, A. 1958. Bosquejo Climatológico. Pp:96-125. En: Beltrán, E. (ed). Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Tomo II. IMRNR. México.
- Conway, C. T., G. V. N. Powell y J. D. Nichols. 1994. Overwinter survival of Neotropical Migratory Birds in Early-Successional and Mature Tropical Forest. *Conservation Biology*, 9: 855-864.
- Correa Sandoval, J. y J. García Barrón. 1993. Avifauna de Ría Celestún y Ría Lagartos. pp: 641-649. En: Salazar-Vallejo, S. I. y N. E. González (eds.). Biodiversidad marina y costera de México. CONABIO y CIQRO. México.
- Correa-Sandoval, J., A. De Alba-Bocanegra, M. Tuz-Novelo, H. Bahena-Basave, E. May-Canché y S. I. Pérez-Cabrera. 2006. *Xanthocephalus xanthocephalus* nuevo registro para la parte continental de la Península de Yucatán, México. *Huitzil*, 7:18-19.
- Dávalos, L. M. 2004. Phylogeny and biogeography of Caribbean mammals. *Biological Journal of the Linnean Society*, 81: 373-394.
- DeGraaf, R. M. y J. H. Rappole. 1995. Neotropical migratory birds. *Natural History, Distribution and Population Change*. Comstock Publishing Associates. New York.
- De Klerk, H. M., T. M. Crowe, J. Fjeldsa y N. D. Burgess. 2002. Biogeographical patterns of endemic terrestrial Afrotropical birds. *Diversity and Distributions*, 8: 147-162.
- Deppe, J. L. y J. T. Rotenberry. 2005. Temporal patterns in fall migrant communities in Yucatan, Mexico. *The Condor*, 107: 228-243.
- Diario Oficial de la Federación. DOF. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental-especies nativas de México flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.
- Dickinson, W. R. y T. F. Lawton. 2001. Carboniferous to Cretaceous assembly and fragmentation of Mexico. *GSA Bulletin*, 113: 1142-1160.
- Duch, G. J. 1991. Fisiografía del estado de Yucatán. Su relación con la Agricultura. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Duellman, W. E. 1988. Patterns of species diversity in anuran amphibians in the American tropics. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75: 79-104.

- Dunn, R. R. 2004. Recovery of faunal communities during tropical forest regeneration. *Conservation Biology*, 18: 302-309.
- Ericson, J. A. 2006. A participatory approach to conservation in the Calakmul Biosphere Reserve, Campeche, Mexico. *Landscape and Urban Planning*, 64: 242-266.
- Escalante, P., A. G. Navarro, y A. T. Peterson. 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. pp: 279-304. En: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds). *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. México.
- Escalante, T., D. Espinosa y J. J. Morrone. 2002. Patrones de distribución geográfica de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 87:47-65.
- Escobar-Nava, A. 1986. *Geografía General del estado de Quintana Roo*. 2ª edición. Gobierno del Estado de Quintana Roo. Mérida.
- Espadas-Manrique, C., R. Durán y J. Argáez. 2003. Phytogeographic analysis of taxa endemic to the Yucatán Peninsula using geographic information systems, the domain heuristic method and parsimony analysis of endemism. *Diversity and Distributions*, 9: 313-330.
- ESRI. 1999. ArcView GIS ver. 3.2. Environmental Systems Research Inc. E.U.A.
- Estrada-Loera, E. 1991. Phytogeographic relationships of the Yucatán Peninsula. *Journal of Biogeography*, 18: 687-697.
- Ferrusquía-Villafranca, I. 1998. Geología de México. Una sinopsis. pp: 3-108. En: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds). *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. UNAM. Instituto de Biología. México.
- Fraga, J. 2006. Local perspectives in conservation politics: the case of the Ria Lagartos Biosphere Reserve, Yucatán, México. *Landscape and Urban Planning*, 74: 285-295.
- Galicia, E. y G. A. Baldassarre. 1997. Effects of motorized turboats on the behavior of nonbreeding American flamingos in Yucatan, Mexico. *Conservation Biology*, 11: 1159-1165.
- García, E. 1988. *Atlas Nacional del Medio Físico*. INEGI. México.
- García, E-Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. *Climas (Clasificación de Copen, modificado por García)*. Escala 1: 1000 000. México.
- Gaston, K. J y A. S. L. Rodrigues. 2003. Reserve selection in region with poor biological data. *Conservation Biology*, 17:188-195.
- Gómez de Silva, H. y R. A. Medellín. 2001. Evaluating completeness of species lists for conservation and macroecology: a case study of Mexican land birds. *Conservation Biology*, 15: 1384-1395.
- Gómez-Poma, A. 2004. The role of scientists in a troubled world. *BioScience*, 54: 217-226.
- Gómez-Pompa, A y R. Dirzo. 1995. *Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México*. INE y CONABIO. México.

