

181



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARACTERIZACION GEOGRAFICA DE LA FAMILIA
PSITTACIDAE (AVES) UTILIZANDO UN MODELO
PREDICTIVO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A :
CESAR ANTONIO RIOS MUÑOZ



DIRECTOR DE TESIS: DR.  GERARDO NAVARRO SIGUENZA

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.



M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA

Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunico a usted que hemos revisado el trabajo escrito: **Caracterización geográfica de la familia Psittacidae (Aves) utilizando un modelo predictivo realizado por César Antonio Ríos Muñoz**

con número de cuenta **9419286-9**, quién cubrió los créditos de la carrera de: **Biología**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario **Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza**

Propietario **Dr. Eduardo Iñigo Elías**

Propietario **Biol. Alejandro Gordillo Martínez**

Suplente **M. en C. Octavio Rafael Rojas Soto**

Suplente **M. en C. María Fanny Rebón Gallardo**

Consejo Departamental de Biología

**FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.**

~~M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez~~



**DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA**

El presente trabajo se generó en el Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias, UNAM, como parte de las actividades del Taller "Faunística, sistemática y biogeografía de vertebrados terrestres e insectos de México" impartido por los profesores

Dr. Jorge Llorente Bousquets

Dr. Adolfo Navarro Sigüenza

Dr. Juan José Morrone Lupi

Dr. Oscar Flores Villela

Dr. Luis Medrano

Dr. Juan Márquez

M. en C. Livia León Paniagua

M. en C. Armando Luis Martínez

Biol. Alejandro Gordillo Martínez

Se desarrolló gracias al apoyo financiero de PAPIIT-UNAM (IN 218598 y 214200), CONACYT (R-27961), CONABIO (E-018) y una beca del programa de Apoyo a Becas Tesis de Licenciatura PROBETEL.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente y dedico esta tesis a mi madre, Eliuth T. Muñoz Rivera, por todo su cariño, apoyo, comprensión y ayuda en todo momento. Así como a mi familia por todos los momentos felices y por lo que he aprendido de cada quien.

A mi asesor Dr. Adolfo Navarro, por ser un excelente amigo con una paciencia infinita y quien ha sido un ejemplo a seguir.

A Karina, por todo los momentos que hemos vivido, y por ser una parte importante en mi vida.

A mis maestros de la carrera, en especial a las Dras. Judith Márquez y Margarita Collazo, por su paciencia y esmero.

A mis amigos Patricia, Erick, Gaby, Elsa y en especial a Nandadevi, por soportarme, ayudarme y aprender tantas cosas de ustedes. A quienes me proporcionaron información, ideas y ayuda en este trabajo, (Yoshinori, Samuel, Octavio, Ivan). A quienes debo tantos ratos agradables a su lado (Elisa, Anahí, Mónica, Roberto). A todos mis compañeros del Taller y del Museo de quienes siempre se aprende algo nuevo.

A mis sinodales, Dr. Adolfo Navarro, Dr. Eduardo Iñigo Elías, M. en C. Octavio Rojas Soto, M. en C. Fanny Rebón Gallardo y Biol. Alejandro Gordillo, por los comentarios y las revisiones realizadas a este trabajo, así como por su paciencia y apoyo.

Al Dr. Victor Sánchez Cordero y sus alumnos Miguel Linaje y M. en C. Patricia Illoldi, por la información y el tiempo que me dedicaron para aprender la utilización del GARP. De igual forma agradezco al Dr. Andrew Townsend Peterson por parte de la cartografía utilizada en el presente trabajo.

A los curadores y encargados de las colecciones mencionadas en el Anexo 1 por permitir el acceso a sus acervos y conformar la base de datos del Atlas de las aves de México, para lo cual se contó con apoyo financiero de CONABIO, CONACYT, National Science Foundation, British Council y DGAPA-UNAM desde 1991.

ÍNDICE

Introducción.....	1
Antecedentes	
El concepto de especie y la sistemática de los Psittacidae.....	3
Biogeografía.....	6
Hábitat.....	9
Conservación.....	11
Sistemas de información geográfica y modelos predictivos.....	12
Objetivos.....	15
Métodos.....	16
Resultados.....	24
Patrones de riqueza y endemismo de especies.....	51
Discusión.....	58
La biogeografía de los psitácidos de México	
Las especies insulares.....	60
El complejo <i>Aratinga holochlora</i>	62
Las guacamayas mexicanas.....	65
Las cotorras serranas.....	66
¿Una distribución discontinua?.....	68
Las especies de la vertiente del Pacífico.....	69
La región oriental desde el norte hasta el sureste.....	71
El enfoque del modelaje y el manejo de los psitácidos.....	76
Literatura citada.....	77
Anexo I. Colecciones utilizadas.....	88

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS

Cuadro 1. Equivalencias taxonómicas de las especies de psitácidos en México.....	5
Cuadro 2. Categorías de riesgo de las especies de psitácidos en México.....	12
Cuadro 3. Referencias de la cartografía utilizada.....	17
Cuadro 4. Características de vegetación de acuerdo a Rzedowski (1983).....	22
Cuadro 5. Grupos creados para la elaboración de los modelos predictivos.....	24

FIGURAS

Figura 1. Distribución de la familia Psittacidae a nivel mundial.....	6
Figura 2. Selección de los puntos para la realización de modelos.....	18
Figura 3. Ejemplo de modelos seleccionados para producir mapas de distribución potencial.....	19
Figura 4. Proceso de ajuste del área de distribución utilizando provincias biogeográficas y ecorregiones de México.....	21
Figura 5. <i>Aratinga holochlora</i>	26
Figura 6. <i>Aratinga brewsteri</i>	27
Figura 7. <i>Aratinga brevipes</i>	28
Figura 8. <i>Aratinga strenua</i>	29
Figura 9. <i>Aratinga astec</i>	30
Figura 10. <i>Aratinga canicularis</i>	31
Figura 11. <i>Ara militaris</i>	32
Figura 12. <i>Ara macao</i>	33
Figura 13. <i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>	34
Figura 14. <i>Rhynchopsitta terrisi</i>	35
Figura 15. <i>Bolborhynchus lineola</i>	36
Figura 16. <i>Forpus cyanopygius</i>	37
Figura 17. <i>Forpus insularis</i>	38
Figura 18. <i>Brotogeris jugularis</i>	39
Figura 19. <i>Pionopsitta haematotis</i>	40

Figura 20. <i>Pionus senilis</i>	41
Figura 21. <i>Amazona albifrons</i>	42
Figura 22. <i>Amazona xantholora</i>	43
Figura 23. <i>Amazona viridigenalis</i>	44
Figura 24. <i>Amazona finschi</i>	45
Figura 25. <i>Amazona autumnalis</i>	46
Figura 26. <i>Amazona farinosa</i>	47
Figura 27. <i>Amazona oratrix</i>	48
Figura 28. <i>Amazona tresmariae</i>	49
Figura 29. <i>Amazona auropalliata</i>	50
Figura 30. Patrones de endemismo de la familia Psittacidae.....	51
Figura 31. Patrones de endemismo de la familia Psittacidae.....	52
Figura 32. Áreas de riqueza de psitácidos en México.....	55
Figura 33. Presencia de la familia Psittacidae en México.....	56
Figura 34. Número de especies por tipo de vegetación.....	57
Figura 35. Número de especies por intervalo altitudinal.....	58

INTRODUCCIÓN

Considerado como uno de los países megadiversos del Mundo, México es una zona de transición entre dos regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical, que lo hacen interesante por los procesos geológicos y biológicos que han ocurrido a lo largo del tiempo, pues la accidentada topografía y esta situación geográfica privilegiada hace que exista una gran variedad de ecosistemas (Ramamoorthy *et al.* 1998).

Además, la mezcla de faunas de estas dos regiones, hace de ésta una zona rica, donde los procesos de especiación ocasionan la presencia de especies endémicas que no debe pasarse por alto ya que sólo se encuentran en esta parte del Mundo (Flores y Gerez 1994). Sólo en el caso de las aves, en México ocurren 1,060 especies de las cuales aproximadamente el 10% son endémicas al país (Escalante *et al.* 1998). Desafortunadamente la mala utilización de nuestros recursos naturales ha llevado a muchas especies y ambientes a condiciones realmente drásticas conduciendo a algunas especies a la extinción (Ceballos y Márquez-Valdelamar 2000, Ríos-Muñoz *et al.* 2001).

La Familia Psittacidae, que incluye pericos, loros, guacamayas y cotorras, tiene 25 especies en el país, de las cuales 11 son endémicas. Aunque no es una de las familias con mayor número de especies en el país, es importante desde el punto de vista de la conservación, pues 23 de ellas se encuentran en alguna categoría de riesgo (DOF 2002).

Estos números reflejan la necesidad de realizar trabajos que ayuden en el avance del conocimiento y la conservación de las especies de loros mexicanos. El caracterizar el hábitat es un inicio importante, ya que se reconocen los patrones de distribución y se asocian con características ambientales que utilizan las especies para poder sobrevivir. Sin embargo, la falta de recursos y de tiempo para obtener resultados rápidos que ayuden en la toma de decisiones, son factores que impiden la realización de este tipo de trabajos.

En este campo destaca la importancia de las colecciones científicas como acervos de información, ya que mediante su consulta es posible obtener gran parte de los datos necesarios para realizar trabajos en torno al conocimiento de patrones

de distribución de las especies (Álvarez-Mondragón 1997, Gordillo-Martínez 1998, Peterson *et al.* 1999, Navarro *et al.* 2002).

El desarrollo de la tecnología es también una clave fundamental, como la aparición de modelos predictivos de la distribución geográfica y ecológica de las especies, y posteriormente el manejo de esta información en sistemas de información geográfica (SIG) que permitan, a partir de la utilización de cartografía digitalizada, tener una buena perspectiva de la ubicación de las especies y las condiciones ambientales que les rodean, permitiendo de esta manera llegar a reconocer características ambientales que influyan en la distribución de las especies (García-Trejo *et al.* 1999).

El presente trabajo es un ejemplo de la utilización de este tipo de datos y tecnologías, aplicado a un grupo cuyo valor no sólo es biológico, sino comercial, que desgraciadamente hace que las especies de psitácidos se encuentren amenazados por el tráfico que existe (Iñigo-Elías y Ramos 1991). La obtención de la información general del hábitat de los psitácidos mexicanos, en general y en particular, es necesaria para hacer consideraciones y comentarios referentes a la conservación del grupo.

ANTECEDENTES

El concepto de especie y la sistemática de los Psittacidae

De manera general la utilización del término "especie" para referirse a un conjunto de individuos con características similares ha sufrido cambios desde que John Ray fundamentara el uso de la categoría esta categoría en 1686 (Crisci 1994). Estos cambios han desarrollado distintos conceptos utilizados en la biología, dependiendo del enfoque del autor o de las necesidades prácticas inmediatas (Luna 1994), pues la categoría de especie es fundamental ya que es la unidad básica en disciplinas como la taxonomía, la biología evolutiva y la ecología (Cracraft 1983, Crisci 1994).

Durante muchos años el concepto biológico de especie (CBE) ha dominado en el campo de la biología, basándose en poblaciones naturales que comparten características genéticas, son interfértiles y se aíslan de otros grupos reproductivamente (Crisci 1994, Haffer 1997). Los trabajos realizados a gran escala en ornitología se han basado en el CBE (ej. AOU 1998). Sin embargo, la utilización de conceptos de especie alternativos a éste se ha ido introduciendo debido a las limitaciones prácticas y teóricas del CEB. Dentro de los conceptos alternativos se encuentran el concepto filogenético de especie (CFE), que define a las especies como unidades monofiléticas que son diagnosticables por la presencia de caracteres únicos o por la combinación de varios caracteres (Wiley 1981, Cracraft 1983, Mckitrick y Zink 1988, Zink y Mckitrick 1995, Navarro y Peterson en rev.). Por otro lado, el concepto evolutivo de especie (CEE) se basa en la independencia del linaje, tomando en cuenta las tendencias evolutivas, que le proporcionan una identidad (Zink y Mckitrick 1995, Navarro y Peterson en rev.). Ambos conceptos obedecen a un intento de crear un concepto en el que se tomen en cuenta los procesos evolutivos, para poder utilizar a las especies en las reconstrucciones filogenéticas y de su historia biogeográfica (Luna 1994).

En ornitología, tanto el CFE y el CEE son considerados similares (Haffer 1997, Zink y Mckitrick 1995), y aunque representan una nueva alternativa para la utilización de los taxa, su utilización ha sido ignorada de forma general (Navarro y

Peterson en rev.), aunque tienen aplicaciones importantes en cuanto a la preservación de la biodiversidad y el reconocimiento de linajes evolutivos (Peterson y Navarro 1999, Navarro y Peterson en rev.).

Dentro del orden Psittaciformes se encuentran las familias Cacatuidae y Psittacidae (Collar 1997, Rowley 1997). Esta última, a nivel mundial, consta de 78 géneros, 332 especies biológicas y 703 formas subespecíficas (Collar 1997), y está subdividida a su vez en las subfamilias Lorinae y Psittacinae, siendo esta última la que agrupa a la tribu Arini en donde se encuentran las 148 especies de los 30 géneros correspondientes al neotrópico (Collar 1997).

En México existen entre 21 (AOU 1998) y 25 especies, dependiendo de la autoridad taxonómica utilizada. Once de ellas son endémicas (Navarro y Peterson en rev. Cuadro 1), 22 son continentales y tres insulares, estando distribuidas en 26 estados (Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Nayarit, Jalisco, Zacatecas, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Coahuila, Tabasco, Campeche, Chiapas, Yucatán, Quintana Roo, México, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo y Morelos; Macías *et al.* 2000).

En su mayor parte, los trabajos taxonómicos publicados sobre la familia en México, se refieren a la descripción de especies o formas subespecíficas nuevas (ej. Salvin 1863, Brewster 1889, Nelson 1899, Miller 1905), y sólo unos pocos tratan el estatus taxonómico de especies mediante estudios de revisión y de variación geográfica de complejos de especies que se han modificado actualmente (ej. Hardy y Dickerman 1955), para el complejo *Rhynchopsitta pachyrhyncha* y Monroe y Howell (1966) para el complejo *Amazona ochrocephala*.

Cuadro 1. Equivalencias taxonómicas de las especies de psitácidos en México

Navarro y Peterson (en rev.)	AOU (1998)	Juniper y Parr (1998)	Collar (1997)	Howell y Webb (1995)	Forshaw (1977)	Peters (1976)	Friedmann (1950)
* <i>Aratinga holochlora</i>	<i>A. holochlora</i>	<i>A. h. holochlora</i>	<i>A. h. holochlora</i>	<i>A. holochlora</i>	<i>A. h. holochlora</i>	<i>A. h. holochlora</i>	<i>A. h. holochlora</i>
* <i>Aratinga brewsteri</i>		<i>A. h. brewsteri</i>	<i>A. h. brewsteri</i>		<i>A. h. brewsteri</i>	<i>A. h. brewsteri</i>	<i>A. h. brewsteri</i>
* <i>Aratinga brevipes</i>		<i>A. brevipes</i>	<i>A. brevipes</i>	<i>A. brevipes</i>	<i>A. h. brevipes</i>	<i>A. h. brevipes</i>	<i>A. h. brevipes</i>
<i>Aratinga strenua</i>	<i>A. strenua</i>	<i>A. h. strenua</i>	<i>A. h. strenua</i>	<i>A. (holochlora?) strenua</i>	<i>A. h. strenua</i>	<i>A. strenua</i>	<i>A. h. strenua</i>
<i>Aratinga astec</i>	<i>A. nana</i>	<i>A. n. astec</i>	<i>A. n. astec</i>	<i>A. astec</i>	<i>A. n. astec</i>	<i>A. a. astec</i>	<i>A. a. astec</i>
		<i>A. n. vicinialis</i>	<i>A. n. vicinialis</i>		<i>A. n. vicinialis</i>	<i>A. a. vicinialis</i>	<i>A. a. vicinialis</i>
<i>Aratinga canicularis</i>	<i>A. canicularis</i>	<i>A. c. canicularis</i>	<i>A. c. canicularis</i>	<i>A. canicularis</i>	<i>A. c. canicularis</i>	<i>A. c. canicularis</i>	<i>A. c. canicularis</i>
		<i>A. c. eburnirostrum</i>	<i>A. c. eburnirostrum</i>		<i>A. c. eburnirostrum</i>	<i>A. c. eburnirostrum</i>	<i>A. c. eburnirostrum</i>
		<i>A. c. clarae</i>	<i>A. c. clarae</i>		<i>A. c. clarae</i>		<i>A. c. clarae</i>
<i>Ara militaris</i>	<i>A. militaris</i>	<i>A. militaris</i>	<i>A. m. mexicana</i>	<i>A. militaris</i>	<i>A. m. mexicana</i>	<i>A. m. mexicana</i>	<i>A. m. mexicana</i>
							<i>A. m. shefferi</i>
<i>Ara macao</i>	<i>A. macao</i>	<i>A. m. cyanoptera</i>	<i>A. m. cyanoptera</i>	<i>A. macao</i>	<i>A. macao</i>	<i>A. macao</i>	<i>A. macao</i>
* <i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>	<i>R. pachyrhyncha</i>	<i>R. pachyrhyncha</i>	<i>R. pachyrhyncha</i>	<i>R. pachyrhyncha</i>	<i>R. p. pachyrhyncha</i>	<i>R. pachyrhyncha</i>	<i>R. pachyrhyncha</i>
* <i>Rhynchopsitta terrisi</i>	<i>R. terrisi</i>	<i>R. terrisi</i>	<i>R. terrisi</i>	<i>R. terrisi</i>	<i>R. p. terrisi</i>	?	<i>R. terrisi</i>
<i>Bolborhynchus lineola</i>	<i>B. lineola</i>	<i>B. l. lineola</i>	<i>B. l. lineola</i>	<i>B. l. lineola</i>	<i>B. l. lineola</i>	<i>B. l. Lineola</i>	<i>B. l. lineola</i>
* <i>Forpus cyanopygius</i>	<i>F. cyanopygius</i>	<i>F. c. cyanopygius</i>	<i>F. c. cyanopygius</i>	<i>F. cyanopygius</i>	<i>F. c. cyanopygius</i>	<i>F. c. cyanopygius</i>	<i>F. c. cyanopygius</i>
		<i>F. c. pallidus</i>			<i>F. c. pallidus</i>	<i>F. c. pallidus</i>	<i>F. c. pallidus</i>
* <i>Forpus insularis</i>		<i>F. c. insularis</i>	<i>F. c. insularis</i>		<i>F. c. insularis</i>	<i>F. c. insularis</i>	<i>F. c. insularis</i>
<i>Brotogeris jugularis</i>	<i>B. jugularis</i>	<i>B. j. jugularis</i>	<i>B. j. jugularis</i>	<i>B. j. jugularis</i>	<i>B. j. jugularis</i>	<i>B. j. jugularis</i>	<i>B. j. jugularis</i>
<i>Pionopsitta haematotis</i>	<i>P. haematotis</i>	<i>P. h. haematotis</i>	<i>P. h. haematotis</i>	<i>P. h. haematotis</i>	<i>P. h. haematotis</i>	<i>P. h. haematotis</i>	<i>P. h. haematotis</i>
<i>Pionus senilis</i>	<i>P. senilis</i>	<i>P. senilis</i>	<i>P. senilis</i>	<i>P. senilis</i>	<i>P. senilis</i>	<i>P. s. Senilis</i>	<i>P. s. senilis</i>
<i>Amazona albifrons</i>	<i>A. albifrons</i>	<i>A. a. albifrons</i>	<i>A. a. albifrons</i>	<i>A. albifrons</i>	<i>A. a. albifrons</i>	<i>A. a. albifrons</i>	<i>A. a. albifrons</i>
		<i>A. a. saltuensis</i>	<i>A. a. saltuensis</i>		<i>A. a. saltuensis</i>	<i>A. a. saltuensis</i>	<i>A. a. saltuensis</i>
		<i>A. a. nana</i>	<i>A. a. nana</i>		<i>A. a. nana</i>	<i>A. a. nana</i>	<i>A. a. nana</i>
<i>Amazona xantholora</i>	<i>A. xantholora</i>	<i>A. xantholora</i>	<i>A. xantholora</i>	<i>A. xantholora</i>	<i>A. xantholora</i>	<i>A. xantholora</i>	<i>A. xantholora</i>
* <i>Amazona viridigenalis</i>	<i>A. viridigenalis</i>	<i>A. viridigenalis</i>	<i>A. viridigenalis</i>	<i>A. viridigenalis</i>	<i>A. viridigenalis</i>	<i>A. viridigenalis</i>	<i>A. viridigenalis</i>
* <i>Amazona finschi</i>	<i>A. finschi</i>	<i>A. f. finschi</i>	<i>A. finschi</i>	<i>A. finschi</i>	<i>A. f. finschi</i>	<i>A. finschi</i>	<i>A. f. finschi</i>
		<i>A. f. woodi</i>			<i>A. f. woodi</i>		<i>A. f. woodi</i>
<i>Amazona autumnalis</i>	<i>A. autumnalis</i>	<i>A. a. autumnalis</i>	<i>A. a. autumnalis</i>	<i>A. a. autumnalis</i>	<i>A. a. autumnalis</i>	<i>A. a. autumnalis</i>	<i>A. a. autumnalis</i>
<i>Amazona farinosa</i>	<i>A. farinosa</i>	<i>A. f. guatemalae</i>	<i>A. f. guatemalae</i>	<i>A. farinosa</i>	<i>A. f. guatemalae</i>	<i>A. f. guatemalae</i>	<i>A. f. guatemalae</i>
* <i>Amazona oratrix</i>	<i>A. oratrix</i>	<i>A. o. oratrix</i>	<i>A. ochrocephala oratrix</i>	<i>A. oratrix</i>	<i>A. ochrocephala oratrix</i>	<i>A. ochrocephala oratrix</i>	<i>A. ochrocephala oratrix</i>
* <i>Amazona tresmariae</i>		<i>A. o. tresmariae</i>	<i>A. ochrocephala tresmariae</i>		<i>A. ochrocephala tresmariae</i>	<i>A. ochrocephala tresmariae</i>	<i>A. ochrocephala tresmariae</i>
<i>Amazona auropalliata</i>	<i>A. auropalliata</i>	<i>A. a. auropalliata</i>	<i>A. ochrocephala auropalliata</i>	<i>A. auropalliata</i>	<i>A. ochrocephala auropalliata</i>	<i>A. ochrocephala auro-palliata</i>	<i>A. ochrocephala auro-palliata</i>

(*) Indica las especies consideradas endémicas a México.

Las abreviaturas corresponden a los géneros y especies que se encuentran en Navarro y Peterson (en rev.) y a AOU (1998) la tercera palabra que aparece corresponde a una categoría subespecífica considerada por el autor.

Todos los trabajos anteriores a Navarro y Peterson (en rev.) utilizan el CBE, el trabajo mencionado tiene como base los conceptos alternativos de especie

(?) No existe información sobre este taxón en la fuente correspondiente

Biogeografía

La familia Psittacidae tiene una amplia distribución dentro de las zonas tropicales del planeta que incluyen las regiones Neotropical, Afrotropical, Oriental y Australasia, encontrándose solo de forma marginal en la región Holártica (Figura 1), siendo la tribu Arini la que habita de forma específica en América (Collar 1997).

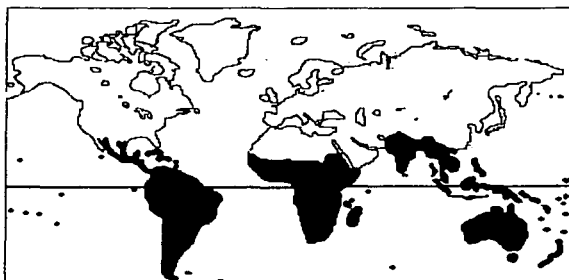


Figura 1. Distribución de la familia Psittacidae a nivel mundial. Las áreas en negro corresponden a la presencia de especies. Tomado de Collar (1997)

En el caso de México los estudios sobre biogeografía de los psitácidos ha sido muy incompleto. La referencia a estos se encuentra en trabajos generales ya sea para distintas regiones geográficas del país (ej. Binford 1989), trabajos de avifauna a nivel nacional (ej. Friedmann *et al.* 1950), en las monografías de los psitácidos del mundo, o incluidos en trabajos de la avifauna mundial (ej. Forshaw 1977, Juniper y Parr 1998).

Mucha de la información de distribución e historia natural de los psitácidos de México se encuentra en los trabajos avifaunísticos realizados en los estados o regiones geográficas naturales en México. Paynter (1955) reporta ocho especies para la península de Yucatán (*Ara macao*, *Aratinga astec*, *Pionopsitta haematotis*, *Pionus senilis*, *Amazona xantholora*, *A. albifrons*, *A. autumnalis* y *A. farinosa*). Para este trabajo se colectaron 64 ejemplares de siete especies (no hay colecta de *Ara macao*, aunque fue registrada de forma visual en muchas ocasiones), depositados en el Peabody Museum of Natural History.

Schaldach (1963) encuentra cinco especies (*Ara militaris*, *Aratinga canicularis*, *Forpus cyanopygius*, *Amazona finschi*, *A. oratrix*) para el estado de Colima y áreas adyacentes en Jalisco, sin considerar el archipiélago de las Revillagigedo. Existen trabajos como el de Brattstrom y Howell (1956) que reportan sólo una especie habitando en la Isla Socorro (*Aratinga brevipes*).

En un estudio altitudinal para la región de la Sierra de Los Tuxtlas, Veracruz, Andrie (1967) reportó cuatro especies en diferentes tipos de vegetación, *Bolborhynchus lineola* y *Pionopsitta haematotis*, en bosque mesófilo de montaña y bosque tropical perennifolio, montano y de tierras bajas, por otro lado *Aratinga astec* y *Amazona autumnalis*, en las orillas de bosques mesófilos, matorrales y zonas abiertas húmedas.

Binford (1988) reporta la presencia de 14 especies para el estado de Oaxaca (*Aratinga holochlora*, *A. strenua*, *A. astec*, *A. canicularis*, *Ara militaris*, *Ara macao*, *Pionopsitta haematotis*, *Pionus senilis*, *Amazona albifrons*, *A. finschi*, *A. autumnalis*, *A. farinosa*, *A. oratrix* y *A. auropalliat*). Siendo el estado con un mayor número de especies de psitácidos reportado para el país. Por su parte Escalante (1988) reporta siete especies (*Aratinga canicularis*, *Ara militaris*, *Forpus insularis*, *F. cyanopygius*, *Amazona albifrons*, *A. finschi*, *A. tresmariae*) para el estado de Nayarit, incluyendo las Islas Mariás.

Para el estado de Sonora, Russell y Monson (1998) encontraron seis (*Aratinga holochlora*, *Ara militaris*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Forpus cyanopygius*, *Amazona albifrons* y *A. finschi*).

En un estudio altitudinal realizado en la zona serrana de Sinaloa y Durango, reporta cinco especies, *Aratinga canicularis*, *Ara militaris*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Forpus cyanopygius*, *Amazona finschi* (Medina-Macias 2002).

De los trabajos realizados a nivel nacional destaca la obra de Friedmann *et al.* (1950) quienes hacen una propuesta taxonómica y detallan de forma específica para cada uno de los *taxa* que menciona, sus intervalos geográficos refiriéndose a las altitudes, localidades y los estados en donde se han reportado, presentando un panorama muy completo de las especies tratadas. Se encuentran en esta obra, por ejemplo, registros antiguos de *Rhynchopsitta pachyrhyncha* para Veracruz, lo que ahora es parte de su distribución histórica (Cuadro 1),.

Howell y Webb (1995) presentan, en su guía de campo, de forma gráfica, por medio de mapas las áreas de distribución de las especies añadiendo información sobre el intervalo geográfico y el hábitat en el que se encuentran. Este trabajo es sin duda una obra importante de la ornitología a nivel nacional, aunque las áreas de distribución están realizadas a mano alzada que aunque dan un panorama general, no son del todo precisos.

Existen trabajos específicos realizados para la familia en diferentes escalas geográficas, que abarcan tanto México como el mundo. Algunos se enfocan a recopilaciones de la información relevante a todas las especies. Por ejemplo el de Ridgely (1981) en donde hace una revisión acerca de los psitácidos Neotropicales continentales mencionando los intervalos de distribución de manera muy general. Aunque en este trabajo se detalla para las especies continentales, hace consideraciones para las especies insulares mexicanas.

Tratándose de monografías de los Psittaciformes, Forshaw (1977) escribe la primera monografía realizada para el orden. En este trabajo además de sus consideraciones taxonómicas (Cuadro 1) y las notas generales sobre aspectos ecológicos, define de manera general las localidades e intervalos geográficos en los cuales se encuentran los taxa, añadiendo mapas de acuerdo a las especies que se manejan en el trabajo. Collar (1997) que como parte de la obra del Handbook of the Birds of the World (1994 - 2002) presenta una lista completa de las especies del mundo, incluyendo estatus de riesgo de acuerdo a distintas fuentes y mapas de distribución.

Finalmente, el trabajo de Juniper y Parr (1998) es realizado a escala mundial en donde las notas sobre la ecología y la distribución de las especies son sumamente notables. En las obras realizadas a nivel mundial (Forshaw 1977, Collar 1997, Juniper y Parr 1998) se elaboraron propuestas taxonómicas novedosas (Cuadro 1).

Sin embargo, mucha información reciente es publicada en las compilaciones enfocadas a la conservación de los psitácidos. Por ejemplo, Snyder *et al.* (2000) como parte del plan de conservación de psitácidos a nivel mundial llevado a cabo por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN por sus siglas en inglés), considera siete especies bajo categorías

de riesgo de acuerdo a la IUCN, como podrá verse más adelante, dando información sobre su distribución mediante mapas y mencionando las amenazas de cada especie.

Macías *et al.* (2000) hacen una revisión de la familia en México con la finalidad de proponer acciones de conservación. De todas las especies proporcionan sus mapas de distribución basándose en Howell y Webb (1995) y proporcionan información reciente acerca de áreas donde han sido extirpadas algunas especies.

Hábitat

El hábitat de una especie involucra factores que deben tomarse en cuenta, ya que puede ser considerado como un termino multifactorial o como una construcción humana para describir el lugar particular donde ocurren las especies (Block y Brennan 1993). Finalmente el hábitat se refiere a la "dirección" del organismo (Odum 1971), refiriéndose a todos los datos necesarios para poder encontrarlo. Estas definiciones no son únicas pues la utilización del término se ha aplicado de forma general en el campo de la ecología con múltiples variantes.

Existe confusión entre los conceptos de hábitat y nicho ecológico (Whitaker *et al.* 1971), pues ambos conceptos no son mutuamente excluyentes, debido a que tienen una gran relación. Tomando en cuenta que el nicho ecológico es considerado como todos los factores bióticos y abióticos que permitan a una especie usar parte del ambiente, considerando la manera en la cual explota un subconjunto de características ambientales, es posible definir el hábitat como una parte de los factores ambientales físicos que las especies necesitan para su supervivencia y reproducción (Block y Brennan 1993). Esto es posible modelarlo de forma multidimensional tal como fue desarrollado por Hutchinson (1957).

Las especies de la familia Psittacidae, se presentan en diversas condiciones ambientales (Juniper y Parr 1998), pues presentan una serie de características morfológicas y conductuales que son parte importante para definir el hábitat de cada una de ellas (Block y Brennan 1993). La pata zigodáctila sugiere la utilización de ambientes donde predominan los árboles (Collar 1997), pues su alimentación depende en gran parte de los frutos producidos por los árboles de los sitios donde

habitan (Forshaw 1977, Collar 1997, Juniper y Parr 1998). Además, las especies se encuentran asociadas a diferentes tipos de vegetación, aunque las tierras bajas, donde se encuentran los bosques tropicales, son áreas en donde existe una gran diversidad de especies de psitácidos, como ocurre con la mayoría de los grupos de vertebrados y plantas (Collar 1997).

En el caso de las especies mexicanas, los bosques tropicales son los lugares en donde se concentra la mayoría de las especies (Macías *et al.* 2000), y muchas tienen adaptaciones para explotar mejor su entorno. Algunas especies de *Aratinga* aprovechan los termitarios para hacer sus nidos, incluso en este caso, *A. canicularis* tiene una estrecha relación con la termita *Nasutitermes nigriceps*, pues presentan prácticamente la misma distribución (Collar 1997, Juniper y Parr 1998). Algunas otras especies como las del género *Rhynchopsitta* utilizan peñascos en donde anidan o tienen sus sitios de percha (Macías *et al.* 2000). Factores adicionales que deben considerarse son la presencia de agua y depósitos minerales pues, muchas veces la dieta con base en semillas hace necesario el que las especies consuman mayor cantidad de agua para favorecer los procesos digestivos (Collar 1997), por otro lado los minerales los obtienen de paredes de calcáreas, presumiblemente la obtención de estos minerales tiene dos funciones, una es para obtener oligoelementos que no son obtenidos mediante su dieta habitual, la otra es para contrarrestar los efectos producidos por algunas sustancias químicas, como los metabolitos secundarios, producidos por las plantas que les sirven de alimento (Juniper y Parr 1998).

Algunas especies como consecuencia del tráfico, se han establecido fuera de sus áreas de distribución naturales asentándose en ciudades como Los Angeles y Miami (Estados Unidos), Stuttgart (Alemania), Monterrey y México DF (México) en donde se han llegado a establecer poblaciones de especies como *Amazona viridigenalis*, *A. oratrix* y *A. finschi* (Juniper y Parr 1998, E. Iñigo-Eliás comp. pers., C. A. Ríos-Muñoz obs. pers.). Esta capacidad de algunas especies a aclimatarse a sitios totalmente diferentes a las condiciones naturales en donde se distribuyen originalmente depende en mucho de que exista la disponibilidad de comida, agua y sitios de anidación (Juniper y Parr 1998).

La falta de lugares disponibles para anidar restringe la distribución de las especies (Juniper y Parr 1998), por lo que la extensión de la frontera agrícola y el impacto del ser humano en los ecosistemas, ha causado una fragmentación importante en las distribuciones de algunas especies. El agua es un factor importante y hay especies que se han llegando a beneficiar gracias a la presencia de obras hidráulicas para la agricultura aunque estas se encuentren en zonas perturbadas (Juniper y Parr 1998).

Conservación

Actualmente son muchas las especies de psitácidos a nivel mundial en categorías de riesgo a nivel nacional e internacional (Cuadro 2).

De forma histórica, existe la evidencia de comercialización desde el año 1100 al 1716 por grupos étnicos mesoamericanos (Macías *et al.* 2000). Este interés se contagiò después de la conquista y alrededor del siglo XVI, en donde estas aves hicieron populares como mascotas (Iñigo-Elías y Ramos 1991, Gobbi *et al.* 1996). En el siglo XX México se convirtió en el exportador número uno de psitácidos pues entre 1970 y 1982 se exportaron a Estados Unidos 14 500 individuos anualmente (Iñigo-Elías y Ramos 1991).

En México la regulación del comercio de psitácidos comenzó en la década de 1980 por parte de la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), pero al no garantizar la sobrevivencia de las especies, el gobierno mexicano prohíbe su exportación en 1982 (Macías *et al.* 2000). En 1991 México se adhiere a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestres (CITES) (Macías *et al.* 2000), y en 1994 el gobierno federal emite la Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-059-94) la cual es una lista donde se determinan las especies y subespecies de flora y fauna consideradas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial (DOF 1994). Actualmente esta regulación se ha modificado al utilizar el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción (MER, Soberón y Tambutti 2001, Sánchez *et al.* 2001)) para que las especies sean evaluadas por grupos de especialistas, dando lugar a una versión revisada y corregida de la NOM-ECOL-059-2001 (Cuadro 2, DOF 2002).

Cuadro 2. Categorías de riesgo de las especies de psitácidos de México

Especie	NOM-ECOL 059-2001 (DOF 2002)	NOM-ECOL 059-1994 (DOF 1994)	BirdLife Internati onal (2000)	IUCN (Collar et al. 1994)	Ceballos y Márquez Valdelamar (2000)	CITES (UNEP- WCMC 2002)
* <i>Aratinga holochlora</i>	A	A	-	-	-	Apéndice II
* <i>Aratinga brewsteri</i>	P	-	-	-	-	-
* <i>Aratinga brevipes</i>	A	A	P	Vu	A	-
<i>Aratinga strenua</i>	A	-	-	-	-	Apéndice II
<i>Aratinga astec</i>	Pr	-	-	-	-	Apéndice II
<i>Aratinga canicularis</i>	Pr	-	-	-	-	Apéndice II
<i>Ara militaris</i>	P	P	Vu	Vu	P	Apéndice I
<i>Ara macao</i>	P	P	-	-	P	Apéndice I
* <i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>	P	P	P	P	P	Apéndice I
* <i>Rhynchopsitta terrisi</i>	A	P	Vu	Vu	A	Apéndice I
<i>Bolborhynchus lineola</i>	A	-	-	-	-	Apéndice II
* <i>Forpus cyanopygius</i>	Pr	-	-	-	-	Apéndice II
* <i>Forpus insularis</i>	A	-	-	-	-	-
<i>Brotogeris jugularis</i>	A	-	-	-	-	Apéndice II
<i>Pionopsitta haematotis</i>	A	R	-	-	-	Apéndice II
<i>Pionus senilis</i>	A	A	-	-	-	Apéndice II
<i>Amazona albifrons</i>	-	-	-	-	-	Apéndice II
<i>Amazona xanthalora</i>	Pr	A	-	-	F	Apéndice II
* <i>Amazona viridigenalis</i>	P	P	P	P	P	Apéndice I
* <i>Amazona finschi</i>	A	A	-	B	P	Apéndice II
<i>Amazona autumnalis</i>	-	-	-	-	-	Apéndice II
<i>Amazona farinosa</i>	A	A	-	-	F	Apéndice II
* <i>Amazona oratrix</i>	P	P	P	P	P	Apéndice II
* <i>Amazona tresmariae</i>	A	Pr	-	-	-	-
<i>Amazona auropalliata</i>	P	A	-	-	F	Apéndice II

(*) Indica las especies consideradas endémicas a México

Abreviaturas

(-) no considerada, (A) amenazada, (B) bajo riesgo, (F) frágil, (P) en peligro de extinción,

(Pr) sujeta a protección especial, (R) rara, (Vu) vulnerable

Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Modelos Predictivos

El desarrollo de la tecnología se ha aplicado al estudio de la distribución de las especies, comenzando con el desarrollo de las computadoras y de los sistemas de información geográfica (SIG). Este tipo de sistemas son clave fundamental para el entendimiento de patrones de distribución y una visualización gráfica de los datos que se están manejando (Navarro-Parraud y Legorreta-Paulin 1998).

Los programas basados en SIG funcionan con cartografía digitalizada que puede estar en formatos vector y raster (Shaw y Atkinson 1990). Los archivos vector se componen a partir de polígonos, líneas y puntos. En este tipo de formato es posible localizar puntos mediante un sistema cartesiano (archivos shape en

ArcView ESRI 1998). Con los raster no existe un sistema cartesiano, pues este formato esta basado en pixeles y cada uno tendrá un valor único en la posición que represente (Archivos grid en ArcView ESRI 1998). Una ventaja de estos SIG es que además de la visualización especial de los datos, es posible conjuntar características cartográficas para poder relacionarla de forma variada con los datos biológicos que se tengan obteniendo información que muchas veces pasa desapercibida (Shaw y Atkinson 1990, García-Trejo *et al.* 1999).

Los modelos de predicción de la distribución de especies son herramientas computacionales que permiten predecir la extensión y ubicación de áreas que potencialmente pueden ser utilizadas por las especies como parte del hábitat que utilizan (Block y Brennan 1993, Colchero-Aragonés 2001). Dentro de los modelos predictivos, se encuentran cuatro diferentes métodos, 1) análisis discriminatorios, 2) regresión logística, 3) redes neuronales y 4) algoritmos genéticos (Manel *et al.* 1999, Colchero-Aragonés 2001). De estos los algoritmos genéticos son herramientas creadas como sistemas de inteligencia artificial que son utilizadas para predecir un área de una especie a partir de una cantidad limitada de datos biológicos que son correlacionados con factores geográficos, por ejemplo el BIOCLIM (Nix 1986) que utiliza distribuciones potenciales a partir de capas climáticas o intervalos de temperaturas en los cuales las especies se han registrado. Otro es el Algoritmo Genético de Reglas de Predicción (GARP por sus siglas en inglés; Stockwell y Noble 1991), que basándose en el concepto de nicho fundamental de Hutchinson (1957), integra varios métodos identificando áreas que se encuentran dentro y/o fuera de las características requeridas por la especie (Stockwell y Noble 1991).

El funcionamiento del GARP está basado en los puntos de presencia conocida (ejemplares y datos observacionales) y los parámetros cartográficos que se deseen utilizar. De esta forma, la serie de algoritmos que conforman el programa consideran las áreas de probabilidad de presencia de la especie al comparar los puntos con los parámetros geográficos por medio de una serie de repeticiones hasta realizar una suma total de las posibilidades obteniendo un área predictiva, dando como resultado una predicción que identifica la extensión del nicho fundamental (Stockwell y Noble 1991). Este nicho fundamental puede ser ajustado a

características en las que intervienen las relaciones con el ambiente y los procesos históricos que han afectados a las especies, por medio de las provincias bióticas y las ecorregiones (Navarro *et al.* en prensa), para obtener modelos más cercanos a lo que la naturaleza de cada especie puede representar.

Este modelo predictivo ha sido utilizado para analizar la distribución de algunas especies en peligro de extinción (Godown y Peterson 2000, Colchero-Aragonés 2001). Otra aplicación ha sido para predecir la composición de comunidades de aves (Feria y Peterson 2002), además de cuestiones más enfocadas a la evolución de las especies como el cambio que ocurre en el nicho ecológico a través del tiempo (Peterson *et al.* 1999), o predicciones que modelan el cambio climático de las especies (Peterson *et al.* 2001, Peterson *et al.* 2002^b), lo que muestra la versatilidad de campos en los que puede ser utilizado y las aplicaciones que se le puede dar.

Algunos trabajos que se han publicado, se han enfocado en la creación de modelos espaciales que permitan la visualización del área ocupada por una especie (Peterson 2001, Peterson *et al.* 2002^a), pero son pocos los trabajos que dan una aplicación real de manejo y perspectivas de conservación. Este tipo de trabajos son pieza importante, ya que sirven como una base sólida para generar nuevas perspectivas en el campo de la conservación de los recursos naturales.

OBJETIVO GENERAL

Analizar la distribución geográfica y ecológica de las especies de la familia Psittacidae en México, a través del análisis de disponibilidad de hábitat mediante la utilización del modelo predictivo GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Prediction).

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Actualizar y recopilar la información sobre la distribución de la familia Psittacidae en México.
2. Generar mapas de distribución potencial para cada una de las especies en México mediante la utilización del GARP.
3. Obtener los patrones generales de distribución de la riqueza de especies y el endemismo.
4. Determinar la disponibilidad de hábitat potencial, haciendo énfasis en la altitud y el tipo de vegetación.
5. Calcular la reducción de hábitat disponible para las especies mexicanas de acuerdo al mapa de uso de suelo de INEGI, modificado por CONABIO.
6. Proponer medidas que permitan ayudar a la conservación del grupo.

MÉTODOS

La autoridad taxonómica es la propuesta por Navarro y Peterson (en rev.) modificada de AOU (1998) con base en el concepto filogenético de especie. Los datos utilizados se tomaron del "Atlas de las Aves de México" (Navarro *et al.* 2002) que conjunta toda la información proveniente de distintas colecciones de México y el extranjero (Anexo 1), así como de la literatura que se encuentra en distintas publicaciones alrededor del mundo (Rodríguez-Yáñez *et al.* 1994, Navarro *et al.* 2002). Con la información obtenida se elaboró una base de datos relacional en Access 2000 (Microsoft 2000) con registros georreferenciados a partir de distintos gaceteros publicados (ej. Paynter 1955) y de mapas escala 1: 250,000 (INEGI 1982).

El manejo de la información cartográfica, así como de los modelos que se obtuvieron se hizo en ArcView 3.1 (ESRI 1998). La cartografía empleada fue obtenida de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, <http://www.conabio.gob.mx>) y del U. S. Geological Survey (USGS, <http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/hydro>) en colaboración con el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, <http://www.inegi.gob.mx>, Cuadro 3).

Para poder utilizar esta cartografía en el GARP (Cuadro 3), fue necesario estandarizarla primero en archivos grid mediante ArcView 3.1 (ESRI 1998), pues fue necesario que toda la cartografía tuviera el mismo tamaño de píxel (0.01) y el mismo número de filas (2232) y columnas (3340). Posteriormente estos archivos se exportaron en formato ASCII. Para poder utilizar las coberturas cartográficas generadas es necesario elaborar un archivo de tipo DXL mediante el manejador de datos de DesktopGARP, pues este archivo contiene la información referida a las coberturas cartográficas y es indispensable para realizar los modelos de distribución potencial.