- González-García, F. y G. Gómez de Silva Garza. 2003. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. pp: 150-194. En: Gómez de Silva, H. y A. Oliveras de Ita (eds). Conservación de aves. Experiencias en México. CIPAMEX. National Fish and Wildlife Foundation. CONABIO. México.
- Gordillo, A. 1998. Patrones de distribución de la familia Phasianidae (Aves: Galliformes) en la Republica Mexicana. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias. UNAM.
- Greenberg, R. 1992. Forest migrants in non-forest habitats on the Yucatan Peninsula. pp: 273-286. En: Hagan III, J. M. y D. W. Johnston. Ecology and Conservation of neotropical migrant landbirds. Smithsonian Institute Press.
- Greenberg, R., D. K. Niven, S. Hopp y C. Boone. 1993. Frugivory and coexistence in a resident and a migratory vireo on the Yucatan Peninsula. *The Condor*, 95: 990-999.
- Griscom, L. 1926. The ornithological results of the Mason-Spinden expedition to Yucatan. Part I: Intoduction: Birds of the main land of eastern Yucatan. *American Museum Novitates*, 235:1-19.
- Guisan, A. y N. E. Zimmermann. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135: 147-186.
- Hands, S. y B. Everitt. 1987. A Monte Carlo study of the recovery of cluster structure in binary Data by Hierarchical Clustering Techniques. *Multivariate Behavioral Research*, 22:235-243.
- Hardy, J. W., R. J. Raitt, J. Orejuela, T. Webber y B. Edinger. 1975. First observation of the Orange-breasted falcon in the Yucatan Peninsula of Mexico. *The Condor*, 77: 512.
- Hartig, H. M. 1979. Las aves de Yucatán. Fondo Editorial de Yucatán. Mérida.
- Hernández-Barrios. J. C. y A. García de Fuentes. 2002. Análisis del impacto de la ganadería bovina sobre el medio ambiente de la Península de Yucatán, a través de un Sistema de Información Geográfica. pp: 263-276. En: INEGI (ed). México en su unidad territorial. Tomo I. INEGI. México.
- Hodell, D. A., J. H. Curtis y M. Brenner. 1995. Possible role of climate in the collapse of Classic Maya civilization. *Nature*, 375: 391-394.
- Howell, S. N. G. 1989. Additional information on the birds of the Campeche Bank, Mexico. *The Journal of Field Ornithology*, 60: 504-309.
- Howell, S y S. Webb. 1995. Bird guide of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press.
- Ibarra-Manríquez, G., J. L. Villaseñor, R. Durán y J. Meave. 2002. Biogeographical analisis of the tree flora of the Yucatan Peninsula. *Journal of Biogeography*, 29:17-29.
- INE-SEMARNAT. 2000. Estrategia Nacional para la Vida Silvestre. Logros y retos para el desarrollo sustentable. 1995-2000.
- INE-SEMARNAT. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Uso de Suelo y Vegetación 2000. Cobertura para el Análisis de Cambio de uso de suelo. Escala 1:250 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- INEGI, 1987. Carta de México. Topográfica. 1:250 000. INEGI. México, D.F.

- INEGI. Instituto Nacional de Geografía e Informática. Ita-Rubio de, L., I. Escamilla-Herrera, C. García-León y Ma. C. Soto-Nuñez. 1990. "División Política Estatal". Atlas Nacional de México. Vol I. Escala 1: 4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Janzen, D. H. 1988. Tropical Dry forests. The Most endangered major tropical ecosystem. pp: 130-137. En: Wilson E. O. y F. M. Peter (eds). Biodiversity. National Academy. Washington.
- Jetz, W. y C. Rahbek. 2002. Geographic range size and determinants of avian species richness. *Science*, 297: 1548-1551.
- Jonson, R. A. y P. S. Ward. 2002. Biogeography and endemism of ants (Hymenoptera: Formicidae) in Baja California, Mexico: a first overview. *Journal of Biogeography*, 29: 1009-1026.
- Kerr, A. C., M. A. Iturrade-Vinet, A. D. Saunders, T. L. Babbs y J. Tarney. 1999. A new plate tectonic model of the Caribbean: Implications from a geochemical reconnaissance of Cuban Mesozoic volcanic rocks. *GSA Bulletin*, 111:1581-1599.
- Kluza, D. A. 1998. First record of Shiny Cowbird (*Molothrus bonariensis*) in Yucatan, Mexico. *The Wilson Bulletin*, 110: 429-430.
- Koleff, P. y E. Moreno. 2005. Áreas protegidas de México: regionalización y representación de la riqueza. pp: 351-374. En: Llorente Bousquets, J. y J. J. Morrone (eds). Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines. Primeras Jornadas Biogeográficas de la Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática (RIBES XII.I-CYTED). CYTED. UNAM. CONABIO. México.
- Kornicker, L. S. y D. W. Boyd. 1999. Shallow water geology and environments of Alacran reef complex, Campeche Bank, Mexico. *GSA Bulletin*, 111: 1581-1599.
- Levey, D. J. y F. G. Stiles. 1992. Evolutionary precursors of long-distance migration: resource availability and movement patterns in neotropical landbirds. *The American Naturalist*, 140: 447-476.
- Long, A. J., M. J. Crosby y A. J. Stattersfield. 1996. Towards a global map of biodiversity: patterns in the distribution of restricted-ranged birds. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 5: 281-304.
- Lopez-Ornat, A. y C. Ramo. 1992. Colonial waterbird populations in the Sian Ka'an biosphere reserve (Quintana Roo, Mexico). *The Wilson Bulletin*, 104: 501-515.
- Lopez Ornat, A., J. F. Lynch y B. MacKinnon de Montes. 1989. New and noteworthy records of birds from the eastern Yucatan Peninsula. *The Wilson Bulletin*, 101: 390-490.
- López-Ramos, E. 1982. Geología de México. Tomo II. 3ª Edición. México.
- Lynch, J. F. 1989. Distribution of overwintering Nearctic migrants in the Yucatan Peninsula, I: General patterns of occurrence. *The Condor*, 91: 515-544.
- Lynch, J. F. 1991. Effects of hurricane Gilbert on birds in a Dry Tropical forest in the Yucatan Peninsula. *Biotropica*, 23: 488-496.
- Lynch, J. F. 1992. Distribution of overwintering Nearctic migrants in the Yucatan Peninsula, II: Use of native and human-modified vegetation. pp: 178-195. En: Hagan III, J. M. y D. W.

- Johnston. Ecology and Conservation of neotropical migrant landbirds. Smithsonian Institute Press.
- MacKinnon Vda. De Montes. 1989. 100 common birds of the Yucatán Peninsula. Cancún: Amigos de Sian Ka'an, A. C.
 - MacKinnon, H. B. 1992. Field checklist of the birds of the Yucatan Peninsula and its protected areas/Listado para registros de campo de las aves de Yucatán y sus áreas protegidas. Cancún: Amigos de Sian Ka'an.
 - MacKinnon, B., J. Laesser, J. Rotenberg y L. I. Tellez. 2003. *Eremophila alpestris* (Alaudidae): A new bird species and family for the Yucatan Peninsula, México. Huitzil, 4:1-2.
 - McLaren, S. y R. Gardner. 2000. New radiocarbon dates from a Holocene aeolianite, Isla Cancun, Quintana Roo, Mexico. The Holocene, 10:757-761.
 - Means, D. B. y D. Simberloff. 1987. The peninsula effect: habitat-correlated species decline in Florida's herpetofauna. Journal of Biogeography, 14: 551-568.
 - Metcalfe, S. E., S. L. O'Hara, M. Caballero y S. J. Davies. 2000. Records of Late Pleistocene-Holocene climatic change in México- a review. Quaternary Science, 19: 699-721.
 - Microsoft. 2003a. Microsoft Access 2003. Microsoft Corporation. EUA.
 - Microsoft. 2003b. Microsoft Excel 2003. Microsoft Corporation. EUA
 - Miles, L., A. C. Newton, R. S. DeFries, C. Ravilious, I. May, S. biyth, V. Kapos y J. E. Gordon. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. Journal of Biogeography, 33:491-505.
 - Miranda, F. 1958a. Rasgos Fisiográfico (de interés para los estudios biológicos). Pp: 161-173. En: Beltrán, E. (ed). Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Tomo II. IMRNR. México
 - Miranda, F. 1958b. Vegetación. pp: 221-251. En: Beltrán, E. (ed). Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Tomo II. IMRNR. México
 - Morrone, J. J., D. Espinosa Organista, J. Llorente Bousquets. 2002. Mexican biogeographic provinces: preliminary scheme, general characterizations, and synonymies. Acta Zoologica Mexicana, 85: 83-108.
 - Morrone, J. J. y J. Márquez. 2003. Aproximación a un Atlas Biogeográfico mexicano: componentes bióticos principales y provincias biogeográficas. pp: 217-220. En: Morrone, J. J. y J. Llorente Bousquets. Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. CONABIO. Las Prensas de Ciencias. UNAM posgrado. UNAM. México.
 - Microsoft. 2003. Microsoft Access 2003. Microsoft Corporation. EUA.
 - Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. de Fonseca, y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403: 853-858.
 - Navarro, S. y H. Benítez. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. Ciencias, Número especial 7: 45-53.
 - Navarro, A. G. 1998. Distribución geográfica y ecológica de la avifauna del estado de Guerrero, México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM.

- Navarro-Sigüenza, A. 2000. Cuitlacoche de Cozumel (*Toxostoma guttatum*). p: 299. En: Ceballos, G. y L. Márquez Valdelamar (coords). Las aves de México en peligro de extinción. CONABIO. UNAM. Fondo de Cultura Económica. México.
- Navarro-Sigüenza, A. G. y A. T. Peterson. 2004. An alternative species taxonomy of the birds of México. *Biota Neotropica*, 4: 1-32.
- Navarro, A. G., A. T. Peterson y A. Gordillo-Martínez. 2002. A mexican case study on a centralised data base from World natural history museums. *CODATA. Data Science Journal*, 1: 46-53.
- Norman, E. R. y N. Contreras Hernández. 2005. "Like butter scraped over too much bread": Animal protection policy in México. *Review of Policy Research*, 22: 59-75.
- Ortiz-Pulido, R., A. Townsend Peterson, M. B. Robbins, R. Diaz, A. G. Navarro-Sigüenza y G. Escalona-Segura. 2002. The mexican sheartail (*Doricha eliza*): morphology, behavior, distribution, and endangered status. *The Wilson Bulletin*, 114: 153-160.
- Paynter, R. A. 1955. The ornitogeography of the Yuctan Peninsula. *Peabody Museum of Natural History Bulletin*, 9:1-347.
- Pérez-Gil, S. R., F. Jaramillo, A. M. Muñiz y M. G. Torres. 1995. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. PGJ Consultores S. C. y CONABIO. México.
- Perry, E., L. Marin, J. McClain y G. Velázquez. 1995. Ring of cenotes (sinkholes), northwest Yucatan, Mexico: Its hydrogeologic characteristics and possible association with the Chicxulub impact crater. *Geology*, 23:17-20.
- Peters, J. L. 1913. List of the bors collected in the territory of Quintana Roo, Mexico, in the winter and spring of 1912. *Auk*, 30:367-380.
- Peterson, A. T, G. Escalona-Segura, y J. A. Griffith. 1998. Distribution and conservation of the birds of northern central America. *The Wilson Bulletin*, 110: 534-543.
- 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, Mexico. *Biological Conservation*, 93: 85-94.
- Petit, L. J. y D. R. Petit. 2003. Evaluating the importance of human-modified lands for neotropical bird conservation. *Conservation Biology*, 17: 687-694.
- Pin Koh, L., N. S. Sodhi, H. T. Wah Tan y K. S. H. Peh. 2002. Factors affecting the distribution of vascular plants, springtails, butterflies and birds on small tropical islands. *Journal of Biogeography*, 29:93-108.
- Ramírez-Pulido, J. y Castro-Campillo, A. 1990. Regiones y Provincias Mastogeográficas en "Regionalización Mastofaunística", IV. 8.8. Atlas Nacional de México, Vol III. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Robles-Ramos, R. 1958. Geología y Geohidrología. pp: 55-82. En: Beltrán, E. (ed). Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Tomo II. IMRNR. México.
- Rangel-Salazar, J. L., P. L. Enríquez-Rocha y J. Guzmán-Poó. 1993. Colonias de reproducción de aves costeras en Sian Ka'an. pp: 833-840. En: Salazar-Vallejo, S. I. y N.