Cuadro 3. Referencias de la cartografía utilizada

Cobertura	Escala	Referencia
*Vegetación potencial	1: 4 000 000	Rzedowski (1990)
*Provincias biogeográficas	1: 4 000 000	CONABIO (1997)
*Provincias fisioográficas	1: 4 000 000	Cervantes-Zamora <i>et al.</i> (1990)
*Provincias bióticas	1: 4 000 000	Ferrusquía-Villafraña (1990)
*Ecorregiones de México	1: 1 000 000	CONABIO (1999 ^a)
*Temperatura media anual	1: 4 000 000	Vidal-Zepeda (1990 ^a)
*Precipitación media anual	1: 4 000 000	Vidal-Zepeda (1990 ^b)
*Hipsometría	1: 4 000 000	Lugo-Hupb <i>et al.</i> (1990)
Uso de suelo y vegetación (modificado por CONABIO)	1: 250 000	CONABIO (1999 ^b)
División política estatal	1: 250 000	CONABIO (1998)
Índice de cartas INEGI	1: 50 000	CONABIO (1999 ^c)
*Slope (degrees) (Inclinación, h_slope)	A partir de imágenes de satélite	LP DAAC (1997)
*Elevation data (Elevación, h_dem)	A partir de imágenes de satélite	LP DAAC (1997)
*Aspect (Tasa máxima de elevación entre los puntos, h_aspect)	A partir de imágenes de satélite	LP DAAC (1997)

(*) Coberturas utilizadas en DesktopGARP

Las coberturas sin (*) fueron utilizadas en análisis posteriores

Las referencias completas se encuentran en la bibliografía

Todas las coberturas se manejaron en proyección de Mercator y se utilizó el sistema de coordenadas latitud longitud.

Los modelos de distribución potencial se elaboraron utilizando el programa DesktopGARP (<http://beta.lifemapper.org/desktopgarp>) que es la versión para computadoras personales del algoritmo GARP (Stockwell 1995). Para un óptimo funcionamiento del programa es necesario que los datos que se introduzcan correspondan únicamente a localidades únicas, es decir, que no exista más de una localidad con los mismos datos de longitud y latitud. La forma de ingresar los datos debe hacerse mediante un archivo de Excel (Microsoft 2001) en donde se encuentre el nombre de la especie, la longitud y latitud únicamente. Ya que los datos fueron cargados se hizo lo mismo con el archivo DXL de referencia para la cartografía utilizada.

Dentro de los resultados que se obtienen del programa está una tabla en la que se muestran ciertos valores calculados a partir de los datos introducidos. En este caso se tomaron en cuenta los valores de subpredicción aparente y real (omission int. y omission ext.) y los de sobrepredicción (comission) que fueron comparados para hacer una evaluación del modelo que se produjo (Peterson 2001, Peterson *et al.* 2002^a). Para calcular estos valores el programa utiliza el número total de puntos, de estos la mitad es considerada para realizar el modelo y la otra mitad es dividida en dos para realizar dos modelos simultáneos que son comparados entre si y que dan como resultado los valores de subpredicción aparente y real (Y. J. Nakazawa com. pers.).

Para las especies con menos de 10 localidades únicas, se realizaron 10 modelos utilizando la totalidad de los puntos, pues por la falta de datos no fue posible obtener valores de subpredicción real. Para las especies con más de 10 puntos se realizaron 100 modelos por especie y de estos se seleccionaron los 10 mejores mapas considerando los valores de sobrepredicción y subpredicción real más bajos (los valores con menor subpredicción son cero, mientras que los valores de menor sobrepredicción corresponden a 100 por convención del programa (Figura 2).

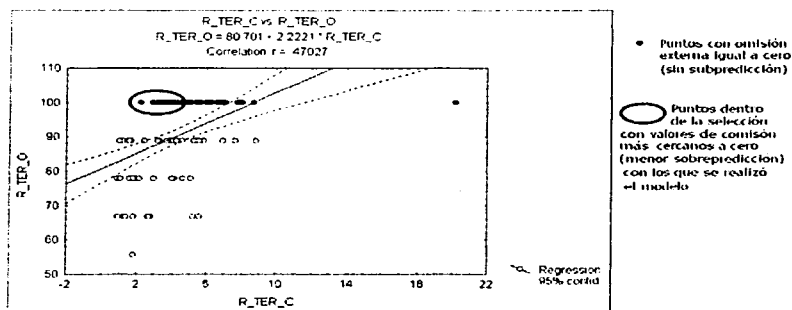


Figura 2. Selección de los puntos para realizar los modelos (ej. para *Rhynchopsitta terrisi*). Valores con menor subpredicción = 0, valores de menor sobrepredicción = 100 por convención del programa.

Se calculó el promedio de los 10 modelos para cada especie (Figura 3) obteniendo un mapa, que como área final tiene sólo las áreas en las que coinciden los 10 mapas, en este se encuentran representadas las condiciones ambientales propicias para la especie (nicho fundamental modelado).

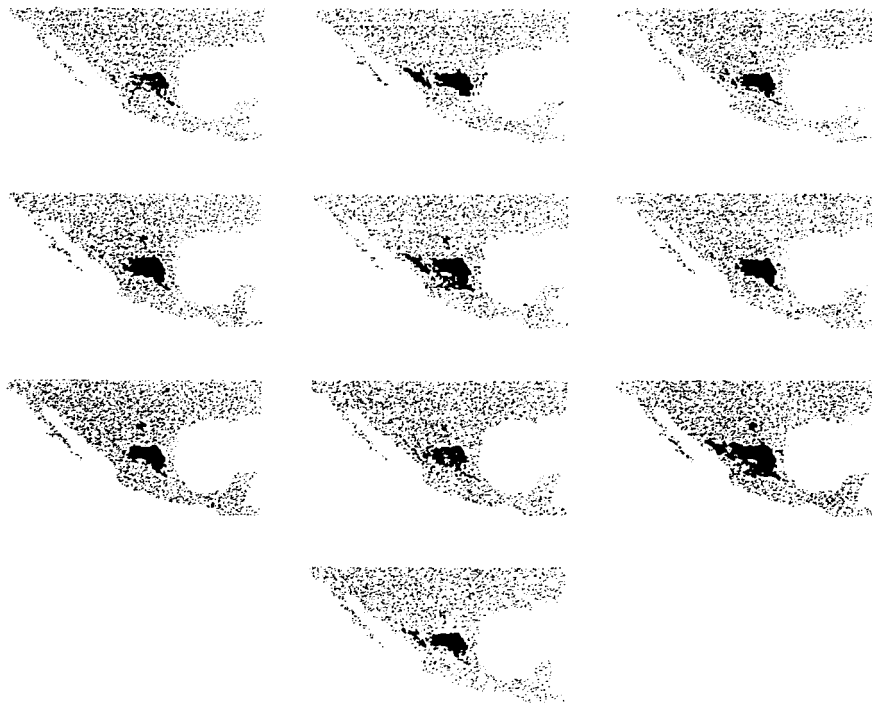


Figura 3. Modelos seleccionados para producir el mapa de distribución potencial de *Rhynchopsitta terrisi* en México. Los 10 mapas son resultado de la utilización del GARP bajo los mismos parámetros (Cuadro 3).

Tomando en cuenta la existencia de factores históricos y ecológicos que limitan las áreas de distribución, se realizaron recortes utilizando las provincias biogeográficas que corresponden a zonas donde existen relaciones más o menos homogéneas reconocibles, es decir, son zonas que comparten características de coberturas vegetales, tipos de suelo, geología, topografía y conjuntos de especies que han mantenido relaciones históricas a lo largo del tiempo en un área (Álvarez y Lachica 1974, Navarro *et al.* en prensa). Por otro lado, las ecorregiones incluyen características del hábitat donde se encuentran las especies, es decir, son características intrínsecas a las especies que permiten conocer características relacionadas con las regiones que habitan (Navarro *et al.* en prensa).

Los recortes hechos se hicieron por separado, y se juntaron posteriormente (Figura 4). Para seleccionar las ecorregiones de México propuestas por CONABIO (Cuadro 3) y provincias biogeográficas (Cuadro 3) se consideraron los datos puntuales de cada especie que estuvieran incluidos en una o más áreas, éstas se seleccionaron y fue con base en estas áreas seleccionadas que se hicieron los recortes. Una vez juntos ambos recortes en un solo mapa (Figura 4) se obtuvo la representación del nicho ecológico fundamental de la especie (Hutchinson 1957) por lo que también pueden tratarse como áreas que representan la disponibilidad de hábitat potencial.

Para la obtención de los patrones de endemismo, se consideraron las 11 formas endémicas para el país (Cuadro 1). Cada mapa se intersectó con cada una de las 10 especies restantes obteniéndose áreas con ocurrencia de dos especies, estas a su vez se compararon con las 9 restantes y así sucesivamente hasta llegar al solapamiento de cuatro especies, ya que es el número máximo de solapamientos al que se llegó.

Para obtener los patrones de riqueza de especies, debido al gran número de combinaciones, se utilizó la cobertura correspondiente al índice de cartas de INEGI 1: 50 000 (CONABIO 1999^c). La decisión de utilizar esta cobertura representó la división más pequeña del país y cada cuadro corresponde a un área de 150 km², mientras que utilizando la división de un grado correspondería a cuadros de 2000 km².

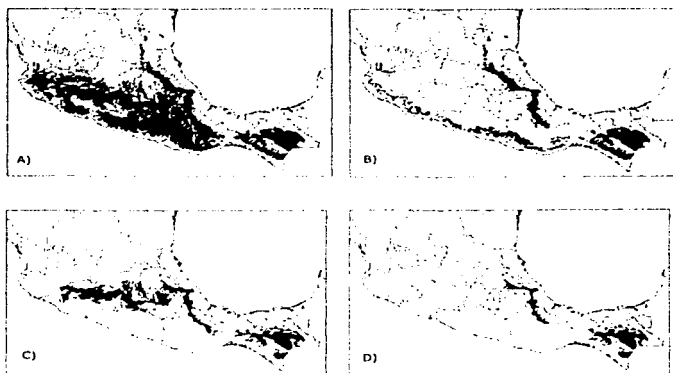


Figura 4. Proceso de ajuste del área de distribución utilizando provincias biogeográficas y ecorregiones de México para *Bolborhynchus lineola*. A) Mapa promedio que representa la predicción total producida por el GARP. B) Áreas resultantes utilizando las provincias biogeográficas (CONABIO 1997) para ajustar la distribución. C) Áreas resultantes utilizando las ecorregiones de México (CONABIO 1999^a). D) área de distribución final ajustada con ambos parámetros.

Para utilizar esta cartografía se seleccionaron los cuadros de la cobertura de INEGI que se intersectaron con el área de distribución potencial de la especie. Haciendo referencia a la tabla de la cobertura de INEGI los registros seleccionados se les asignó el valor de "uno", después se hizo lo mismo con cada una de las especies y los registros nuevos se les asignó el número uno y los que ya tuvieran un número anterior se les agregó el número siguiente (ej. si el número anterior había sido tres se remplazaba por cuatro y así sucesivamente) hasta terminar con todas las especies, obteniéndose un mapa con la riqueza de especies representadas en los cuadros por la cobertura de INEGI.

Para evaluar las características potenciales de presencia de la especie de acuerdo a dos variables, altitud y tipos de vegetación, se realizaron gráficas con los porcentajes del área ocupada utilizando los parámetros de la cartografía correspondiente a hipsometría (Lugo-Hupb *et al.* 1990) y tipos de vegetación de acuerdo con Rzedowski (1983, Cuadro 4). Se seleccionaron las áreas

correspondientes a la distribución potencial recortándose con la cartografía mencionada y obteniendo así la distribución de las especies dividida por tipos de vegetación e intervalos altitudinales. Tomando en cuenta la distribución final como el 100%, se calculó el área ocupada de cada intervalo, y fue graficada como porcentajes de ocupación del área total.

Cuadro 4. Características de tipos de vegetación de acuerdo a Rzedowski (1983)

Tipo de vegetación	Abreviatura	Altitud (msnm)	Temperatura (°C)	Precipitación media anual (mm)
Bosque de coníferas y encinos.	CE	1,500 - 3,000 (puede llegar hasta los 4,100)	6° - 28° (sin heladas, masas de pinos 10° - 20°)	600 - 1,000 (lluvia concentrada de 6 a 7 meses)
Bosque espinoso	PE	0 - 2,200	17° - 29°	350 - 1,200 (de 5 a 9 meses secos)
Bosque mesófilo de montaña	MM	Arriba de los 2,000	12° - 23° (heladas en meses secos)	1,000 - 3,000
Bosque tropical caducifolio	TC	0 - 1,800	0° - 29°	300 - 1,800 (de 5 a 8 meses secos, aridez entre diciembre y mayo)
Bosque tropical perennifolio	TP	0 - 1,000 (puede llegar hasta los 1,500)	0° - 20°	1,500 - 3,000 (puede llegar a 4,000, menos de 3 meses secos al año)
Bosque tropical subcaducifolio	TS	0 - 1,600	0° - 28°	1,000 - 1,600 (de 5 a 7 meses secos)
Matorral xerófilo	MX	0 - 3,000	12° - 26°	Menos de 700 (de 7 a 12 meses secos, pueden ser hasta 18, humedad baja)
Pastizal	P	1,100 - 2,500 (puede estar desde los 450)	12° - 20°	300 - 600 (de 6 a 9 meses secos, humedad baja)
Vegetación acuática y subacuática	VAS	Vegetación marina litoral, vegetación flotante, popal, tular, carrizal y manglar.		

Para medir el cambio potencial del área de distribución con respecto al uso de suelo por el ser humano en las áreas modeladas, se calculó la disponibilidad de hábitat por medio de una eliminación de las áreas que han sido alteradas por

actividades humanas, cuyas características ambientales han sido degradadas o bien no cuentan con una cobertura de vegetación aparente. Esto fue realizado con base en el mapa de uso de suelo y vegetación potencial de INEGI modificado por CONABIO (1999b, Cuadro 3), del cual se hizo una selección correspondiente a las áreas sin vegetación aparente, ciudades importantes y zonas de uso agrícola pecuario y forestal, que fueron eliminadas del mapa creándose así una nueva cobertura sin estas zonas, esta cobertura se utilizó con los mapas de distribución potencial que mostraban el nicho ecológico fundamental, utilizando esto se obtuvieron las distribuciones potenciales sin las áreas eliminadas.

Una vez obtenidos estos mapas se comparó el porcentaje de área ocupada y las áreas eliminadas con la ayuda de ArcView 3.1 (ESRI 1998), esta comparación se presenta en gráficas en formas circulares que indican el porcentaje de área predicha, mediante el GARP, que posiblemente ya no es utilizada por estar transformada de su condición original.

RESULTADOS

La base de datos quedó conformada con 3418 registros georreferenciados de las 25 especies de psitácidos para México de distintas colecciones (Anexo 1) y de la literatura (Rodríguez-Yáñez *et al.* 1994). Estas especies se encuentran distribuidas en 1260 localidades únicas en 23 estados del país (Campeche, Coahuila, Colima, Chihuahua, Chiapas, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Sinaloa, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas). Los grupos de especies obtenidos de acuerdo al número de datos que contenía cada una, y que fueron utilizados para el modelaje, se encuentran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Grupos creados para la elaboración de los modelos predictivos

Grupo 1	Grupo 2	
<i>Amazona tresmariae</i> (5)	<i>Amazona albifrons</i> (160)	<i>Amazona auropalliata</i> (15)
	<i>Amazona autumnalis</i> (61)	<i>Amazona farinosa</i> (16)
<i>Aratinga brevipes</i> (2)	<i>Amazona finschi</i> (80)	<i>Amazona oratrix</i> (79)
	<i>Amazona viridigenalis</i> (76)	<i>Amazona xantholora</i> (20)
<i>Aratinga brewsteri</i> (4)	<i>Ara macao</i> (13)	<i>Ara militaris</i> (59)
	<i>Aratinga astec</i> (95)	<i>Aratinga canicularis</i> (201)
<i>Aratinga strenua</i> (6)	<i>Aratinga holochlora</i> (84)	<i>Bolborhynchus lineola</i> (11)
	<i>Brotogeris jugularis</i> (34)	<i>Forpus cyanopygius</i> (80)
<i>Forpus insularis</i> (5)	<i>Pionopsitta haematotis</i> (26)	<i>Pionus senilis</i> (55)
	<i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i> (54)	<i>Rhynchopsitta terrisi</i> (19)

- El número entre paréntesis indica el número de localidades con las cuales contó para realizar el modelo.
- El Grupo 1 incluye todas las especies con menos de 10 localidades (10 modelos por especie)
- El Grupo 2 incluye a todas las especies con más de 10 localidades (100 modelos por especie)

Se realizaron en total 2050 modelos GARP (2000 del Grupo 1 y 50 del Grupo 2, Cuadro 5), de los cuales se escogieron 250 (200 en total para las especies del grupo 1 y los 50 realizados para el grupo 2) mediante la selección de puntos como se ilustra y explica en la figura 3.

De esta forma se obtuvieron los mapas de distribución finales donde se detallan los patrones específicos para cada una de las especies de psitácidos de México. Estos se presentan, a excepción de las especies insulares, junto con los mapas de reducción del área de distribución potencial y van acompañados de una gráfica con el porcentaje de reducción del hábitat tomando el 100% como la distribución final obtenida mediante GARP (Figuras 5 a 29). Además se encuentran las gráficas de frecuencia correspondientes a la altitud promedio (Lugo-Hupb *et al.* 1990) y la vegetación potencial (Rzedowski 1990).

***Aratinga holochlora* (Sclater)**

ENDÉMICA

Perico Mexicano

Conurus holochlorus Sclater. 1859. Ann. Mag. Nat. Hist. (3)4: 224. Jalapa, Vera Cruz. Mexico.

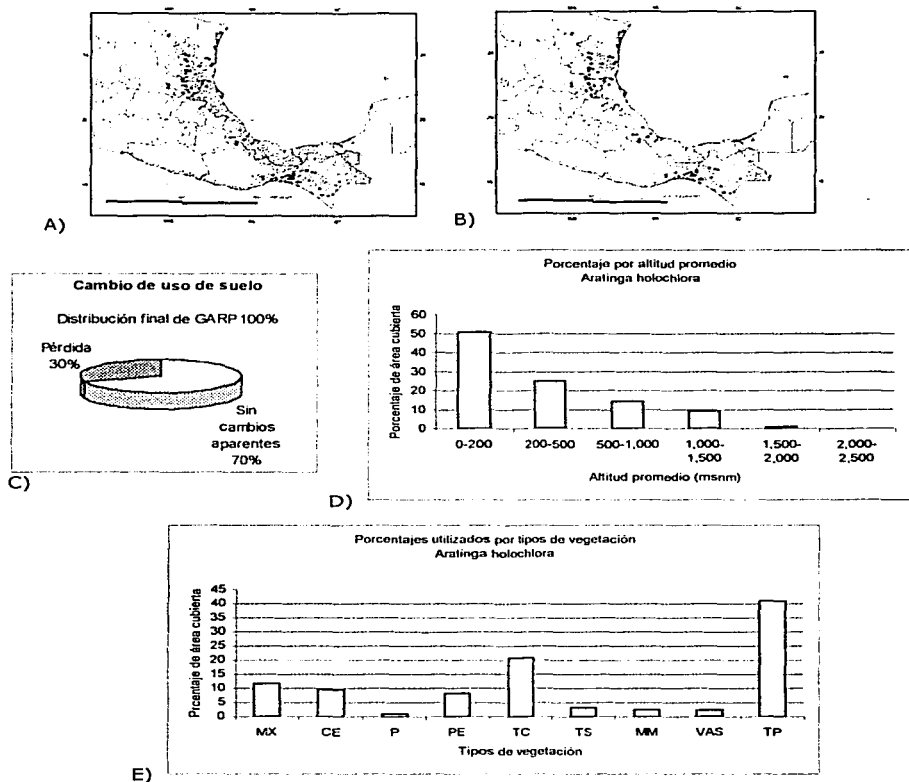


Figura 5. *Aratinga holochlora*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

***Aratinga brewsteri* Nelson**

ENDÉMICA

Perico verde del noreste

Aratinga holochlora brewsteri Nelson. 1928. Proc. Biol. Soc. Wash. 41: 154. Hacienda de San Rafael, Chihuahua, Mexico.

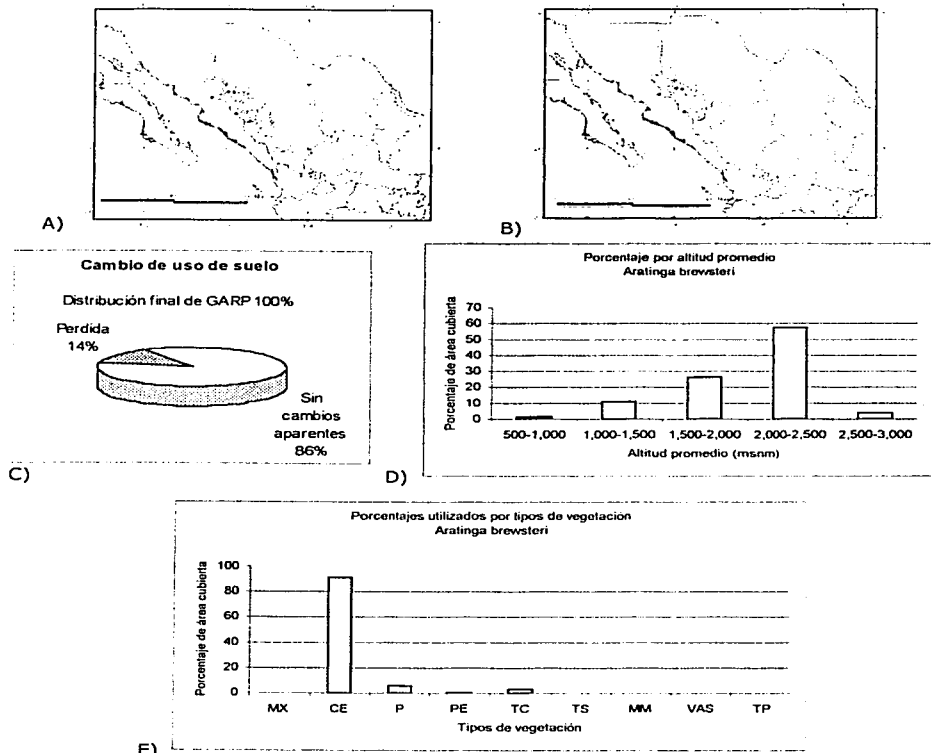


Figura 6. *Aratinga brewsteri*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

***Aratinga brevipes* (Lawrence)**

ENDÉMICA

Perico de Socorro

Conurus holochlorus var. *brevipes* "Baird MS". Lawrence. 1871. Ann. Lyc. Nat. Hist. N. Y. 10: 14. Socorro Island.

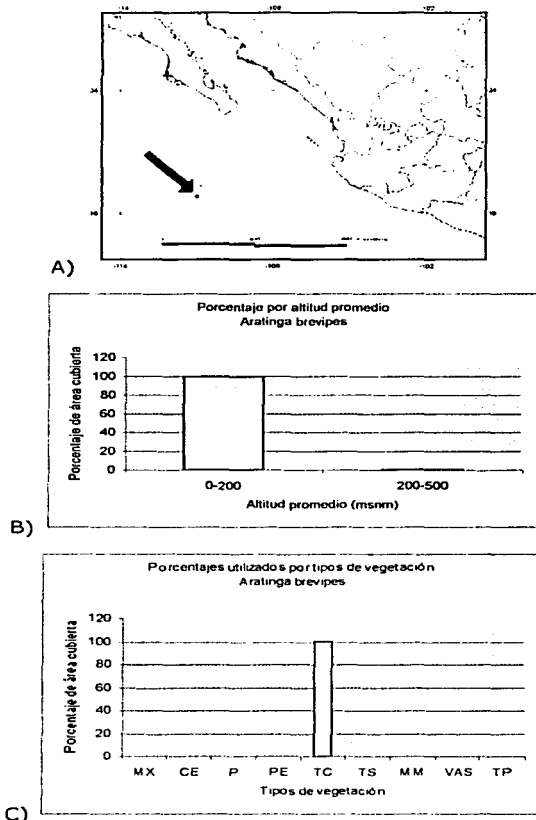


Figura 7. *Aratinga brevipes*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. La flecha indica los puntos los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. B) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. C) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

Aratinga strenua (Ridgway)

Perico centroamericano

Conurus holochlorus strenuus Ridgway. 1915. Proc. Biol. Soc. Wash. 28: 106. Onotepec, Nicaragua.

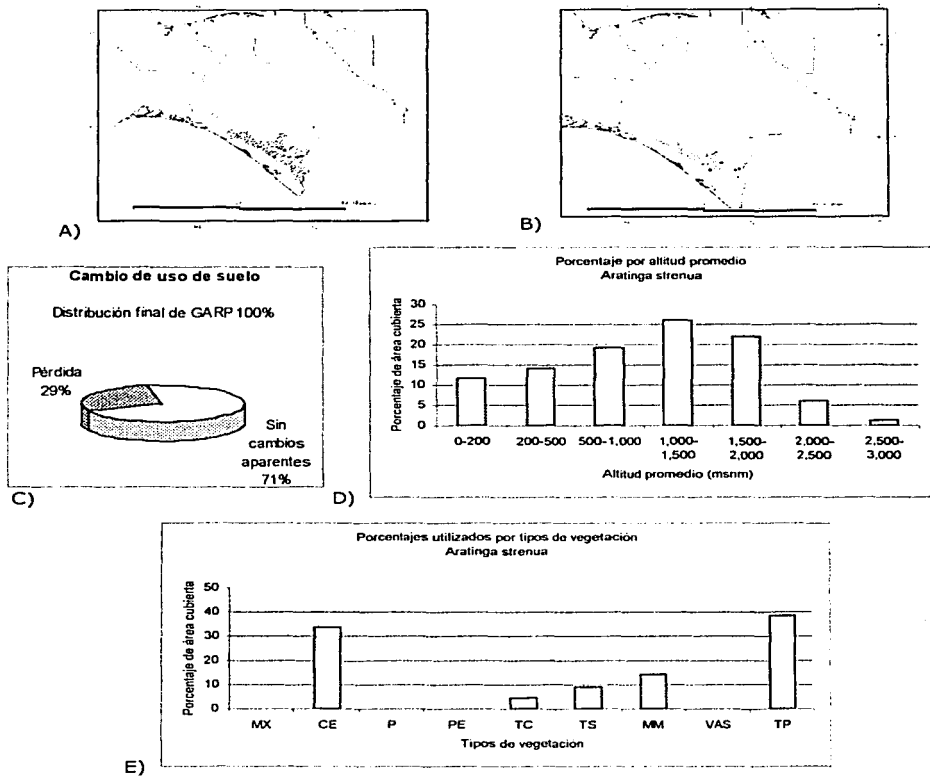


Figura 8. *Aratinga strenua*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

Aratinga astec (Souancé)

Perico pechisucio

Conurus astec Souancé. 1857. Rev. et Mag. Zool. (2) 9: 97. Mexico.

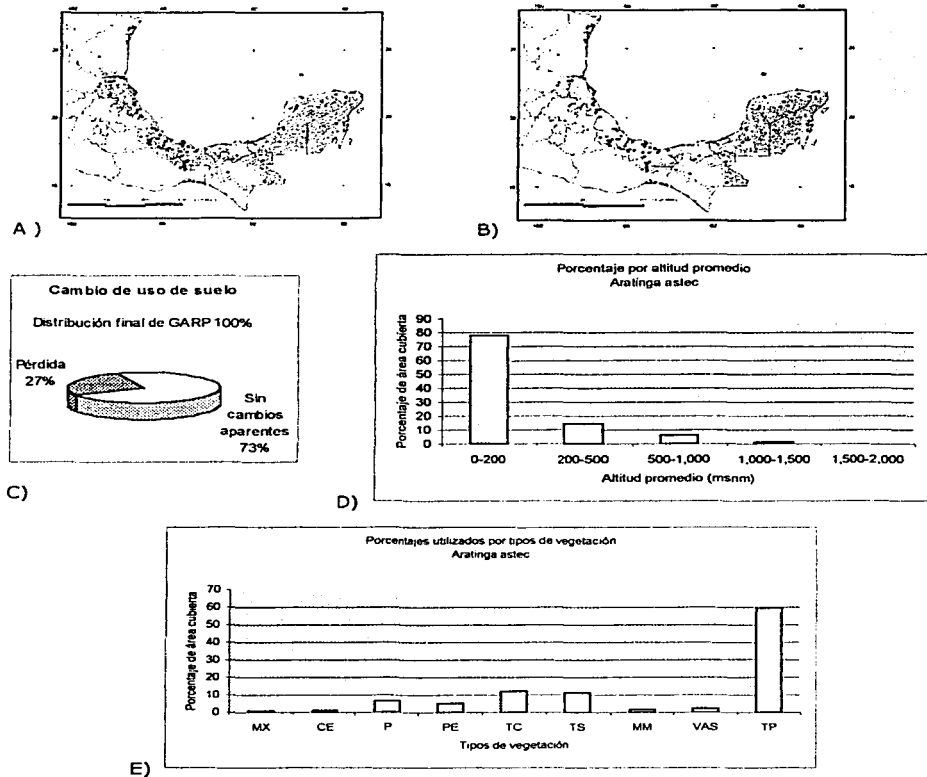


Figura 9. *Aratinga astec*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

***Aratinga canicularis* (Linnaeus)**

Perico frente naranja

Psittacus canicularis Linnaeus, 1758. Syst. Nat. (ed. 10) 1: 98. Basada principalmente en "The Red and Blue-headed Parakeet" Edwards. Nat. Hist. Birds 4: 176. pl. 176. In America = northwestern Costa Rica.

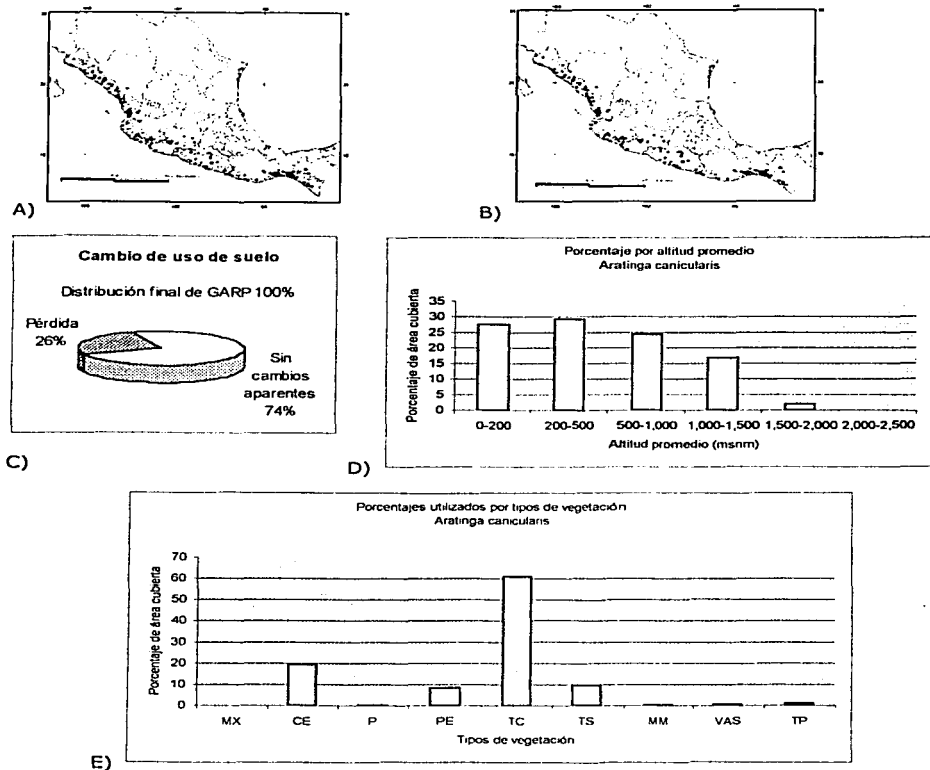


Figura 10. *Aratinga canicularis*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

***Ara militaris* (Linnaeus)**

Guacamaya verde

Psittacus militaris Linnaeus. 1766. Syst. Nat. (12)1: 139. Colombia.

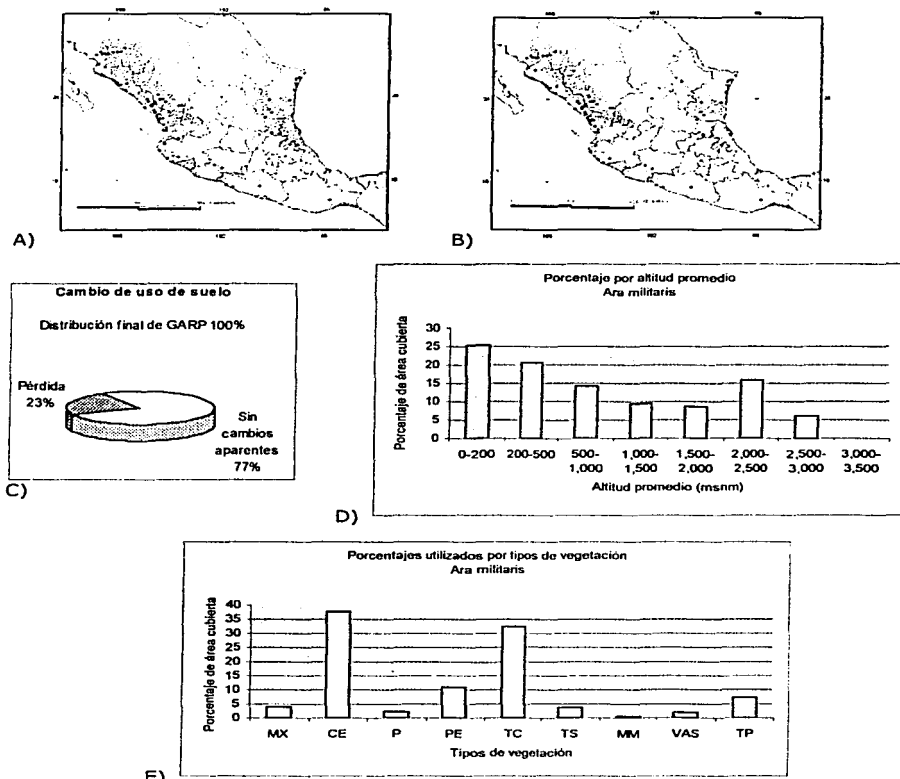


Figura 11. *Ara militaris*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

***Ara macao* (Linnaeus)**

Guacamaya roja

Psittacus Macao Linnaeus.1758. Syst. Nat. (10) 1: 96. Basada principalmente en "The Red and Blue-headed Parakeet" Edwards. Nat. Hist. Birds 4: 158. pl. 158. In America meridionali = Pernambuco, eastern Brazil.

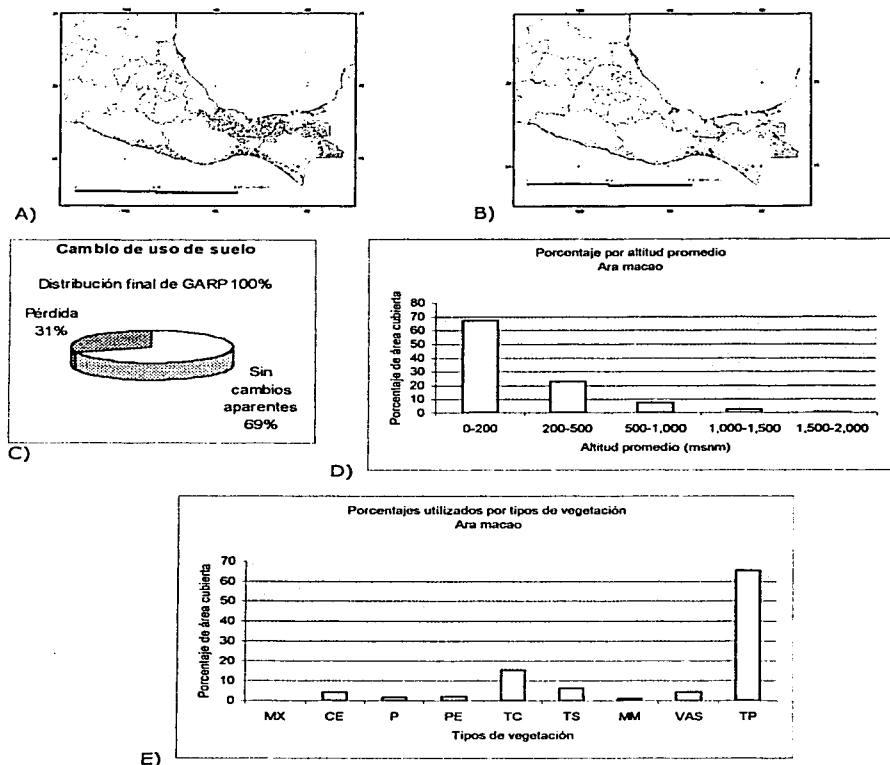


Figura 12. *Ara macao*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

Rhynchopsitta pachyrhyncha (Swainson)

ENDÉMICA

Cotorra serrana occidental

Macrocercus pachyrhynchus Swainson. 1827. Philos. Mag. 1: 439. Table land, Mexico.

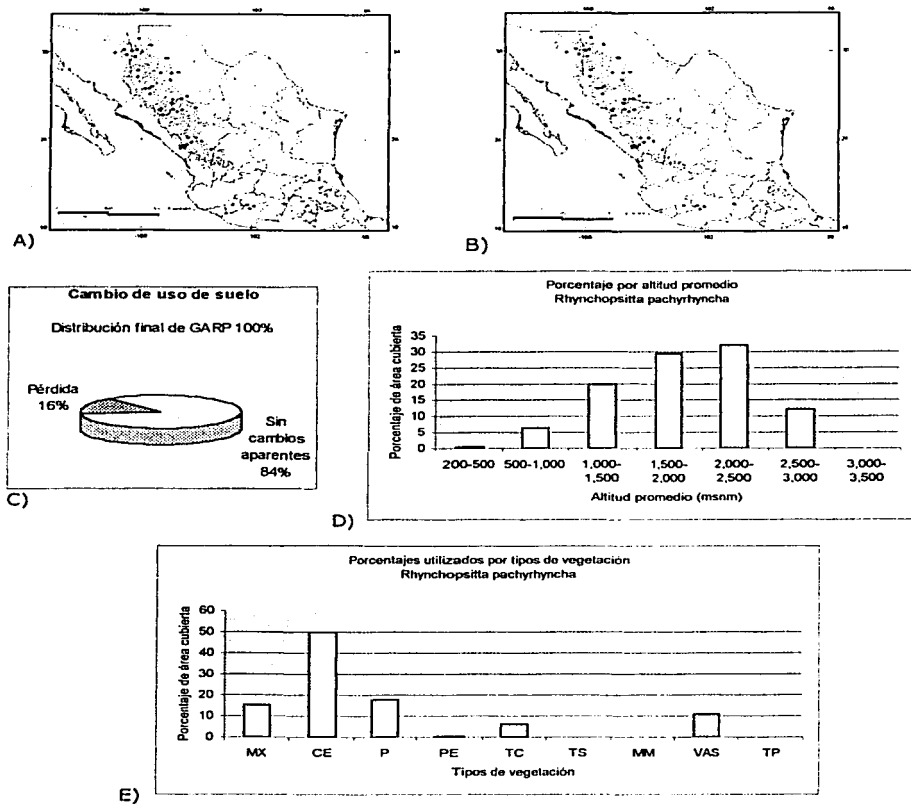


Figura 13. *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

Rhynchopsitta terrisi Moore

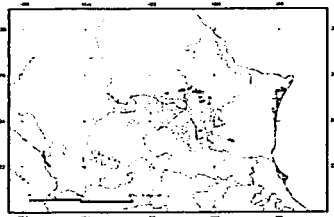
ENDÉMICA

Cotorra serrana oriental

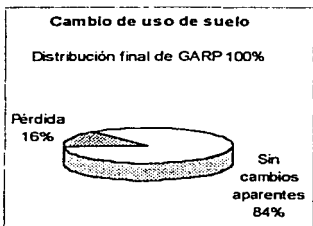
Rhynchopsitta terrisi Moore. 1947. Proc. Biol. Soc. Wash. 60: 27 Sierra Potosi, cerca de 7500 pies, Nuevo León, México.



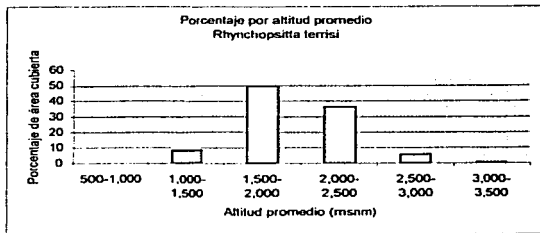
A)



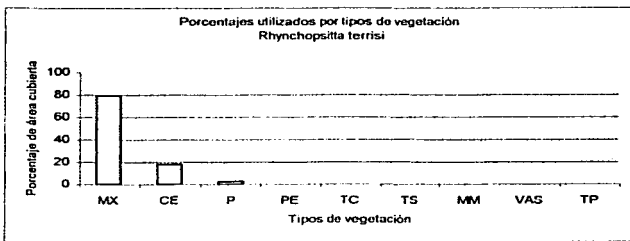
B)



C)



D)



E)

Figura 14. *Rhynchopsitta terrisi*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

***Bolborhynchus lineola* (Cassin)**

Perico barrado

Psittacula lineola Bassin. 1853. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 6:372. Vicinity of the National bridge, Mexico = Puerto Nacional, Veracruz.

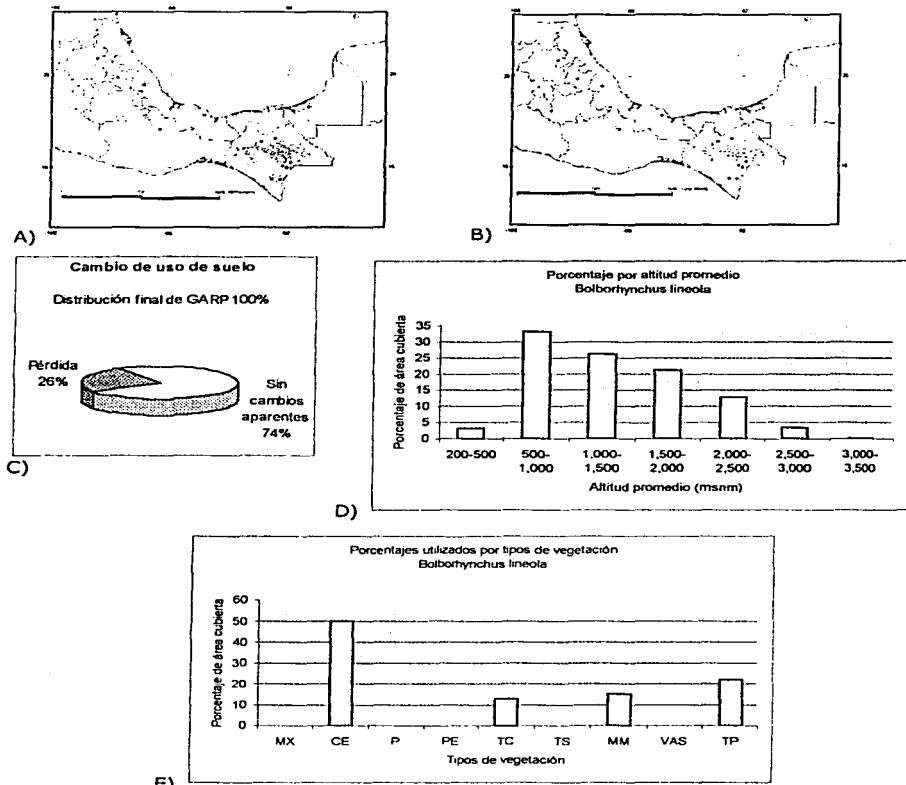


Figura 15. *Bolborhynchus lineola*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

***Forpus cyanopygius* (Souancé)**

ENDÉMICA

Perico catarina

Psittacula cyanopygia de Souancé. 1856. Rev. Mag. Zool. (2) 8: 157. Northwestern Mexico.