- E. González (eds.). Biodiversidad marina y costera de México. CONABIO y CIQRO. México.
- Robbins, C. S., J. R. Sauer, R. S. Greenberg y S. Droege. 1989. Population declines in North American Birds that migrate to the neotropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 86: 7658-7662.
 - Rohlf, J. 1997. *Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System (NTSYS)*. Exeter Software. New York.
 - Rzedowski, J. 1978. *La Vegetación de México*. Limusa. México.
 - Rzedowski, J. 1990. *Vegetación potencial*. IV. 8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
 - Sala, O. E., F. S. Chapin, J. J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L. F. Huenneke, R. B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D. M. Lodge, H. A. Mooney, M. Oesterheld, N. L. Poff, M. T. Sykes, B. H. Walker, M. Walker y D. H. Wall. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Nature*, 287: 1770-1774.
 - Salazar-Vallejo, S. I., J. C. Zurita, N. E. González, F. Pérez-Castiilo y H. C. Gamboa. 1993. Áreas costeras protegidas de Quintana Roo. pp: 687-708. En: Salazar-Vallejo, S. I. y N. E. González (eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*. CONABIO y CIQRO. México.
 - Salvin, O. 1861. A list of species to be added to the Ornithology of Central America. *Ibis*, 3:351-357.
 - Salvin, O. 1888. A list of the birds of the islands of the coast of Yucatán and the Bay of Honduras. *Ibis*, 30:241-365.
 - Salvin, O. 1889. A list of the birds of the islands of the coast of Yucatán and the Bay of Honduras. *Ibis*, 31:359-379.
 - Salvin, O. 1890. A list of the birds of the islands of the coast of Yucatán and the Bay of Honduras. *Ibis*, 32:84-95.
 - Sánchez-Azofeita, G. A., M. Quesada, J. P. Rodríguez, J. M. Nassar, K. E. Stoner, A. Castillo, T. Garvin, E. L. Zent, J. C. Calvo-Alvarado, M. E. R. Kalacska, L. Fajardo, J. A. Gamon y P. Cuevas-Reyes. 2005. Research priorities for neotropical dry forests. *Biotropica*, 37: 477-485.
 - Sánchez O. y R. Pérez-Hernández. 2005. Historia y tabla de equivalencias de las propuestas de subdivisiones biogeográficas de la región Neotropical. pp: 145-169. En: Llorente Bousquets, J. y J. J. Morrone (eds). *Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines*. Primeras Jornadas Biogeográficas de la Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática (RIBES XII.I-CYTED). CYTED. UNAM. CONABIO. México.
 - Sánchez-Sánchez, O. y G. A. Isbele. 1999. Hurricane Gilbert and structural changes in a tropical forest in south-eastern Mexico. *Global Ecology and Biogeography*, 8: 29-38.
 - Sánchez-Sánchez, O. y G. A. Isbele. 2002. Tropical forest communities in southeastern Mexico. *Plan Ecology*, 158: 183-200.

- SARH. 1977. Península de Yucatán. Comisión Consultiva para la determinación regional de los coeficientes de agostadero. SARH. México.
- Savage, J. M. 1982. The enigma of the Central American Herpetofauna: Dispersal or Vicariance?. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 69: 464-547.
- Savage, M. 1993. Ecological disturbance and nature tourism. *Geographical Review*, 83: 290-300.
- Scharlemann, J. P. W., R. E. Green y A. Balmford. 2004. Land-use trends in Endemic Bird Areas: global expansion of agriculture in areas of high conservation value. *Global Change Biology*, 10: 2046-2051.
- Schmitter, J. J. 1998. Ictogeografía histórica de las aguas interiores de la Península de Yucatán: con énfasis sobre la distribución de peces continentales en Quintana Roo. Tesis Doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Scott, P. E. y R. F. Martin. 1984. Avian consumers of *Bursera*, *Ficus*, and *Erethia* fruit in Yucatan. *Biotropica*, 16:319-323.
- SEMARNAP. 1996. Programa de ANP's de México. 1995-2000. SEMARNAP. México.
- SCT. 1995. México: Atlas de comunicaciones y Transporte. Dirección General de Planeación. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Sherry, T. W. y R. T. Holmes. 1996. Winter habitat quality, population limitation, and conservation of neotropical-nearctic migrant birds. *Ecology*, 77: 36-48.
- Smardon, R. C. y B. B. Faust. 2006. Introduction: international policy in the biosphere reserves of Mexico's Yucatan peninsula. *Landscape and Urban Planning*, 74: 160-192.
- Smith, D. L. 1985. Caribbean Plate Relative Motions. pp: 17-118. En: Stehli, F. G. y S. D. Webb (eds). *The great American biotic interchange*. Plenum. New York.
- Smith, A. L., J. Salgado-Ortíz y R. J. Robertson. 2001. Distribution patterns of migrant and resident birds in successional forests of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Biotropica*, 33: 153-170.
- Szabo, B. J., W. C. Ward, A. E. Weidie y M. J. Brady. 1978. Age and magnitude of the late Pleistocene sea-level rise on the eastern Yucatan Peninsula. *Geology*, 6: 713-715.
- T aylor, M. A. 1941. Birds of the Yucatan Peninsula. *Field Museum of Natural History*, 24:195-225.
- Trejo-Torres, C.J., R. Durán y I. Olmsted. 1993. Manglares de la Península de Yucatán. pp: 660-672. En: Salazar-Vallejo, S. I. y N. E. González (eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*. CONABIO y CIQRO. México.
- Vázquez, L. B. y K. J. Gaston. 2004. Rarity, commonness, and patterns of species richness: the mammals of México. *Global Ecology and Biogeography*, 13: 535-542.
- Vázquez-Miranda, H. 2004. Patrones biogeográficos de la avifauna de las antillas y el Caribe. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Vidal-Zepeda, R. 1990. Precipitación media anual en "Precipitación". IV. 4.6. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.

- Vuilleumier, F. 1985. Fossil and recent Avifaunas and the Interamerican Interchange. pp: 387-419. En: Stehli, F. G. and S. D. Webb (eds). The great American biotic interchange. Plenum. New York.
- Waide, R. B., J. T. Emlen and E. J. Tramer. 1980. Distribution of migrant birds in the Yucatan Peninsula: a survey. pp:165-171. En: Keast, A. y E. S. Morton (eds). Migrant Birds in the Neotropics: Ecology, Behavior, Distribution and Conservation. Smithsonian Institute Press.
- Waide, R. B. 1981. Interactions between resident and migrant birds in Campeche, México. *Tropical Ecology*, 22: 134-154.
- Waide, R. B. 1991. Summary of the responses of animal populations to hurricanes in the Caribbean. *Biotropica*, 23: 508-512.
- Walker, L. R., D. J. Lodge, N. V. L. Brokaw y R. B. Waide. 1991. An introduction to the hurricanes in the Caribbean. *Biotropica*, 23: 313-316.
- Whigham, D. F., I. Olmsted, E. Cabrera Cano y M. E. Harmon. 1991. The impact of Hurricane Gilbert on Trees, litterfall and woody debris in a dry tropical forest in the Northeastern Yucatan Peninsula. *Biotropica*, 23: 434-441.
- White, D. A. y C. S. Hood. 2004. Vegetation patterns and environmental gradients in tropical dry forests of the Yucatan Peninsula. *Journal of Vegetation Science*, 15: 151-160.