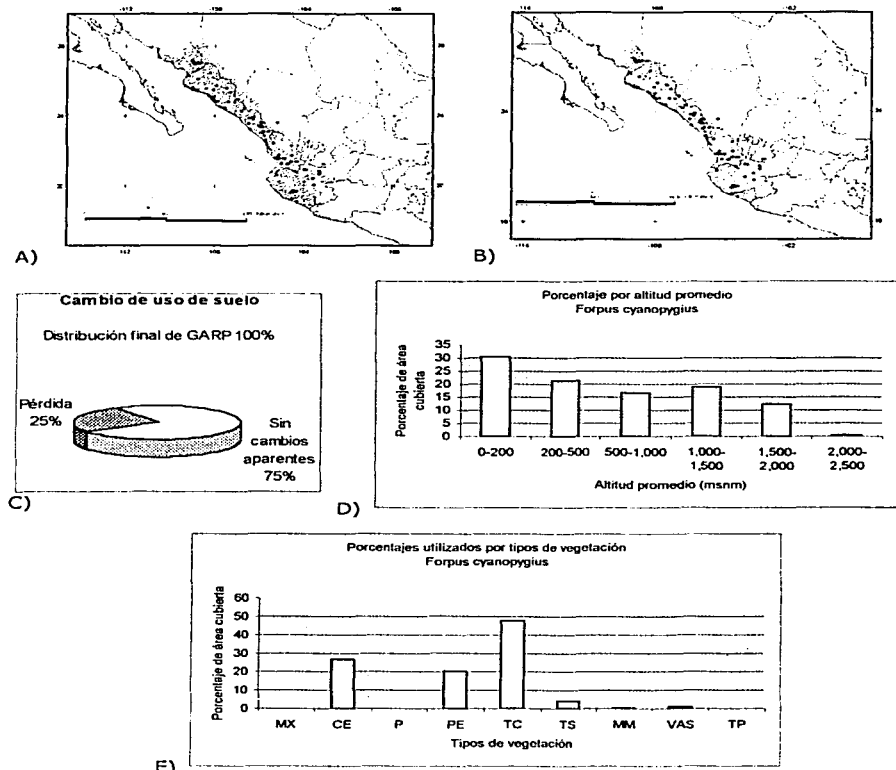


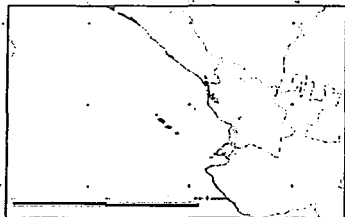
Figura 16. *Forpus cyanopygius*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

***Forpus insularis* (Ridgway)**

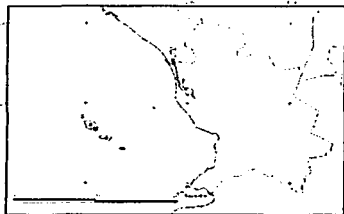
ENDÉMICA

Perico catarina de Islas Marias

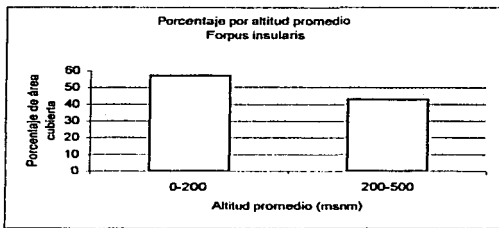
Psittacula insularis Ridgway. 1888. Proc. U. S. Nat. Mus. 10: 541. Tres Marias Islands.



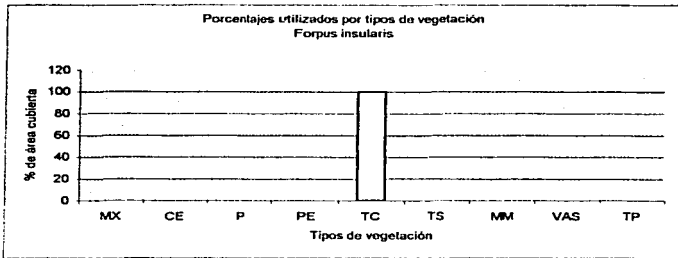
A)



B)



C)



D)

Figura 17. *Forpus insularis*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. D) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

Brotogeris jugularis (Müller)

Perico ala amarilla

Psittacus jugularis P. S. L. Müller. 1776. Natursyst. Suppl. p.80. Basada en « Petit Perruche à gorge jaune d'Amérique » Daubenton, Planches Enlum. pl. 190 fig. 1. In America = Bonda, Santa Marta, Colombia.

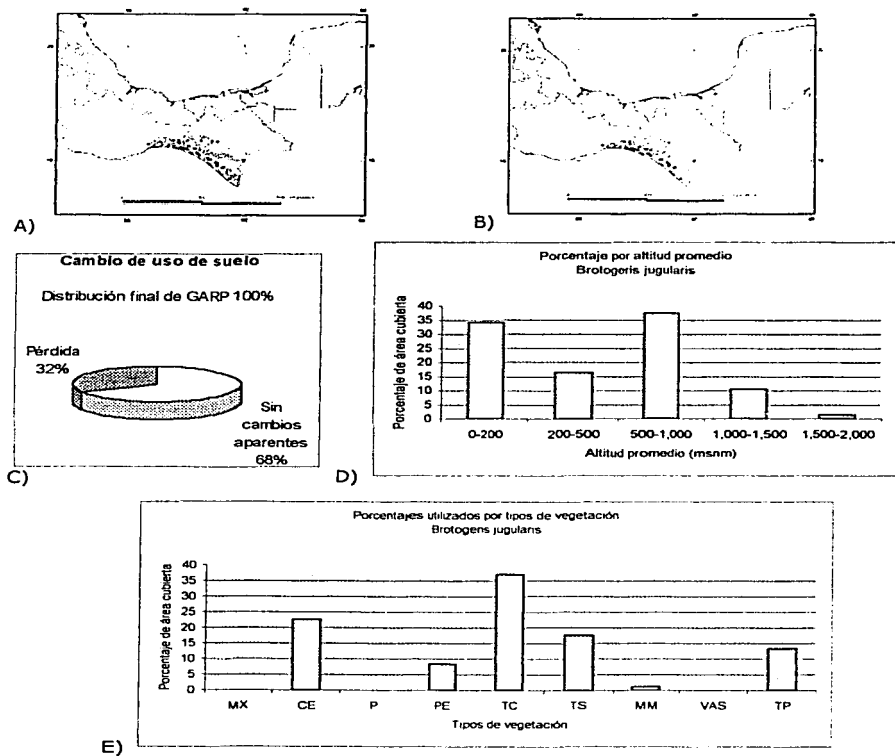


Figura 18. *Brotogeris jugularis*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

Pionopsitta haematotis (Sclater y Salvin)

Loro cabeza obscura

Pionus haematotis Sclater and Salvin. 1860. Proc. Zool. Soc. London p. 300 (In prov. Verae Pacis regiona calida = Vera Paz, Guatemala).

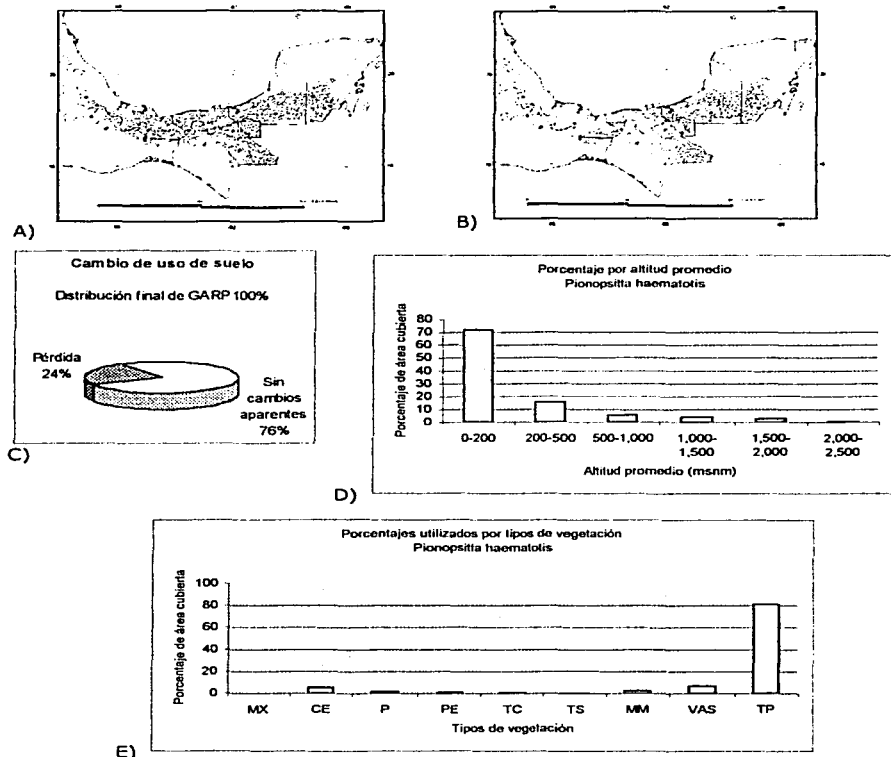


Figura 19. *Pionopsitta haematotis*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

***Pionus senilis* (Spix)**

Loro corona blanca

Pittacus senilis Spix. 1824. Avlum Spec. Nov. Bras. 1: 42. pl. 1, fig.1. Veracruz, Mexico

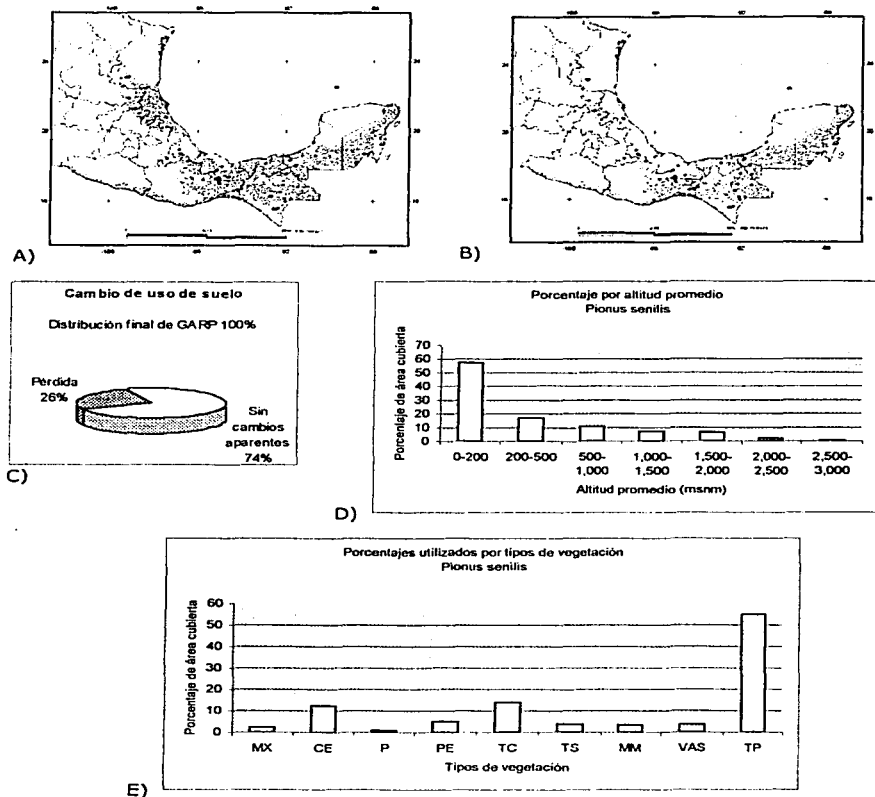


Figura 20. *Pionus senilis*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

***Amazona albifrons* (Sparrman)**

Loro frentiblanco

Psittacus albifrons Sparrman. 1788. Mus. Carlson., Fasc. 3 pl.52. Based on the "White-crowned Parrot" Latham. Gen. Synop. Birds (1): 281. Southwestern Mexico.

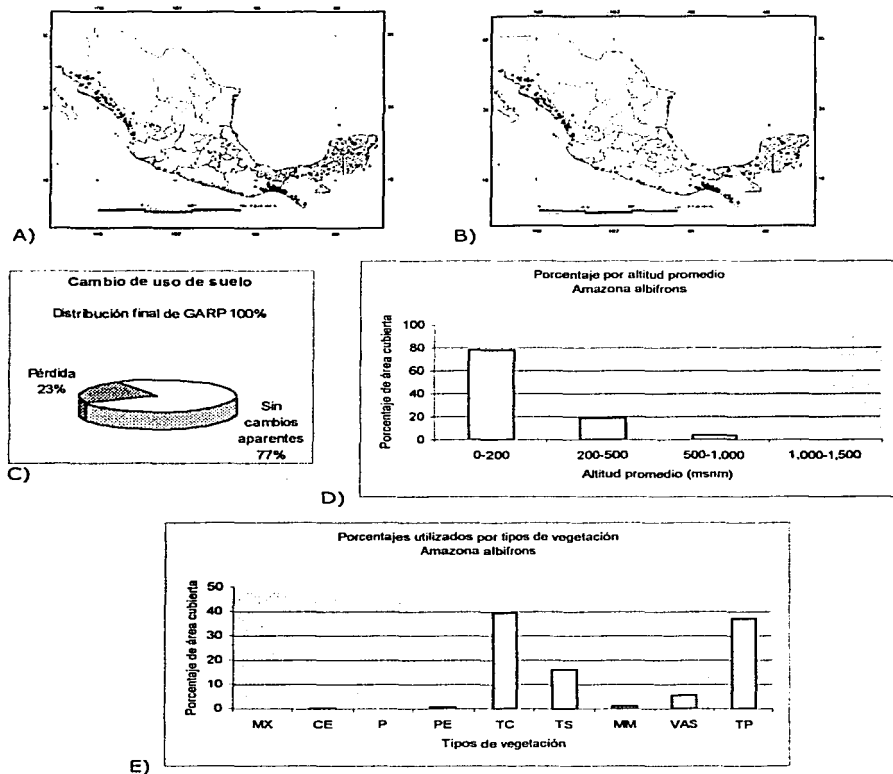


Figura 21. *Amazona albifrons*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

***Amazona xantholora* (Gray)**

Loro yucateco

Chrysotis xantholora G. R. Gray. 1859. List Bds. Brit. Mus. Psittac. p. 83. Honduras

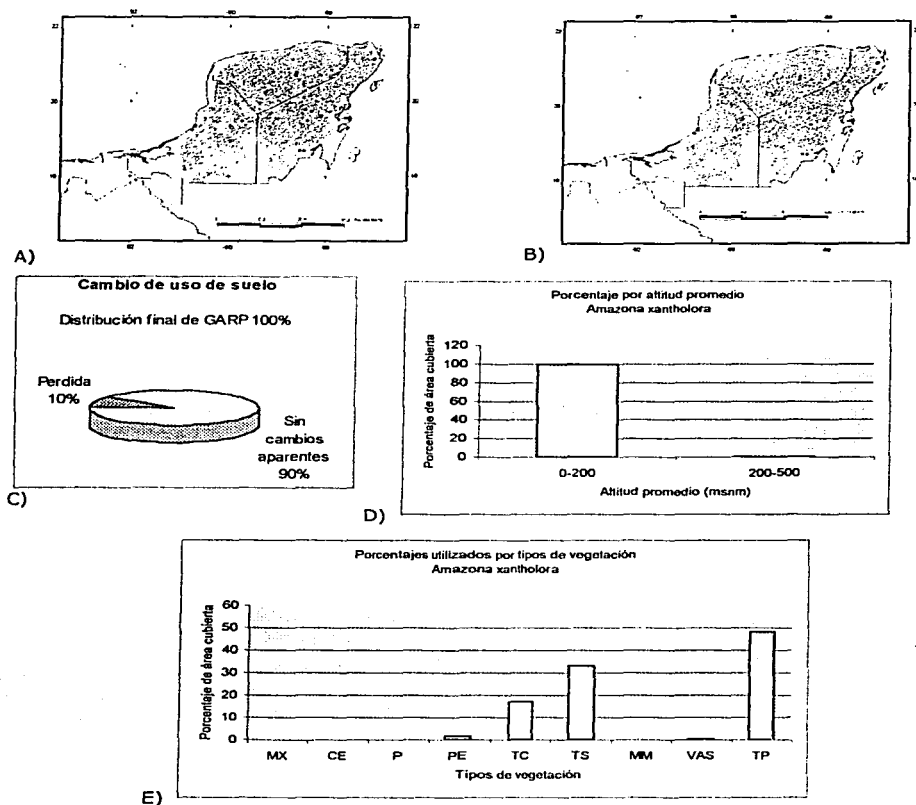


Figura 22. *Amazona xantholora*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalos altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

Amazona viridigenalis (Cassin)

ENDÉMICA

Loro tamaulipeco

Chrysotis viridigenalis Cassin. 1853. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 6:371. Northwestern Mexico.

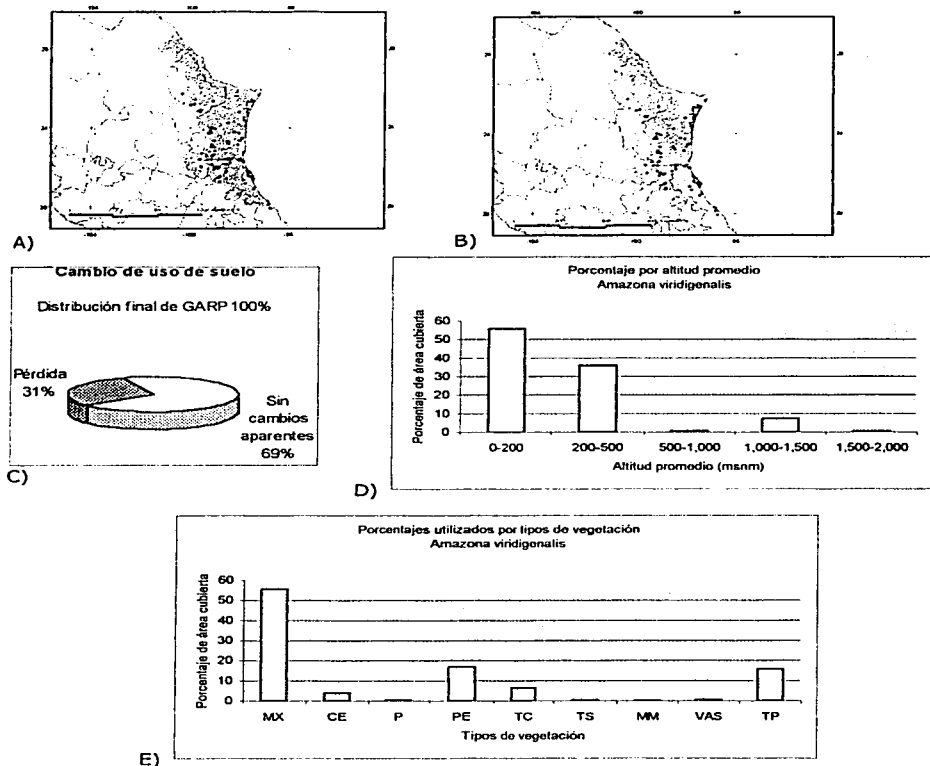


Figura 23. *Amazona viridigenalis*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

***Amazona finschi* (Slater)**

ENDÉMICA

Loro corona lila

Chrysotis finschi Slater. 1864. Proc. Zool. Soc. London p. 298. Mexico = Tehuantepec City, Oaxaca.

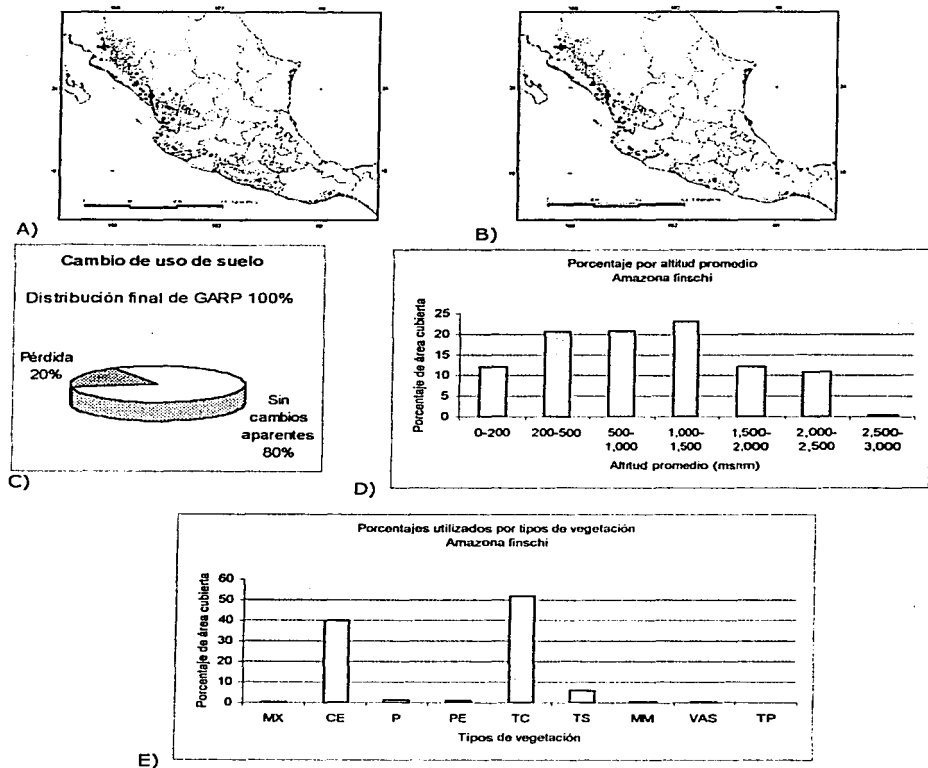


Figura 24. *Amazona finschi*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

***Amazona autumnalis* (Linnaeus)**

Loro cachete amarillo

Psittacus autumnalis Linnaeus. 1758. Syst. Nat. (10) 1: 102. Based on "The Lesser Green Parrot" Edwards. Nat. Hist. Birds 4: 164. pl.164. (In America = southern Mexico).

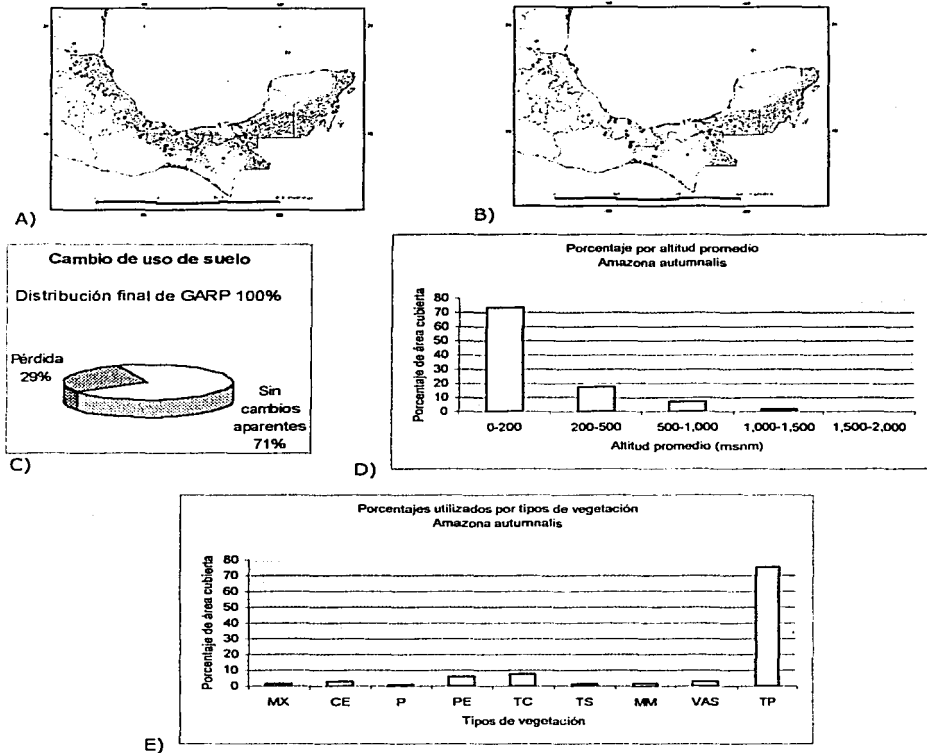


Figura 25. *Amazona autumnalis*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

Amazona farinosa (Boddaert)

Loro corona azul

Psittacus farinosus Boddaert. 1783. Table Planches Enlum. p. 52. "Based on "Le Perroquet Meunier de Cayenne". Daubenton, Planches Enlum. pl. 861. Cayenne.

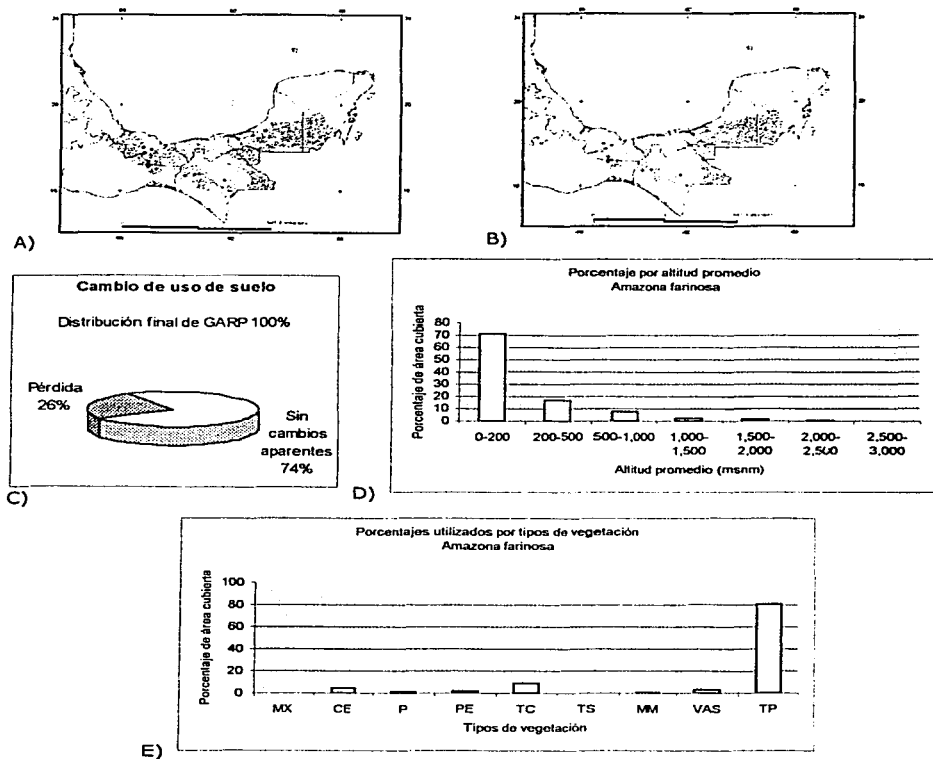


Figura 26. *Amazona farinosa*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

Amazona oratrix Ridgway

ENDÉMICA

Loro cabeza amarilla

Amazona oratrix Ridgway, 1887. Man. No. Am. Bds. p. 587. New name for *Chrysotis levallantii* G. R. Gray 1859, not *Amazona levallantii* Leson 1831. Petapa, Oaxaca.

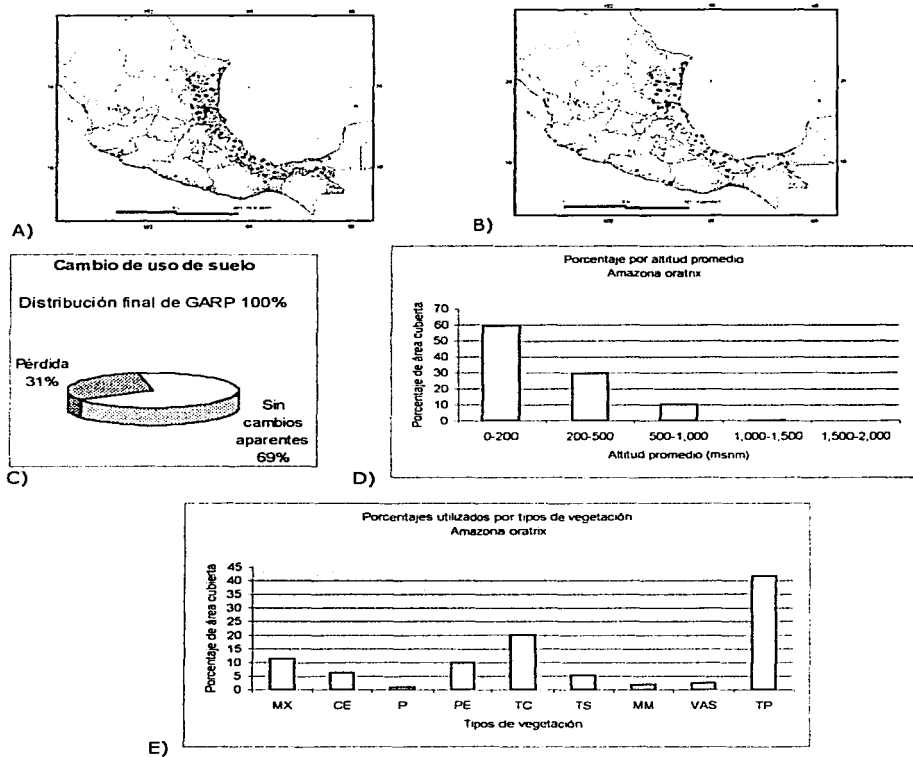


Figura 27. *Amazona oratrix*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

***Amazona tresmariae* Nelson**

ENDÉMICA

Loro cabeza amarilla de Islas Marias

Amazona oratrix tresmariae Nelson. 1900. Auk 17. p. 256. Maria Madre Island.

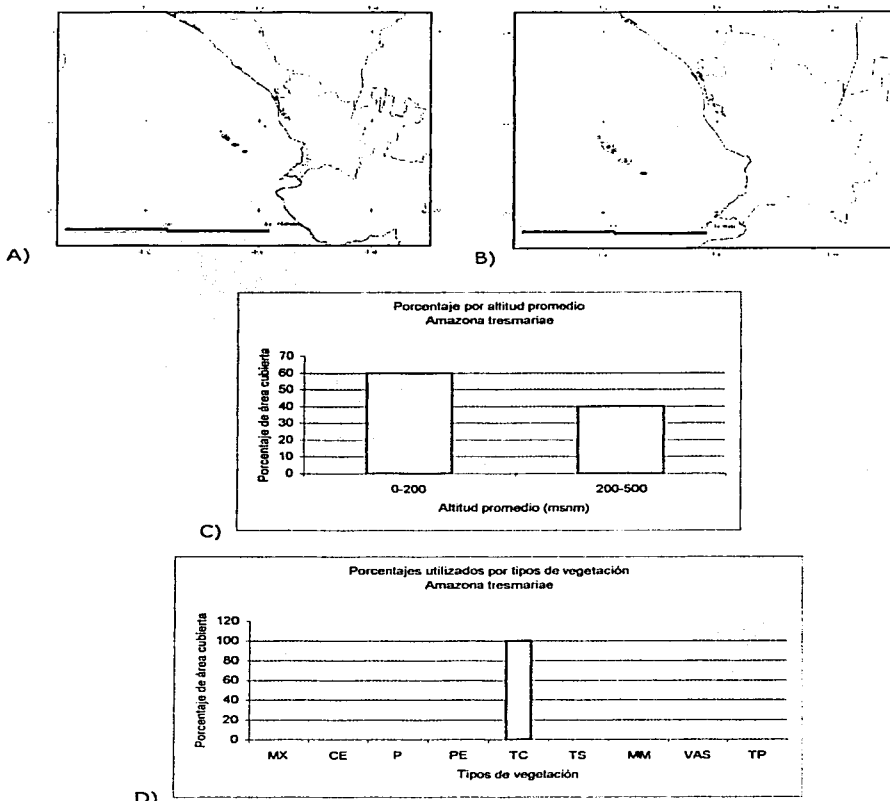


Figura 28. *Amazona tresmariae*. . A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. D) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

Amazona auropalliata (Lesson)

Loro nuca amarilla

Psittacus (amazona) [sic] auro-palliatu Lesson. 1842. Rev. Zool. [Paris]. 5: 135. Realejo, centre América = Nicaragua

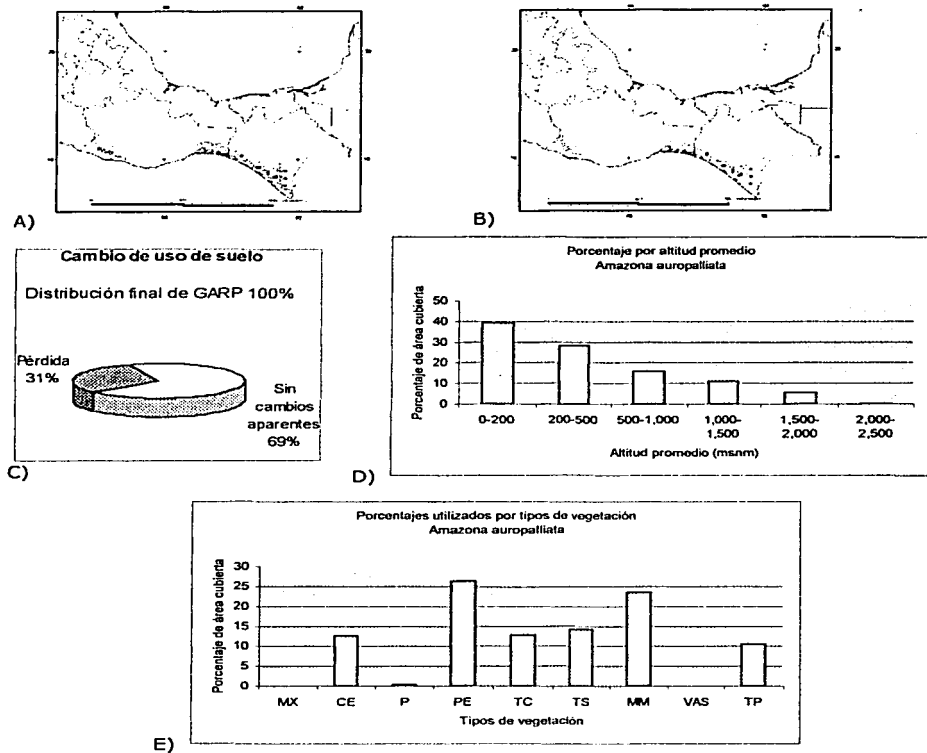


Figura 29. *Amazona auropalliata*. A) Mapa de distribución final obtenido mediante el GARP. B) Mapa de distribución obtenido con el recorte de uso de suelo. En ambos mapas los puntos muestran los registros de especímenes colectados con los que se realizó el modelo. C) Porcentaje de reducción de hábitat por cambio de uso de suelo. D) Porcentaje de área cubierta por intervalo altitudinal. E) Porcentaje de área cubierta por tipo de vegetación (Rzedowski 1983, cuadro 3).

Patrones de endemismo y riqueza de especies

Los mapas de los patrones de endemismo de la familia Psittacidae en México, se realizaron a partir de los obtenidos para cada especie. En las figuras 30 y 31 muestran las agrupaciones encontradas, teniendo como número máximo cuatro especies endémicas ocupando las mismas áreas.

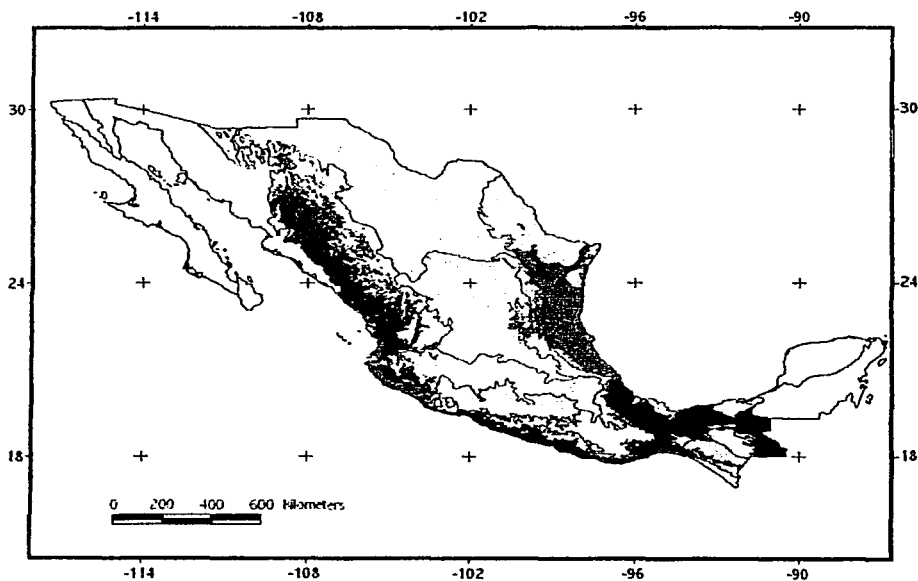


Figura 30. Patrones de endemismo de la Familia Psittacidae en México. Utilizando provincias biogeográficas (1997).

- Áreas donde ocurren solo una especie psitácido endémico a México
- ▒ Áreas donde ocurren dos especies de psitácidos endémicos a México
- ▓ Áreas donde ocurren tres especies de psitácidos endémicos a México
- Áreas donde ocurren cuatro especies de psitácidos endémicos a México

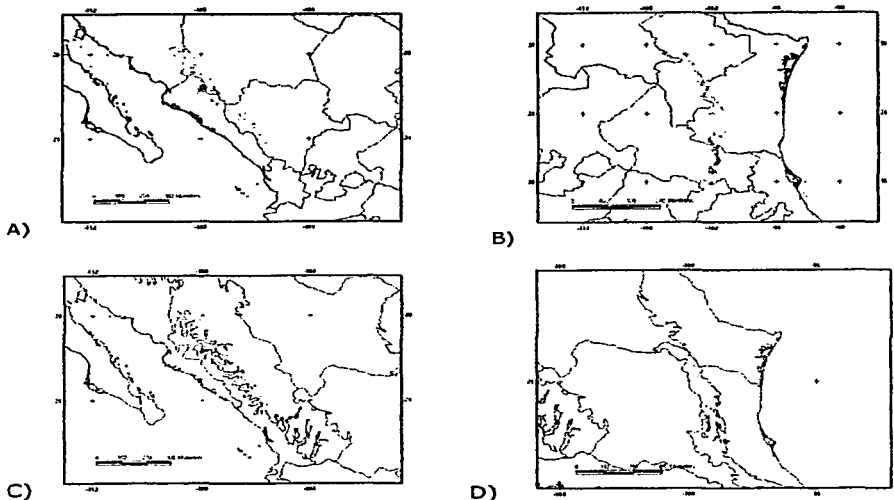


Figura 31. Patrones de endemismo de la Familia Psittacidae en México. (Detalle)

■ Áreas donde coincide la distribución de cuatro especies de psitácidos endémicos a México.

A) Zona de mayor concentración de endemismos en la región occidental utilizando la división política estatal (CONABIO 1998). B) Zona de mayor concentración de endemismos en la región oriental utilizando división política estatal (CONABIO 1998). C) Zona de mayor concentración de endemismos del lado occidental utilizando las provincias biogeográficas (CONABIO 1997). D) Zona de mayor concentración de endemismos del lado oriental utilizando provincias biogeográficas (CONABIO 1997).

En las figuras (31 C y D) se observa la utilización de provincias biogeográficas (CONABIO 1997), mientras que en la figura 31 (A y B) se utilizó la división política estatal para ver la relación entre estas y las áreas de mayor endemismo para la familia.

Como puede observarse, en ambas vertientes se encuentran especies endémicas, y la mayor parte se va concentrando desde las tierras bajas de la costa

hacia las zonas más altas de las Sierras Madre Oriental y Occidental. Las especies cuyas áreas de distribución se juntan formando zonas de mayor endemismo del lado occidental (Figura 31 A y C) son *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Forpus cyanopygius*, *Aratinga brewsteri* y *Amazona finschi*. Esta zona se encuentra en la provincia biogeográfica de la Sierra Madre Occidental y estas ocupan los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa y Durango.

Rodeando estas zonas se encuentran áreas ocupadas por dos y tres especies endémicas. Los conjuntos correspondientes a tres especies están compuestos por *A. brewsteri*, *R. pachyrhyncha* y *A. finschi* en las zonas más orientales de la Sierra Madre Occidental, hacia estas mismas zonas las áreas de dos especies corresponden a *R. pachyrhyncha* y *A. brewsteri*. Por otro lado, hacia el oriente de la misma provincia las áreas que se intersectan con tres especies corresponden a *R. pachyrhyncha*, *F. cyanopygius* y *A. finschi* y hacia las zonas más bajas de la costa del Pacífico se intersectan *A. finschi* y *F. cyanopygius*. Existe una unión de dos especies en las Islas Mariás que corresponden a *Forpus insularis* y *Amazona tresmariae* que son las únicas especies de psitácidos que ocurren en estas islas. Hacia el sur sobre la costa de Nayarit, Michoacán y Jalisco existe una zona en la que tres especies comparten sus áreas, *Forpus cyanopygius*, *Amazona finschi* y *Amazona oratrix*.

En la parte oriental del país las provincias biogeográficas en las que se encuentran las áreas de mayor cantidad de endemismos (Figura 31 B y D) son la Sierra Madre Oriental y Tamaulipeca, correspondientes a los estados de Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí, corresponden a áreas de *Rhynchopsitta terrisi*, *Aratinga holochlora*, *Amazona viridigenalis* y *Amazona oratrix*. Sobre las provincias Tamaulipeca, del Golfo de México, Sierra Madre Oriental y parte oriental del Altiplano Sur (Zacatecano-Potosino) se encuentran áreas que son compartidas por tres especies *A. holochlora*, *A. viridigenalis* y *A. oratrix* de las zonas altas de la Sierra Madre Occidental hacia la costa del Golfo, mientras que *R. pachyrhyncha*, *A. holochlora* y *A. viridigenalis* se encuentran más hacia la parte central de país.

Hacia el sur, el número de zonas compartidas decrece teniendo para las costas de Oaxaca, Guerrero, centro sur de Veracruz, Istmo de Tehuantepec,

Tabasco y noroeste, norte y noreste de Chiapas solo dos especies compartiendo áreas de distribución *A. holochlora* y *A. oratrix*.

Para generar los patrones de riqueza de especies, al igual que con los de endemismo, los mapas tomados como base fueron los de las distribuciones finales para cada especie. En la figura 32 se encuentran representadas la riqueza de psitácidos del país. Es posible observar que la zona central del país posee el menor número de especies (de una a tres). La Sierra Madre Occidental, la costa de Sinaloa y el extremo oriental de la Península de Yucatán presentan de cuatro a cinco especies, mientras que la parte noreste de la Península llegan a encontrarse hasta cinco especies. Todas estas son consideradas zonas de baja riqueza de especies.

Por otro lado se encuentran las áreas de riqueza de especies moderada. Estas incluyen zonas altas de la Sierra Madre Occidental (de seis a siete especies), la vertientes del Pacífico (desde Nayarit a Michoacán seis especies, de Guerrero hasta Chiapas entre siete y ocho especies), parte de las zonas altas de las Sierras Madre Occidental (de seis a siete especies), zonas altas de la Sierra Madre Oriental (de seis a ocho especies), sur de Tamaulipas, este de San Luis Potosí y norte de Veracruz (siete especies), sur de Veracruz, Tabasco norte y noreste de Chiapas (nueve y diez especies), sur de la Península de Yucatán (seis y siete especies), centro norte de Chiapas (seis especies), centro sur de Chiapas (ocho especies).

Las áreas de alta riqueza de psitácidos se encuentran en la región montañosa y el noroeste de Chiapas (de 11 a 13 especies) y la región sur del Istmo de Tehuantepec en Oaxaca (de 12 a 14 especies). El número máximo obtenido fue de 14 especies cuyas áreas de distribución se encontraron en un área de 150 km², encontrándose entre las regiones biogeográficas de la Sierra Madre del Sur, Costa del Pacífico y una pequeña porción en la provincia del Golfo de México.