ANEXO 1

Colecciones consultadas para la elaboración de la base de datos

Colección	País
AMERICAN MUSEUM OF NATURAL HISTORY	E.U.A.
ACADEMY OF NATURAL SCIENCES OF PHILADELPHIA	E.U.A
BELL MUSEUM OF NATURAL HISTORY	E.U.A
BRITISH MUSEUM (NATURAL HISTORY)	INGLATERRA
CARNEGIE MUSEUM OF NATURAL HISTORY	E.U.A
CANADIAN MUSEUM OF NATURE	CANADÁ
COLECCIÓN NACIONAL DE AVES DEL INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM	MÉXICO
COLECCIÓN DE VERTEBRADOS TERRESTRES DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	MÉXICO
DENVER MUSEUM OF NATURAL HISTORY	E.U.A
DELAWARE MUSEUM OF NATURAL HISTORY	E.U.A
FORT HAYS STATE COLLEGE	E.U.A
FIELD MUSEUM OF NATURAL HISTORY	E.U.A
UNIVERSITY OF KANSAS	E.U.A
LOS ANGELES COUNTY MUSEUM OF NATURAL HISTORY	E.U.A
NATUURHISTORISCHE MUSEM	HOLANDA
LOUISIANA STATE UNIVERSITY MUSEUM OF ZOOLOGY	E.U.A
MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY, HARVARD UNIVERSITY	E.U.A
MOORE LABORATORY OF ZOOLOGY, OCCIDENTAL COLLEGE	E.U.A
MUSEUM NATIONALE D'HISTOIRE NATURELLE	FRANCIA
MUSEUM OF VERTEBRATE ZOOLOGY, BERKLEY	E.U.A
MUSEO DE ZOOLOGIA, FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM	MEXICO
ROYAL ONTARIO MUSEUM	CANADA
SAN DIEGO NATURAL HISTORY MUSEUM	E.U.A
SOUTHWESTERN COLLEGE	E.U.A
UNIVERSITY OF ARIZONA	E.U.A
UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA MUSEUM OF ZOOLOGY	CANADÁ
UNIVERSITY OF CALIFORNIA LOS ANGELES	E.U.A
UNITED STATES NATIONAL MUSEUM OF NATURAL HISTORY	E.U.A
WESTERN FOUNDATION OF VERTEBRATE ZOOLOGY	E.U.A
PEABODY MUSEUM, YALE UNIVERSITY	E.U.A

ANEXO 2

Lista de especies registradas en la base de datos

TINAMIFORMES	TINAMIDAE	<i>Tinamus major</i> <i>Crypturellus soui</i> <i>Crypturellus cinnamomeus</i> <i>Crypturellus boucardi</i>
ANSERIFORMES	ANATIDAE	<i>Dendrocygna autumnalis</i> <i>Dendrocygna bicolor</i> <i>Cairina moschata</i> <i>Anas americana</i> <i>Anas discors</i> <i>Anas clypeata</i> <i>Anas acuta</i> <i>Anas crecca</i> <i>Aythya affinis</i> <i>Lophodytes cucullatus</i> <i>Nomonyx dominicus</i>
GALLIFORMES	CRACIDAE	<i>Ortalis vetula</i> <i>Penélope purpurascens</i> <i>Crax rubra</i>
	PHASIANIDAE	<i>Meleagris ocellata</i>
	ODONTOPHORIDAE	<i>Colinus nigrogularis</i> <i>Odontophorus guttatus</i> <i>Dactylortyx thoracicus</i>
PODICIPEDIFORMES	PODICIPEDIDAE	<i>Tachybaptus dominicus</i> <i>Podilymbus podiceps</i>
PROCELLARIIFORMES	PROCELLARIIDAE	<i>Calonectris diomedea</i>
PELECANIFORMES	SULIDAE	<i>Sula dactylatra</i> <i>Sula leucogaster.</i> <i>Sula sula</i> <i>Morus bassanus</i>
	PELECANIDAE	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i> <i>Pelecanus occidentalis</i>
	PHALACROCORACIDAE	<i>Phalacrocorax brasilianus</i> <i>Phalacrocorax auritus</i>
	ANHINGIDAE	<i>Anhinga anhinga</i>
	FREGATIDAE	<i>Fregata magnificens</i>
CICONIIFORMES	ARDEIDAE	<i>Botaurus pinnatus</i> <i>Ixobrychus exilis</i> <i>Tigrisoma mexicanum</i> <i>Ardea herodias</i>

Ardea alba
Egretta thula
Egretta caerulea
Egretta tricolor
Egretta rufescens
Bubulcus ibis
Cochlearius virescens
Cochlearius cochlearius
Butorides striata
Agamia agami
Nycticorax nycticorax
Nyctanassa violacea

THRESKIORNITHIDAE

Eudocimus albus
Plegadis falcinellus
Platalea ajaja

CICONIIDAE

Jabiru mycteria
Mycteria americana

CATHARTIDAE

Coragyps atratus
Cathartes aura
Cathartes burrovianus
Sarcoramphus papa

PHOENICOPTERIFORMES

PHOENICOPTERIDAE

Phoenicopterus ruber

FALCONIFORMES

ACCIPITRIDAE

Pandion haliaetus
Leptodon cayanensis
Chondrohierax uncinatus
Elanus leucurus
Rostrhamus sociabilis
Harpagus bidentatus
Ictinia plumbea
Busarellus nigricollis
Circus cyaneus
Accipiter striatus
Accipiter cooperii
Accipiter bicolor
Geranospiza caerulescens
Leucopternis albicollis
Asturina nitida
Buteogallus anthracinus
Buteogallus urubitinga
Buteo magnirostris
Buteo brachyurus
Buteo albicaudatus
Buteo albonotatus
Spizastur melanoleucus
Spizaetus tyrannus
Spizaetus ornatus