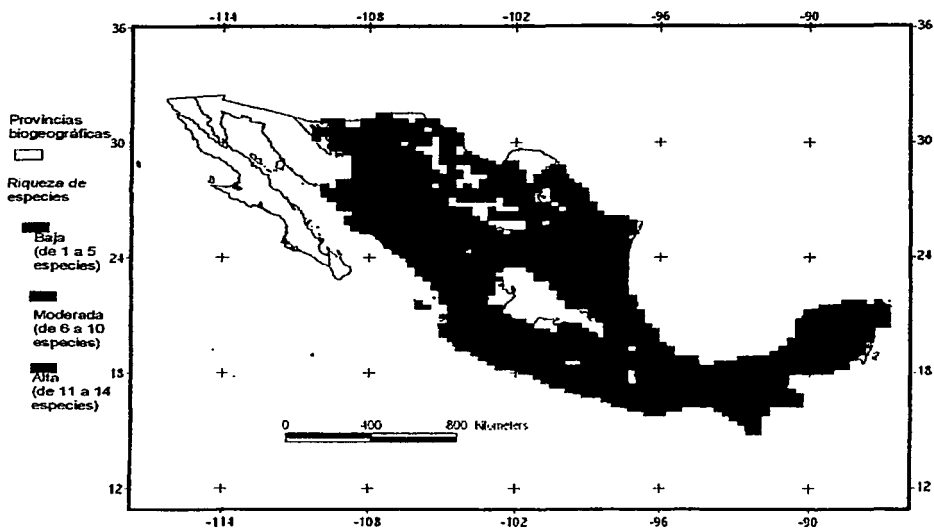
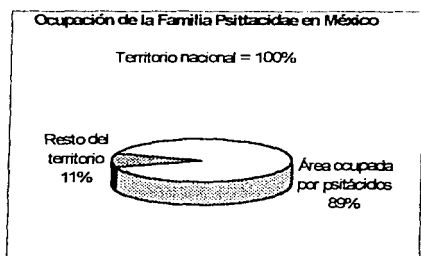


Figura 32. Áreas de riqueza de psitácidos en México, utilizando las regiones biogeográficas

Puede observarse que la mayor parte de la concentración de áreas de especies ocurren en una parte de la región sureste del país (sur de Veracruz, Tabasco, Istmo de Tehuantepec y Chiapas) siguiendo esta tendencia hacia Centroamérica. Por otro lado las zonas montañosas son lugares donde llegan a encontrarse de siete a ocho especies, manteniéndose en la región norte de la costa del Golfo y sur de la Península de Yucatán, pues en la costa occidental el número de especies llega máximo a seis especies desde el sur de Sonora hasta las costas de Michoacán y se incrementa a partir de la costa de Guerrero hasta Chiapas. Las tierras bajas del sur y sureste del país es donde se encuentra la mayor cantidad de áreas predichas para las especies de psitácidos (Figura 32).

Por otro lado en la figura 33 puede observarse el área de ocupación que se obtuvo de la familia Psittacidae en México, para tener una idea de la importancia del

grupo pues el 89% del territorio se reporta con áreas potenciales para la distribución de psitácidos, siendo las zonas de bosque de coníferas y encinos, bosque tropical caducifolio y bosque tropical perennifolio los tres principales tipos de vegetación en los que se encontraron y el pastizal con el menor número de especies (Figura 34). En cuanto a la altitud promedio, el intervalo altitudinal de la familia en México es del nivel del mar hasta de los 2,500 a los 3,500 metros. Los intervalos con mayor número de especies son en altitudes bajas y estos van disminuyendo gradualmente al aumentar (figura 35).



A)

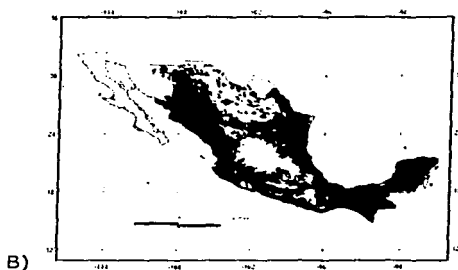


Figura 33. Presencia de la familia Psittacidae en México. A) Porcentaje de ocupación en el territorio nacional B) Área nacional ocupada por psitácidos utilizando el GARP

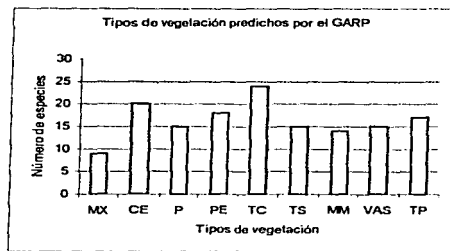


Figura 34. Número de especies por tipo de vegetación (Rzedowski 1983)

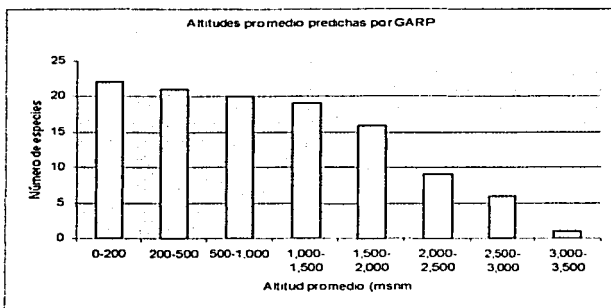


Figura 35. Número de especies por intervalo altitudinal

DISCUSIÓN

La creación de la base de datos con la información respectiva a los psitácidos fue una necesidad para poder manejar de una forma sistematizada la los registros que se capturaron. Los datos sobre las localidades contenidos en la base de datos no son fruto de un inventario extensivo y completo del país, pues existen aún grandes espacios que no han sido colectados para las aves de México (Peterson *et al.* 1998). Además, debido a que varios de los datos capturados provienen de colecciones antiguas (Anexo 1), no hay registro específico de las localidades a las que se refiere y no fue posible ser ubicadas en un mapa. Estas localidades no fueron utilizadas en el trabajo, pues no representaban información alguna.

Los mapas de distribución potencial son el modelo creado a partir de estos datos conocidos y manejados de acuerdo a la función algorítmica del GARP, que se manejan como la predicción del nicho ecológico fundamental o hábitat potencial, pues esta basándose únicamente en las características geográficas proporcionadas en la cartografía y en el manejo de datos del algoritmo. Es también por esta razón que se utilizaron distintas formas de ajustar la distribución de las especies, pues las relaciones históricas entre los organismos y las características medioambientales acerca del ecosistema no forman parte del modelo creado utilizadas por el programa.

Sin embargo, estos mapas generados así son modelos más atinados de lo que podrían ser la representación de distribuciones de especie hechas a mano alzada o por polígonos (ej. Howell y Webb 1995) puesto que se utiliza información que es verificable y no esta sujeta únicamente al conocimiento de un especialista; aunque hay que considerar que los mapas puntuales son los únicos que realmente representan una realidad que es verificable, pues cada punto corresponde al lugar en donde se colectó un ejemplar (García Trejo *et al.* 1999). De ahí también la importancia de la toma de datos al momento de la colecta (Peterson *et al.* 1994).

Los patrones de endemismo y riqueza de psitácidos

De acuerdo con los resultados obtenidos, la Familia Psittacidae, presenta las zonas con mayor concentración de endemismos en las zonas montañosas de las Sierras Madre Oriental y Occidental, lo cual coincide de modo general con los patrones generales de la avifauna (Escalante et al. 1998). Si embargo, hay que tomar en cuenta que Lammertink et al. (1994) reportan que se han perdido muchos de los bosques de la Sierra Madre Occidental debido a la deforestación producida por el establecimiento de campamentos madereros que ya han causado la extinción de otras especies asociadas a estos hábitat (ej. *Campephilus imperialis*). Por esto, es importante el tomar en cuenta que esta misma zona es en la que existe una concentración importante de especies de psitácidos que son endémicos, y aunque estas áreas fueron realizadas con un modelo predictivo, y se necesite una investigación de campo en estas zonas, es necesario que se consideren como áreas importantes en la conservación de psitácidos de México. Para las especies de la Sierra Madre Oriental no existe un trabajo detallado de las condiciones ambientales de la región, sin embargo es necesario que se considere esta área como prioritaria para la conservación.

En el caso de los patrones de riqueza de las especies, la concentración máxima es en el estado de Oaxaca muy cerca de la zona del Istmo de Tehuantepec, como se reconoce para la avifauna total (Binford 1989) y se ubica entre la unión de las provincias biogeográficas de la Sierra Madre del Sur, Golfo de México y Costa del Pacífico. Para este estado Binford (1988) reporta la existencia de estas especies más *Amazona auropalliata*, que la ubica cerca Tapanatepec que se encuentra casi en el límite con Chiapas, lo que lo hace el estado con mayor número de psitácidos en el país. De acuerdo con las condiciones históricas, esta parte es la unión de las zonas biogeográficas Neártica y Neotropical (Escalante et al. 1998). En ambos mapas puede observarse que las regiones de mayor cantidad de endemismos no corresponden a las de mayor riqueza, y es por eso que se necesita el valorar la importancia de ambas partes en proyectos de conservación.

La biogeografía de los Psitácidos de México

Las especies insulares

Las Islas Mariás y el archipiélago de las Revillagigedo son regiones poco conocidas para la avifauna nacional (Howell y Webb 1995). Las Revillagigedo, se han considerado como una región biótica distinta, aislada por la gran distancia que existe entre estas islas y la parte del Pacífico continental (CONABIO 1999a), en cambio, las Mariás tradicionalmente se han asociado a alguna provincia terrestre sin considerar los procesos de aislamiento natural y dinámica terrestre que han producido condiciones ecológicas diferentes, favoreciendo procesos de diferenciación en los taxa que las habitan (Escalante et al. 1998, Navarro et al. en pren.).

Aratinga brevipes es la única especie de loro que se encuentra en Isla Socorro, a 650 Km. de la costa. Los modelos realizados generan una predicción absoluta para Isla Socorro e Isla San Benedicto, indicando que existen las mismas condiciones que harían que el nicho fundamental de la especie se encontrara en ambas islas. En isla Socorro, único sitio de presencia conocida, se ha reportado que a altitudes arriba de los 300 a los 850 m se encuentra un bosque mixto en donde es más común. Desafortunadamente éstos se han perdido, ya que son tierras que por sus bajas elevaciones son preferidas por borregos, que son uno de los problemas de introducción de fauna exótica que ha dañado el hábitat original de las especies que se encuentran en la isla (Rodríguez-Estrella 1992, Juniper y Parr 1998, Romeu 1995). Sin embargo, se ha registrado también a altitudes mucho menores (4 m.) donde, en cañadas, aún quedan algunos bosques (Rodríguez-Estrella et al. 1992, Juniper y Parr 1998).

De acuerdo con Rodríguez-Estrella et al. (1992, 1995) dentro de sus depredadores potenciales se encuentran *Buteo jamaicensis socorroensis* y gatos introducidos. A pesar de que el gato doméstico se introdujo a la isla desde 1958 y su invasión a causado disminuciones en varias especies de aves nativas (Jehl y Parkes 1982), Rodríguez-Estrella et al. (1991) realizó un análisis de la dieta de los gatos que se encontraban en Isla Socorro sin encontrar restos de *A. brevipes* en las

excretas revisadas, aunque este estudio no prueba que exista una depredación en los huevos de esta especie.

El estatus de riesgo de la especie ha cambiado ya que antes no era considerada ni por CITES ni por la NOM-ECOL-059 y sólo IUCN la consideraba como vulnerable (Rodríguez-Estrella 2000). Actualmente se encuentra considerada en la NOM-ECOL-059-2001 (Cuadro 2, DOF 2002). La principal amenaza de la especie es la destrucción del hábitat producida por los borregos que fueron introducidos hace 100 años aproximadamente como reserva de alimento para quienes habitaran la isla, llegando la población a más de 2500 animales (Rodríguez-Estrella 2000). La población de *A. brevipes* se calculó para 1992 entre 400 y 500 individuos en menos de una tercera parte (aproximadamente 35 km²) de bosque mixto del que originalmente se encontraba en la isla (Rodríguez-Estrella et al. 1992, Rodríguez-Estrella 2000).

Las Islas Marías no poseen ninguna especie endémica utilizando un concepto de especie tradicional, en cambio bajo los conceptos alternativos de estas islas cuentan con 9 endemismos de aves (Navarro y Peterson en rev.), lo que hay que tener presente para el establecimiento de áreas de conservación (Escalante et al. 1998, Peterson y Navarro 1999). Este archipiélago ha recibido poca atención en la historia de la ornitología, y los trabajos de investigación actualmente son difíciles de llevar a cabo por las restricciones para entrar en estas zonas, aunque se trata de una región de alto endemismo a nivel nacional (Navarro y Peterson en rev.) que generalmente se ha juntado con las provincias del Pacífico continental; ciertamente existe una afinidad con estas regiones, pero la diferenciación fenotípica de los taxa y el aislamiento a lo largo del tiempo han demostrado que sus componentes faunísticos son diferentes (Navarro et al. en pren., García-Trejo en prep.).

Forpus insularis. En su modelo producido por el GARP, antes de ser editado (Figura 17 A), además de la predicción para las Islas Marías, existe una predicción en el continente sobre una pequeña parte de la costa de Nayarit, esta distribución demuestra la similitud que existe entre estas regiones (García-Trejo en prep.). De acuerdo a Ridgely (1981) existía evidencia de que *Forpus insularis* había declinado, llegando a ser una especie escasa. Forshaw (1977) menciona que esta declinación

de *F. [cyanopygius] insularis* se ha dado desde el inicio del siglo XX volviéndose con el paso del tiempo más escaso, incluso no existiendo reportes en expediciones realizadas en 1930 y 1955, encontrándose después sólo en María Magdalena de 1960 a 1963 y en María Cleofas en 1963 en estos últimos casos sin observarse más de 10 individuos, en contraste con las parvadas de 50 individuos o más reportadas al principios del siglo XX. Últimamente la introducción de especies exóticas y la deforestación dentro de la isla resultan amenazas para esta especie (Macías *et al.* 2000). En 1997 se llevó a cabo una expedición de Fundación ARA en la que se observó que la especie en temporada de sequía se encontraba en cañadas con bosque tropical subcaducifolio. En esta misma expedición se capturaron 8 individuos vivos en la isla María Madre, actualmente los ejemplares vivos están en el Zoológico Africam Safari (Valsequillo, Puebla) y los ejemplares que murieron se encuentran en la Colección Nacional de Aves (Instituto de Biología, UNAM) (E. Iñigo-Eliás com. pers.)

Amazona tresmariae. Esta especie presenta el mismo patrón de distribución potencial antes de ser editado que *Forpus insularis* (28 A). Ridgely (1981) reporta que el número de individuos de esta especie iba en aumento y Forshaw (1973) dice que fue encontrada común en las cuatro islas que componen el archipiélago. El rango altitudinal de la especie es el mismo de las Islas Mariás (0 m. a los 500 m.) y se encuentran asociadas al bosque tropical caducifolio que es el tipo de vegetación que predomina, aunque al igual que sucede con *F. insularis* en época de sequía se concentran en las cañadas cuyo tipo de vegetación es bosque tropical subcaducifolio (E. Iñigo-Eliás com. pers.).

El complejo *Aratinga holochlora*

Las comparaciones taxonómicas de este complejo de acuerdo con distintos autores pueden observarse en el cuadro 1. Comprende *Aratinga holochlora*, *A. brewsteri* y *A. strenua* en México.

Aratinga brewsteri es la especie que se encuentra más separada geográficamente del resto del complejo, cuyos únicos datos son conocidos para Chihuahua, Sonora y Sinaloa (Nelson 1928, Russell y Monson 1998). Debido a la

escasez de datos no fue posible realizar tantos modelos pues no había registros que permitieran calcular la sobrepredicción que parece existir en los modelos al compararse con los registros encontrados (pertenecen al grupo 1, cuadro 4). La distribución conocida con base en las colectas encontraban su límite norte en el sur de Sonora (Russell y Monson 1998), y registros para Chihuahua y Sinaloa (Nelson 1928). Sin embargo al realizar el mapa de distribución potencial se observó una ampliación de su distribución hacia el norte prácticamente hasta los límites de la Sierra Madre Occidental en Sonora y Chihuahua, mientras que hacia el sur su distribución potencial se extiende hasta el sur de Durango en la zona serrana. De las distribuciones obtenidas todas se restringieron a la parte oeste del país y junto con las gráficas obtenidas, las preferencias de esta especie por las zonas por arriba de los 1,000 metros hacen que sea prácticamente exclusiva de los bosques de coníferas y encinos (Figuras 6 D y E). La ausencia de esta especie en el intervalo de los 1,500 a los 2,000 metros es atribuible a la poca información existente de la especie, así como a la poca cantidad de ejemplares utilizados en el análisis. En cuanto a la pérdida de hábitat, esta especie presenta una disminución del 14% del área predicha, aunque la necesidad de fuentes más recientes en cuanto al cambio de uso de suelo es necesaria ya que Lammertink (1994) reporta una pérdida de los bosques de la Sierra Madre Occidental de 99% basándose en observaciones de campo realizadas en su estudio.

Aratinga holochlora es la especie con más amplia distribución, pues se encuentra desde Nuevo León y Tamaulipas en el norte, hasta Chiapas en la parte sur. Esta especie presenta problemas taxonómicos, especialmente con las poblaciones conocidas como *A. strenua*, ya que aunque las diferencias entre vocalizaciones son notables, los ejemplares no tienen fuertes diferencias morfológicas que permitan su identificación. Binford (1989) señala que las poblaciones que existen en Oaxaca se encuentran más relacionadas con *A. strenua* que con *A. holochlora*, pero no existe la certeza para separarlas, e incluso el autor menciona la existencia de *A. holochlora* en la región del Istmo de Tehuantepec y la poca diferenciación morfológica hace pensar que se trate de especies simpátricas. A partir de la base de datos obtenida se revisaron las equivalencias taxonómicas contenidas en el "Atlas de las Aves de México" (Navarro *et al.* 2002, Navarro *et al.*

en prep.) y se obtuvieron los puntos con los cuales se realizó el modelo, aunque existe la posibilidad de que algunos de estos no correspondan a *A. holochlora*, pues la identificación de los ejemplares no es del todo clara. Por esta razón es probable que la distribución de esta especie de acuerdo a la distribución potencial se extienda hacia las costas de Guerrero y Oaxaca aunque es claro observar que no existe tal predicción en la costa sur de Chiapas. Por otro lado el modelo es satisfactorio pues las regiones seleccionadas coinciden en la preferencia por las tierras bajas, ya reportada (Howell y Webb 1995). Las preferencias altitudinales muestran que es una especie de tierras bajas asociada a bosques tropicales caducifolios en su mayoría. La pérdida del hábitat de *A. holochlora* es una de las mayores con 30% del área predicha, pues aunque pueda existir la posibilidad de una sobrepredicción por la identificación errónea de ejemplares, la mayor parte se pierde en la región veracruzana en donde quedan aisladas las poblaciones del límite norte de su distribución, el centro de Veracruz y finalmente la zona de Chiapas y Oaxaca, lo que esta provocando una fragmentación importante para la especie.

Aratinga strenua. Esta especie, cuya distribución conocida es hacia las tierras bajas de Chiapas, contó con muy pocos puntos para llevar a cabo los análisis. Los problemas taxonómicos que existen entre esta especie y *A. holochlora* hicieron que los puntos que inciertos fueran eliminados, pues existían algunos registros dudosos para el centro del estado que fueron eliminados pues además de no corresponder con la distribución conocida para la especie, no eran registros certeros y comprobables. Por esta falta de datos, el modelo obtenido para esta especie resulta ser algo diferente de lo reportado por algunos autores (Howell y Webb 1995, Juniper y Parr 1998), quienes mencionan la existencia de esta especie sobre la costa mientras que *A. holochlora* se encuentra en las partes más altas, específicamente para Chiapas (Howell y Webb 1995). Es posible que esta sea la razón de que las preferencias encontradas no se encuentren entre los 0 y 200 metros, y su rango de distribución se encuentre más recortado de lo que generalmente se ha propuesto (Binford 1989, Howell y Webb 1995). Pese a la posible subpredicción que se obtuvo por la poca cantidad de datos, esta especie presenta una pérdida de hábitat del 29% que es de llamar la atención pues el área de distribución potencial no se iguala a la que se tiene para *A. holochlora* lo que

puede traducirse como la gran pérdida de las condiciones ambientales que de la zona.

Las guacamayas mexicanas

Ara militaris. La distribución potencial obtenida por esta especie es similar a la distribución histórica que se encuentra reportada en la literatura (Howell y Webb 1995, Juniper y Parr 1998, Iñigo-Eliás 1999). Incluso en este mapa se encontraron predicciones en el oeste de Zacatecas, y se incluyeron partes consideradas como parte de su distribución antigua como Nuevo León y el centro de Veracruz (Iñigo-Eliás 1999). El número de puntos fue bueno, pues permitió que se pudieran observar los patrones de discontinuidad que existen en la distribución de la especie. Es importante hacer notar que la distribución de esta especie esta dentro de las zonas de mayor endemismo al igual que las de mayor riqueza para el país, que aunque no se trata de una especie endémica si es una especie considerada como en peligro de extinción por la NOM-ECOL-059-2001 (DOF 2002), lo que acentúa la importancia que debe existir en la conservación de estas regiones. Aunque no existan diferencias notables entre las poblaciones mexicanas y sudamericanas es importante señalar que no hay registros de *A. militaris* en Centroamérica pues al parecer fue extirpada en Guatemala encontrándose la población más cercana en Colombia (Iñigo-Eliás 1999). La pérdida de hábitat es del 23% del total del área potencial obtenida, aunque es claro el observar que la población que se encuentra en el lado oriental se ha visto mucho más afectada pues prácticamente ha desaparecido como también se reporta en la literatura (Iñigo-Eliás 1999, Iñigo-Eliás 2000^a).

Ara macao. Se trata de una especie asociada a los bosques tropicales perennifolios y altitudes bajas (Iñigo-Eliás 1999, Iñigo-Eliás 2000^b), tal como se demuestra en parte con el mapa obtenido. Este mapa presenta una ampliación de la distribución potencial en la costa de Guerrero y Oaxaca, lo que podría considerarse como sobrepredicción creada por el modelo pues no existen registros de la especie para el Guerrero. Aunque para esta especie se utilizaron más de 10 puntos, al

parecer estos no fueron suficientes para establecer claramente las preferencias en los tipos de vegetación ya que debido a los pequeños errores que pudieran encontrarse en las georreferencias se encontró a tres individuos en bosque de coníferas y encinos, uno en bosque espinoso y uno en vegetación acuática y subacuática. Lo mismo pudo haber sucedido con los dos ejemplares encontrados por arriba de los 1,000 metros, pues no hay registros en el intervalo de los 500 a 1,000 y solo se encontró un individuo de los 200 a los 500 metros. Esta especie se encuentra dentro de las zonas de mayor riqueza del país, formando parte, junto con *A. militaris*, de las 14 especies que cuya área de distribución se junta en la zona del Istmo en Oaxaca. La pérdida de hábitat es de las mayores dentro de las especies de la familia con 31% desapareciendo en muchas zonas como Veracruz y Tabasco, cabe señalarse que esta especie ha sido perseguida para comerciarla por el colorido de sus plumas (Iñigo-Elías 1999) lo que ha hecho que la presión sobre la especie lleve a que incluso en zonas en donde las condiciones ambientales sean propicias para que la especie se encuentre, ya no existan individuos debido a la defaunación provocada por el ser humano (Redford 1992).