FALCONIDAE

Micrastur ruficollis
Micrastur semitorquatus
Caracara cheriway
Herpetotheres cachinnans
Falco sparverius
Falco columbarius
Falco femoralis
Falco rufigularis
Falco deiroleucus
Falco peregrinus

GRUIFORMES

RALLIDAE

Laterallus ruber

Rallus longirostris
Aramides axillaris
Aramides cajanea
Porzana carolina
Pardirallus maculatus
Porphyrio martinica
Gallinula chloropus
Fulica americana

HELIORNITHIDAE

ARAMIDAE

CHARADRIIFORMES

CHARADRIIDAE

Pluviales squatarola
Pluviales dominica
Charadrius alexandrinus
Charadrius wilsonia
Charadrius hiaticula
Charadrius semipalmatus
Charadrius melodus
Charadrius vociferus

HAEMATOPODIDAE

Haematopus ostralegus
Haematopus palliatus

RECURVIROSTRIDAE

Himantopus himantopus
Himantopus mexicanus
Recurvirostra americana

JACANIDAE

SCOLOPACIDAE

Tringa melanoleuca
Tringa flavipes
Tringa solitaria
Catoptrophorus semipalmatus
Actitis macularius
Bartramia longicauda
Numenius phaeopus
Numenius americanus
Limosa fedoa
Arenaria interpres
Calidris canutus
Calidris alba
Calidris pusilla
Calidris mauri
Calidris minuta
Calidris minutilla
Calidris fuscicollis
Calidris melanotos
Calidris alpina
Calidris himantopus
Limnodromus griseus
Limnodromus scolopaceus
Gallinago delicata
Gallinago gallinago
Scolopax minor
Phalaropus tricolor

LARIDAE

Stercorarius pomarinus
Larus atricilla
Larus philadelphia
Larus delawarensis
Larus argentatus
Larus fuscus
Larus dominicanus
Sterna nilotica

		<i>Sterna caspia</i> <i>Sterna maxima</i> <i>Sterna sandvicensis</i> <i>Sterna hirundo</i> <i>Sterna forsteri</i> <i>Sterna albifrons</i> <i>Sterna antillarum</i> <i>Sterna fuscata</i> <i>Chlidonias niger</i> <i>Anous stolidus</i> <i>Rynchops niger</i>
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	<i>Columba livia</i> <i>Patagioenas cayennensis</i> <i>Patagioenas speciosa</i> <i>Patagioenas leucocephala</i> <i>Patagioenas flavirostris</i> <i>Patagioenas nigrirostris</i> <i>Zenaida asiatica</i> <i>Zenaida aurita</i> <i>Zenaida macroura</i> <i>Columbina passerina</i> <i>Columbina minuta</i> <i>Columbina talpacoti</i> <i>Claravis pretiosa</i> <i>Leptotila verreauxi</i> <i>Leptotila plumbeiceps</i> <i>Leptotila jamaicensis</i> <i>Geotrygon montana</i>
PSITTACIFORMES	PSITTACIDAE	<i>Aratinga nana</i> <i>Pionopsitta haematotis</i> <i>Pionus senilis</i> <i>Amazona albifrons</i> <i>Amazona xantholora</i> <i>Amazona autumnalis</i> <i>Amazona farinosa</i>
CUCULIFORMES	CUCULIDAE	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i> <i>Coccyzus americanus</i> <i>Coccyzus minor</i> <i>Piaya cayana</i> <i>Tapera naevia</i> <i>Dromococcyx phasianellus</i> <i>Geococcyx velox</i> <i>Crotophaga ani</i> <i>Crotophaga sulcirostris</i>
STRIGIFORMES	TYTONIDAE	
	STRIGIDAE	<i>Tyto alba</i> <i>Megascops guatemalae</i> <i>Bubo virginianus</i> <i>Glaucidium brasilianum</i> <i>Athene cunicularia</i> <i>Ciccaba virgata</i> <i>Asio stygius</i>
CAPRIMULGIFORMES	CAPRIMULGIDAE	<i>Chordeiles acutipennis</i> <i>Chordeiles minor</i> <i>Nyctidromus albicollis</i> <i>Nyctiphrynus yucatanicus</i> <i>Caprimulgus carolinensis</i>

		<i>Caprimulgus badius</i> <i>Caprimulgus vociferus</i>
	NYCTIBIIDAE	
		<i>Nyctibius griseus</i> <i>Nyctibius jamaicensis</i>
APODIFORMES	APODIDAE	
		<i>Chaetura pelagica</i> <i>Chaetura vauxi</i>
	TROCHILIDAE	
		<i>Phaethornis striigularis</i> <i>Campylopterus curvipennis</i> <i>Florisuga mellivora</i> <i>Anthracothorax prevostii</i> <i>Chlorostilbon forficatus</i> <i>Chlorostilbon canivetii</i> <i>Hylocharis eliciae</i> <i>Hylocharis leucotis</i> <i>Amazilia candida</i> <i>Amazilia cyanocephala</i> <i>Amazilia tzacatl</i> <i>Amazilia yucatanensis</i> <i>Amazilia rutila</i> <i>Doricha eliza</i> <i>Archilochus colubris</i>
TROGONIFORMES	TROGONIDAE	
		<i>Trogon melanocephalus</i> <i>Trogon violaceus</i> <i>Trogon collaris</i> <i>Trogon massena</i>
CORACIIFORMES	MOMOTIDAE	
		<i>Hylomanes momotula</i> <i>Momotus momota</i> <i>Eumomota superciliosa</i>
	ALCEDINIDAE	
		<i>Ceryle torquatus</i> <i>Ceryle alcyon</i> <i>Chloroceryle amazona</i> <i>Chloroceryle americana</i> <i>Chloroceryle aenea</i>
PICIFORMES	BUCCONIDAE	
		<i>Notharchus macrorhynchos</i>
	GALBULIDAE	
		<i>Galbula ruficauda</i>
	RAMPHASTIDAE	
		<i>Aulacorhynchus prasinus</i> <i>Pteroglossus torquatus</i> <i>Ramphastos sulfuratus</i>
	PICIDAE	
		<i>Melanerpes pygmaeus</i> <i>Melanerpes aurifrons</i> <i>Sphyrapicus varius</i> <i>Picoides scalaris</i> <i>Veniliornis fumigatus</i> <i>Piculus rubiginosus</i> <i>Celeus castaneus</i> <i>Dryocopus lineatus</i> <i>Campephilus guatemalensis</i>
PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	
		<i>Synallaxis erythrothorax</i> <i>Automolus ochrolaemus</i> <i>Xenops minutus</i> <i>Sclerurus guatemalensis</i>

DENDROCOLAPTIDAE

Dendrocincla anabatina
Dendrocincla homochroa
Sittasomus griseicapillus
Dendrocolaptes sanctithomae
Xiphorhynchus flavigaster
Lepidocolaptes souleyetii

THAMNOPHILIDAE

Thamnophilus doliatus
Dysithamnus mentalis
Microrhophias quixensis
Cercomacra tyrannina

FORMICARIIDAE

Formicarius analis

TYRANNIDAE

Camplostoma imberbe
Myiopagis viridicata
Elaenia martinica
Elaenia flavogaster
Mionectes oleagineus
Leptopogon amaurocephalus
Oncostoma cinereigulare
Poecilotriccus sylvia
Todirostrum cinereum
Rhynchocyclus brevirostris
Tolmomyias sulphurescens
Platyrinchus cancrominus
Onychorhynchus coronatus
Myiobius sulphureipygius
Contopus cooperi
Contopus virens
Contopus cinereus
Empidonax flaviventris
Empidonax virescens
Empidonax alnorum
Empidonax traillii
Empidonax minimus
Sayornis phoebe
Pyrocephalus rubinus
Attila spadiceus
Myiarchus yucatanensis
Myiarchus tuberculifer
Myiarchus cinerascens
Myiarchus crinitus
Myiarchus tyrannulus
Pitangus sulphuratus
Megarynchus pitangua
Myiozetetes similis
Myiodynastes maculatus
Myiodynastes luteiventris
Legatus leucophaeus
Tyrannus melancholicus
Tyrannus couchii
Tyrannus tyrannus
Tyrannus dominicensis
Tyrannus forficatus
Tyrannus savana
Schiffornis turdina
Pachyramphus major
Pachyramphus aglaiae
Tityra semifasciata
Tityra inquisitor
Schiffornis turdina

PIPRIDAE

Manacus candei
Pipra mentalis

VIREONIDAE

Vireo griseus
Vireo pallens
Vireo bairdi
Vireo flavifrons
Vireo solitarius
Vireo philadelphicus
Vireo olivaceus
Vireo flavoviridis
Vireo altiloquus
Vireo magister
Hylophilus ochraceiceps
Hylophilus decurtatus
Cyclarhis gujanensis

CORVIDAE

Cyanocorax yncas
Cyanocorax morio
Cyanocorax yucatanicus

HIRUNDINIDAE

Progne subis
Progne chalybea
Tachycineta bicolor
Tachycineta albilinea
Stelgidopteryx serripennis
Riparia riparia
Petrochelidon pyrrhonota
Petrochelidon fulva
Hirundo rustica

TROGLODYTIDAE

Campylorhynchus zonatus
Campylorhynchus yucatanicus
Thryothorus maculipectus
Thryothorus ludovicianus
Troglodytes aedon
Uropsila leucogastra
Henicorhina leucosticta

REGULIDAE

Regulus calendula

SYLVIIDAE

Ramphocaenus melanurus
Polioptila caerulea
Polioptila albiloris
Polioptila plumbea

TURDIDAE

Oenanthe oenanthe
Catharus fuscescens
Catharus minimus
Catharus ustulatus
Hylocichla mustelina
Turdus grayi
Turdus migratorius

MIMIDAE

Dumetella carolinensis
Melanoptila glabrirostris
Mimus gilvus
Toxostoma guttatum

MOTACILLIDAE

Anthus rubescens

BOMBYCILLIDAE

Bombycilla cedrorum

PARULIDAE

Vermivora pinus
Vermivora chrysoptera
Vermivora peregrina
Vermivora celata
Vermivora ruficapilla
Parula superciliosa
Parula americana

Dendroica petechia
Dendroica pensylvanica
Dendroica magnolia
Dendroica tigrina
Dendroica caerulescens
Dendroica coronata
Dendroica virens
Dendroica fusca
Dendroica dominica
Dendroica discolor
Dendroica palmarum
Dendroica castanea
Dendroica striata
Dendroica cerulea
Mniotilta varia
Setophaga ruticilla
Protonotaria citrea
Helmitheros vermivorum
Limnithlypis swainsonii
Seiurus aurocapilla
Seiurus noveboracensis
Seiurus motacilla
Oporornis formosus
Oporornis philadelphia
Geothlypis trichas
Geothlypis poliocephala
Wilsonia citrina
Wilsonia pusilla
Wilsonia canadensis
Basileuterus culicivorus
Icteria virens
Granatellus sallaei

COEREBIDAE

Coereba flaveola

THRAUPIDAE

Eucometis penicillata
Lanio aurantius
Habia rubica
Habia fuscicauda
Piranga roseogularis
Piranga rubra
Piranga olivacea
Ramphocelus sanguinolentus
Spindalis zena
Thraupis episcopus
Thraupis abbas
Chlorophanes spiza
Cyanerpes cyaneus

EMBERIZIDAE

Volatinia jacarina
Sporophila torqueola
Oryzoborus funereus
Tiaris olivaceus
Arremonops rufivirgatus
Arremonops chloronotus
Aimophila botterii
Spizella pallida
Poocetes gramineus
Chondestes grammacus
Passerculus sandwichensis
Ammodramus savannarum
Melospiza melodia
Melospiza lincolni
Zonotrichia leucophrys

CARDINALIDAE

Saltator coerulescens
Saltator maximus

Saltator atriceps
Caryothraustes poliogaster
Cardinalis cardinalis
Pheucticus ludovicianus
Cyanocompsa cyanoides
Cyanocompsa parellina
Passerina caerulea
Passerina cyanea
Passerina ciris
Suiza americana

ICTERIDAE

Dolichonyx oryzivorus
Agelaius phoeniceus
Sturnella magna
Xanthocephalus xanthocephalus
Dives dives
Quiscalus mexicanus
Molothrus bonariensis
Molothrus aeneus
Icterus prothemelas
Icterus spurius
Icterus cucullatus
Icterus chrysater
Icterus mesomelas
Icterus auratus
Icterus gularis
Icterus galbula
Amblycercus holosericeus
Psarocolius montezuma

FRINGILLIDAE

Euphonia affinis
Euphonia hirundinacea
Euphonia gouldi
Carduelis psaltria



ANEXO 3

Lista de especies presentes en la Península de Yucatán consideradas en la NOM-059-ECOL-2002

ESPECIES	NOM-059- ECOL-2001	RE	MI	MV	TR
<i>Accipiter bicolor</i>	A	X			
<i>Accipiter cooperii</i>	Pr		X		
<i>Accipiter striatus</i>	Pr		X		X
<i>Agamia agami</i>	Pr	X			
<i>Amazona farinosa</i>	A	X			
<i>Amazona xantholora</i>	Pr	X			
<i>Aramides axillaris</i>	A	X			
<i>Aratinga nana</i>	Pr	X			
<i>Ardea herodias</i>	Pr	X	X		X
<i>Asio stygius</i>	Pr	X			
<i>Attila spadiceus</i>	Pr	X			
<i>Automolus ochrolaemus</i>	Pr	X			
<i>Bubo virginianus</i>	A	X			
<i>Busarellus nigricollis</i>	Pr	X			
<i>Buteo albicaudatus</i>	Pr	X			
<i>Buteo albonotatus</i>	Pr		X		
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Pr	X			
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Pr	X			
<i>Cairina moschata</i>	P	X			
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Pr	X			
<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	Pr	X			
<i>Celeus castaneus</i>	Pr	X			
<i>Charadrius melodus</i>	P		X		X
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Pr	X			
<i>Crax rubra</i>	A	X			
<i>Crotophaga ani</i>	A	X			
<i>Crypturellus boucardi</i>	Pr	X			
<i>Crypturellus soui</i>	Pr	X			
<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Pr	X			
<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Pr	X			
<i>Doricha eliza</i>	P	X			
<i>Dysithamnus mentalis</i>	Pr	X			
<i>Egretta rufescens</i>	Pr	X			
<i>Eucometis penicillata</i>	Pr	X			
<i>Falco deiroleucus</i>	P	X			
<i>Falco femoralis</i>	A	X			
<i>Falco peregrinus</i>	Pr		X		X
<i>Galbula ruficauda</i>	A	X			
<i>Geranoospiza caerulescens</i>	A	X			
<i>Harpagus bidentatus</i>	Pr	X			
<i>Heliornis fulica</i>	Pr	X			
<i>Hylomanes momotula</i>	A	X			
<i>Hylophilus ochraceiceps</i>	Pr	X			

ESPECIES	NOM-059- ECOL-2001	RE	MI	MV	TR
<i>Ictinia plumbea</i>	A			X	
<i>Jabiru mycteria</i>	P	X			
<i>Lanio aurantius</i>	Pr	X			
<i>Leptodon cayanensis</i>	Pr	X			
<i>Leucopternis albicollis</i>	Pr	X			
<i>Limnothlypis swainsonii</i>	Pr		X		X
<i>Manacus candei</i>	Pr	X			
<i>Meleagris ocellata</i>	A	X			
<i>Micrastur ruficollis</i>	Pr	X			
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Pr	X			
<i>Microrhophias quixensis</i>	Pr	X			
<i>Mycteria americana</i>	Pr	X			
<i>Nomonyx dominicus</i>	A	X			
<i>Notharchus macrorhynchos</i>	A	X			
<i>Nyctanassa violacea</i>	A	X	X		X
<i>Odontophorus guttatus</i>	Pr	X			
<i>Onychorhynchus coronatus</i>	P	X			
<i>Penelope purpurascens</i>	A	X			
<i>Phaethornis striigularis</i>	Pr	X			
<i>Phoenicopterus ruber</i>	A	X	X		
<i>Pionopsitta haematotis</i>	A	X			
<i>Pionus senilis</i>	A	X			
<i>Platyrinchus cancrominus</i>	Pr	X			
<i>Polioptila plumbea</i>	Pr	X			
<i>Psarocolius montezuma</i>	Pr	X			
<i>Rallus longirostris</i>	Pr	X			
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Pr	X			
<i>Sarcoramphus papa</i>	P	X			
<i>Sclerurus guatemalensis</i>	Pr	X			
<i>Spizaetus ornatus</i>	P	X			
<i>Spizaetus tyrannus</i>	P	X			
<i>Spizastur melanoleucus</i>	P	X			
<i>Sterna antillarum</i>	Pr			X	X
<i>Tachybaptus dominicus</i>	Pr	X			
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Pr	X			
<i>Tinamus major</i>	Pr	X			
<i>Toxostoma guttatum</i>	P	X			
<i>Trogon collaris</i>	Pr	X			
<i>Trogon massena</i>	A	X			
<i>Vireo bairdi</i>	Pr	X			
<i>Vireo pallens</i>	Pr		X		X
<i>Xenops minutus</i>	Pr	X			
<i>Zenaida aurita</i>	Pr	X			

Categoría en NOM-059-eCOL-2001: Pr-protección especial, A-amenazada, P-en peligro de extinción
RE-residente
MI-residente de invierno
MV-visitante de verano
TR- transitoria