Las cotorras serranas

Rhynchopsitta pachyrhyncha. Considerada endémica a México, después de la extirpación en Estados Unidos, pues el último registro data de 1938 (Juniper y Parr 1998). Se encuentra por arriba de los 1,500 metros habitando en bosques de coníferas y encinos. Presenta una distribución potencial en el noroeste de México desde Chihuahua hasta el Sur de Jalisco donde fue reportada por primera vez en 1973 (Schnell et al. 1974). En este mapa se observa también una tendencia a hacer una predicción en el Eje Neovolcánico.

De acuerdo con Friedmann et al. (1950) existen registros para *R. pachyrhyncha* en Veracruz, sin embargo Juniper y Parr (1998) consideran que estos registros podrían corresponder a *R. terrisi*. Lo que se puede observar con los modelos de distribución potencial realizados, es que la predicción para *R. pachyrhyncha* se encuentra en el Eje Neovolcánico llegando hasta zonas de los estados de México, Tlaxcala y Puebla muy cerca de Veracruz, mientras que para *R.*

terrisi, su predicción no llega más que al centro de San Luis Potosí hacia el sur, por lo que podría ser posible que hace más de 100 años la distribución de *R. pachyrhyncha* fuera mucho más extensa de lo que se conoce en la actualidad pues estos datos fueron registrados en el siglo XIX (Navarro et al. en prep.).

El principal problema para la supervivencia de la especie es la destrucción de su hábitat (Lanning y Lammertink 2000) pues hay que recordar que en gran parte de la distribución de *R. pachyrhyncha* ha desaparecido entre distintas causas por la pérdida de hábitat debido al aumento de zonas de explotación maderera (Lammertink 1994). Esta especie depende de los frutos de pinos ya que forma parte de su dieta por lo que el desmonte provoca además de la pérdida de sus sitios de anidación, falta de fuentes de alimento y fragmentación de las zonas que ocupa la especie (Lanning y Lammertink 2000). Su distribución se sitúa en las zonas de gran endemismo compartiendo parte de su hábitat con otras especies endémicas como *Aratinga brewsteri* y *Amazona viridigenalis*, en cuanto a la riqueza de las zonas que habitan se encuentran compartiendo su hábitat con entre 6 y 7 especies.

Rhynchopsitta terrisi. Se encuentra en las zonas altas de la Sierra Madre Oriental, incluyendo la altiplanicie central del sur de Coahuila y norte de Zacatecas y San Luis Potosí. También se considera como una especie vulnerable pues la restringida distribución y su tamaño poblacional relativamente pequeño, aunado a la destrucción del hábitat y al cambio de uso de suelo son factores que afectan a la especie (Lanning 2000). El comercio debe también considerarse como un factor importante que impacta las poblaciones de estas especies, aunque por el carácter ilegal que estas tienen no es posible determinar su magnitud (Lanning y Lammertink 2000, Lanning 2000).

Presenta una pérdida de hábitat del 16% al igual que *R. pachyrhyncha* lo cual tiene un mayor impacto en *R. terrisi*, pues la extensión del área predicha es mucho menor que para *R. pachyrhyncha* como es posible observar en sus mapas de distribución potencial. Cabe señalarse que para *R. terrisi*, esta distribución presenta sobrepredicciones en la parte central del país, pues se tratan de zonas áridas, en donde no se ha reportado la existencia de la especie, por lo que la falta de datos sea un factor importante en esta sobrepredicción.

¿Una distribución discontinua?

Amazona oratrix. Se trata sin duda de una especie sumamente afectada por la destrucción de su hábitat y el cambio del uso de suelo, pues presentó 31% de disminución de hábitat a partir de la distribución potencial, además de la defaunación a la que se encuentra sometida por su comercialización (Redford 1992). Se encuentra distribuida sobre todo en un intervalo que va desde el nivel del mar a los 200 metros, esta especie disminuye conforme se avanza en un gradiente altitudinal aunque es posible encontrarla de los 1000 a los 1500m (un individuo). Ocupa distintos tipos de vegetación siendo el bosque tropical perennifolio, el caducifolio, el espinoso y el matorral xerófilo los que más se asocian a esta especie.

Siendo considerada como parte de los loros con cabeza amarilla, el llamado complejo *Amazona ochrocephala* (Monroe y Howell 1966) se componía de especies que ahora conocemos como *A. tresmariae*, *A. oratrix*, y *A. auropalliata*.

Dentro de las razas consideradas para *A. oratrix* se encuentran la que re distribuye en la zona del Golfo de México (*magna*), la del pacífico (*oratrix*) la de Islas Mariás que ya fue tratada (*A. tresmariae*) y las de Centroamérica (*belizensis* y *hondurensis*). Sin embargo, para Juniper y Parr (1998) no existen diferencias entre *oratrix* y *magna*.

La distribución de esta especie siempre se ha representado como disyunta, una parte en la costa del Golfo y otra en el Pacífico, sin embargo la distribución potencial que presenta muestra que podría existir una continuidad uniéndose ambas poblaciones a través del Istmo de Tehuantepec. Mostrando que es posible que las características ambientales de la especie se encuentren de una forma continua.

La comercialización que sufre la especie es otro serio problema que acompaña la destrucción de su hábitat, y aunque ha sido prohibida su venta de forma legal, el tráfico ilegal constituye una seria amenaza (Enkerlin 2000). Esta especie, siendo una de las once endémicas consideradas para el país no se encuentra en las zonas de mayor endemismo, aunque se sitúa en áreas de solapamiento de 2 o 3 especies, mientras que la parte predicha como la unión de las poblaciones del este y oeste, forma parte como una de las zonas de mayor riqueza del país.

Las especies de la vertiente del Pacífico

Todas las especies que se discutirán a continuación (*Amazona albifrons*, *Aratinga canicularis*, *Forpus cyanopygius*, *Amazona finschi*, *Amazona auropalliata* y *Brotogeris jugularis*) tienen sus áreas de distribución exclusivamente sobre las costas del Océano Pacífico con excepción de *Amazona albifrons*, que se extiende hasta la Península de Yucatán.

Aratinga canicularis. Se trata de una de las especies con mayor distribución. Habita zonas de vegetación dominadas de bosque tropical caducifolio, y su distribución alcanza tanto zonas endémicas como zonas de riqueza de gran importancia. La distribución potencial de la especie muestra que su área es similar a la reportada por Forshaw (1977), Howell y Webb (1995) y Juniper y Parr (1998). Sin embargo la asociación de la especie a zonas de cultivo y alteradas por el ser humano hacen que lo que podría ser considerado como pérdida de hábitat del 26% sea utilizado para aumentar su distribución, pues aunque se encuentran asociadas a termitas para realizar sus nidos, pueden hacerlos en troncos huecos. Su tráfico a nivel internacional es pequeño, llega a ser común su venta en zonas como el Distrito Federal (obs. pers.). Se encuentra dentro de la Norma Oficial Mexicana (DOF 2002) como una especie sujeta a protección especial, lo que servirá sin lugar a dudas para llevar a cabo acciones que eviten un daño a mayor escala de esta especie.

Amazona finschi. Esta especie se encuentra en zonas de bosque tropical caducifolio, de coníferas y encinos y en menor proporción en bosque tropical subcaducifolio. Su mayor rango de altitud se encuentra de los 200 a los 500 m. aunque se encuentra desde el nivel del mar hasta por arriba de los 2000 m. Ocupa un área considerable siendo una especie endémica y amenazada (DOF 2002) teniendo un 20% de reducción de su hábitat por cambio de uso de suelo.

Esta especie es común como mascota y su tráfico a nivel internacional ha hecho que sea catalogada como una especie amenazada (Juniper y Parr 1998) con posibilidades de presentar problemas de defaunación (Redford 1992). Su

distribución forma parte de las zonas de mayor endemismo del noroeste del país y la parte sur de su distribución se encuentra en zonas de riqueza que van desde las 8 a las 14 especies. La distribución potencial de la especie muestra cierta sobrepredicción al encontrarse un área al sur de Puebla, donde su distribución, hasta donde se conoce no se extiende.

Amazona albifrons. Con una distribución más amplia, pues se extiende además de la costa del Pacífico, hacia el Golfo de México y el Caribe, *A. albifrons* es una de las especies que no se encuentran incluidas dentro de las categorías de riesgo a nivel nacional. Presentando una pérdida de hábitat que corresponde al 23%, esta especie se encuentra en tierras bajas rara vez más allá de los 500 m. Como las especies anteriores el bosque tropical caducifolio es donde más predomina. No se trata de una especie endémica, aunque la mayor parte de su distribución esta en territorio nacional. Esta especie es común como mascota en algunas zonas como el Distrito Federal (obs. pers.) y en algunos lugares como Yucatán sus poblaciones han disminuido debido a la persecución que sufren por su establecimiento en plantaciones de frutales, pues al parecer el Huracán Gilberto (1988) provocó una baja en la disponibilidad de alimento. Esta especie forma parte de las zonas de mayor riqueza y su amplia distribución llega a tocar zonas de importancia para las especies endémicas, a pesar de no serlo.

Forpus cyanopygius. Se trata de una especie endémica distribuida en la parte noroeste del país. Se encuentra sobre todo en bosques caducifolios en altitudes de que van desde los cero hasta los 500 metros (la mayoría de los registros están entre 200 y 500m) aunque hay registros que se encontraron por encima de los 1500 m. Se trata de una especie más pequeña, a diferencia de la especie que se encuentra en las Islas Mariás (*F. insularis*) (Juniper y Parr 1998). No es una especie que se encuentre frecuentemente en cautiverio, pero el cambio de uso de suelo es importante, pues presenta el 25% de reducción de hábitat.

Amazona auropalliata. Una especie considerada como en peligro de extinción (DOF 2002) es considerada como conoespecífica con *A. oratrix* y *A. ochrocephala*, y los problemas taxonómicos que existen entre estas hacen suponer que se trate de especies que se han diferenciado recientemente (Juniper y Parr 1998). Su decremento de hábitat se calculó en 29% que es alto considerando el área que

presenta esta especie en México. Al igual que *A. oratrix*, su comercialización aunado a la degradación del hábitat son factores que influyen de forma negativa para la especie.

Brotogeris jugularis. Es una especie que se encuentra en cautiverio sólo en ciertas localidades, es quien muestra un porcentaje de pérdida de hábitat mayor a todas las especies de psitácidos de México con un 32. Como puede observarse, la distribución potencial de esta especie se restringe a los estados de Oaxaca y Chiapas por lo que el cambio de uso de suelo es uno de los factores que la amenazan de forma considerable y que pueden explicar su desaparición de la costa de Guerrero (registro en Friedmann et al. 1950 considerado erróneo por Howell y Webb 1995). Esta especie presenta la mayor parte de su distribución en Centro y Sudamérica, pero no por esto hay que dejar de prestar atención al estatus que presenta en México.

La región oriental desde el norte hasta el sureste

Son ocho las especies que ocupan esta compleja región que va de la vertiente del Golfo de México hasta la Península de Yucatán, por ello la heterogeneidad de los ambientes que utilizan.

Amazona viridigenalis se distribuye en el extremo noreste de México y es considerada una especie endémica en peligro de extinción (DOF 2002), encontrándose en su mayor parte del nivel del mar a los 200 m, y de 200 a 500 m (en algunos casos más allá de los 1500 m. Esta especie ocupa distintos tipos de vegetación para habitar. En este caso se encontró que las zonas áridas eran las más utilizadas (matorral xerófilo y bosque espinoso) seguidas de los bosques tropicales caducifolio, perennifolio y de coníferas, y finalmente y en una proporción mucho menor lo que corresponde a vegetación asociada a cuerpos de agua. El mapa de distribución potencial extiende la distribución de la especie hasta la frontera de Estados Unidos en donde solo se consideraba un registro aislado (Howell y Webb 1995). Aunque es posible pensar en la sobrepredicción causada por el modelo, se

escogieron los mapas con los valores mínimos lo que indica que la distribución obtenida ocupa las mismas condiciones ambientales en toda su área.

Hay que considerar que la comercialización de esta especie es el factor más importante para que se encuentre en una situación tan difícil. En la década de los 70's muchos miles fueron exportadas de forma legal a Estados Unidos, y se especula que de forma ilegal fuera traficada la misma cantidad, después de la prohibición de exportación de aves silvestres el trafico ilegal permanece y al parecer se ha disminuido no por el control de esta actividad, sino por la falta de individuos para traficar (Enkerlin 2000). Por si esto fuera poco, hay que considerar que se trata de una especie con un alto grado de disminución del hábitat, pues el 31% de su distribución potencial calculada se ha perdido por actividades antropogénicas. Existe el reporte de que en la zona costera de Tamaulipas se ha perdido el 85% del hábitat para esta especie (Enkerlin 2000).

La distribución potencial de esta especie ocupa sitios de endemismos importantes en la Sierra Madre Oriental, por otro lado, en la parte sur de Tamaulipas y el norte de Veracruz es una zona con una riqueza media, pues se encuentran entre 6 y 8 especies.

La atención que merece esta especie en estado natural es muy importante ya que la preservación de las poblaciones que aún se mantiene podría verse amenazada al prohibirse la importación de loros en Estados Unidos y aumentar así el tráfico ilegal (Enkerlin 2000) provocando que el riesgo no estuviera en la pérdida del hábitat, sino también en los procesos de defaunación que pudiera sufrir la especie (Redford 1992). Juniper y Parr (1998) señalan que esta especie tiene muchas poblaciones ferales en Estados Unidos, ya que junto con *A. finschi* son especies altamente comercializadas en este país, y el gran número de individuos importados ha llegado a provocar estos problemas.

Amazona autumnalis. Esta especie se extiende en una distribución por la costa del Golfo y parte de la Península hacia Centroamérica. Esta especie con una amplia distribución, se encuentra desde el nivel del mar hasta los 500 a 1000 m, siendo de los cero a los 200 m el intervalo en el que se encontró el mayor número de datos. Asociado a esto la vegetación en donde predominó fue el bosque tropical perennifolio y en mucha menor proporción el caducifolio (algunos datos se

localizaron en bosque espinoso, de coníferas, mesófilo de montaña, matorral xerófilo y vegetación asociada a cuerpos de agua, pero fueron solo unos cuantos). El mapa de distribución potencial obtenido, se ajusta a la distribución propuesta por algunos autores (Howell y Webb 1995, Juniper y Parr 1998), ampliando un poco en la región noreste de la Península de Yucatán, pues de acuerdo a las características manejadas y el funcionamiento del GARP se encuentran las mismas condiciones ambientales que donde están ubicados los puntos.

Esta especie no se encuentra en ninguna categoría de riesgo a nivel nacional (DOF 2002), aunque ha sido considerada como comercializada a nivel internacional (Juniper y Parr 1998). Incluso existen lugares del sureste de México donde las poblaciones ya han empezado a declinar debido a la pérdida de hábitat, pues a nivel predictivo, esta especie ha perdido el 29%, un valor alto considerando a las demás especies y que ni siquiera esté considerada como bajo protección especial, pues no solo la pérdida de hábitat es un factor de riesgo ya que la comercialización puede acarrear problemas a la especie (Redford 1992). Hay que considerar que la distribución de esta especie se encuentra en las zonas de mayor riqueza y existe un solapamiento con especies endémicas en zonas importantes.

Aratinga astec. Se encuentra desde el sur de Tamaulipas hasta el centro de Chiapas y la Península de Yucatán. Esta especie con un 27% de disminución de hábitat, se encuentra sujeta a protección especial (DOF 2002) a pesar de no ser considerada en el mercado internacional (Juniper y Parr 1998). Su intervalo altitudinal se encuentra en zonas bajas llegando hasta los 200 m, pues en altitudes superiores se encuentran muy pocos datos. El bosque tropical perennifolio resultó ser el tipo de vegetación predominante y el bosque tropical caducifolio fue el siguiente en importancia para la especie. La distribución potencial, señala que forma parte de áreas de suma riqueza pues su área está dentro del área de mayor riqueza para el país y comparte áreas de importancia para especies endémicas. El modelo creado es bastante parecido a lo que se ha reportado por Howell y Webb (1995) lo que indica que la cantidad de datos es lo suficientemente buena para la creación del modelo así como para estimar el grado de sobre y subpredicción obtenidos.

Pionus senilis. Se trata de la única especie representada dentro de este género para el territorio nacional, distribuido de forma similar a las dos especies

anteriores, pero con una parte de su distribución potencial considerada sobre la costa del Pacífico, esta especie presenta una reducción de hábitat del 26% y aunque se encuentra principalmente en tierras bajas, su rango altitudinal es variado, encontrándose datos en el intervalo de los 2000 a los 2500 m. En lo que respecta a la vegetación, se encontró predominantemente en el bosque tropical perennifolio.

De acuerdo con Juniper y Parr (1998) no se ha detectado una declinación de la especie, sin embargo Macías *et al.* (2000) la consideró como amenazada principalmente al desconocer rasgos de la dinámica poblacional y la biología reproductiva de la especie. Actualmente ya no esta considerada dentro de la nueva Norma Oficial Mexicana (DOF 2002). La distribución potencial de la especie se ve ampliada en la costa de Guerrero y Oaxaca, además de la región noroeste de la Península de Yucatán. Esta ampliación de su distribución puede ser parte de la sobrepredicción causada por el algoritmo pues no hay registros de la existencia de la especie en estas regiones.

Pionopsitta haematotis. Al igual que *Pionus senilis*, es la única especie del género que se encuentra en México. Teniendo la mayor parte de su distribución en Centroamérica y encontrando en México el límite norte de dicha distribución (Juniper y Parr 1998). La reducción del hábitat es del orden de 24% y es considerada como amenazada (DOF 2002). La deforestación de las zonas donde habita ha sido un grave problema pues ha reducido sus poblaciones, aunque se trata de una especie que puede tolerar un poco la perturbación de las zonas que habita (Juniper y Parr 1998). No es muy común en cautiverio, por lo que la atención que se le debe prestar debe estar más enfocada en la preservación de su hábitat pues ha sido extirpada de Veracruz, Tabasco y Campeche, además de algunas zonas de Oaxaca (Macías *et al.* 2000).

El modelo de distribución potencial esta sumamente apegado a los mapas propuestos por Howell y Webb (1995) y Juniper y Parr (1998). Lo que indica que los puntos utilizados fueron suficientes para crear esta predicción sin los posibles errores de sobrepredicción y subpredicción que se han visto en otras especies.

Amazona farinosa. Con una distribución del centro de Veracruz hacia el sur, se encuentra *Amazona farinosa*. Esta distribución potencial, resulta ser la más norteña pues la mayor parte de su distribución se encuentra en Sudamérica

(Juniper y Parr 1998). El 26% de su distribución se encuentra afectado por el cambio de uso de suelo, incluso, Juniper y Parr (1998) la reportan como rara en Veracruz haciéndose más común hacia la Península de Yucatán. Esta especie, se encuentra en bosque tropical perennifolio, a altitudes rara vez mayor a 200 metros.

De acuerdo con Macías *et al.* (2000) la especie ha sido extirpada de Oaxaca, Tamaulipas, Campeche y Veracruz. La demanda de esta especie como mascota es a nivel internacional, por lo que el tráfico puede llegar a afectarla, aunque el mayor riesgo que presenta es la destrucción de sus hábitats. En México forma parte de las zonas de mayor riqueza, y llega a compartir áreas con una o dos especies endémicas. La distribución potencial obtenida aunque es parecida a la propuesta por Howell y Webb (1995), presenta una gran fragmentación, por lo que el área es menor y desaparece por completo en zonas como Veracruz y Tabasco al realizar el análisis de pérdida de hábitat.

Bolborhynchus lineola. Distribuido en las zonas más altas donde predomina el bosque de coníferas y encinos y bosque mesófilo. Encontrado a partir de los 500 m hasta los 3,000 con una mayor frecuencia entre los 1,500 y los 2,000 m, esta especie no es tan común verla en cautiverio, por lo que la principal amenaza que presenta es la de la destrucción de las zonas en las que habita. En México los bosques mesófilos ocupan solo el 10% del territorio nacional, y son el tipo de vegetación más amenazado por la explotación (Rzedowski 1983). Para esta especie el porcentaje de pérdida de hábitat es del 26%, lo que elimina varias zonas de la distribución potencial obtenida, la cual se ajusta a las zonas altas y corresponde de forma más clara a los patrones de altitud y tipo de vegetación de lo que representa Howell y Webb (1995) Esta especie se encuentra como amenazada en México (SEMARNAP 2002), por lo que el cuidado y preservación de los bosques en los que habita deben ser prioritarios para que no llegue a encontrarse en peligro. Forma parte de las zonas de mayor riqueza del país, y comparte zonas con una o dos especies endémicas.

Amazona xantholora. Restringida a la Península de Yucatán y la zona del Caribe se encuentra *Amazona xantholora*, que se encuentra en las tierras bajas no más allá de los 200 m. de altitud, en bosques tropicales perennifolios y subcaducifolios. Esta especie presenta una reducción de hábitat del 10% y es, de

todas las especies, la que obtuvo el valor más bajo. Sin embargo, esto no significa que sus poblaciones no se encuentren amenazadas por la captura de individuos para el comercio o por la deforestación que se lleva a cabo en la zona. El área que ocupa en cuanto a la riqueza es moderada, aunque es importante señalar que es la única especie en la isla Cozumel, lugar considerado por algunos endemismos para el país (*Toxostoma guttatum*, *Crax griseomi*). La distribución potencial de la especie no ofreció ningún problema pues en todo momento los modelos presentaron como hábitat potencial la Península de Yucatán que es donde habita.

El enfoque del modelaje y el manejo de los psitácidos

Los resultados presentados en este trabajo son una aproximación preliminar al complejo problema del conocimiento de los recursos naturales, en particular los Psitácidos. Debido a la carencia de datos completos provenientes de diversas fuentes (Navarro et al. 2002), la metodología predictiva permite hacer inferencias en dos grandes vertientes. Primero, en la generación de áreas de distribución más precisas, que puedan ser correlacionadas a través del uso de coberturas digitales y que generen datos cuantitativos de las preferencias ecológicas de las especies (ej. Colchero-Aragón 2001). Segundo, en la generación de hipótesis geográficas en las cuales existan áreas potenciales de distribución no conocida, en las cuales se puede realizar trabajo de campo intensivo para su comprobación.

El caso de los loros mexicanos es especial, en el sentido de que se trata de un taxón muy presionado por el comercio (Iñigo-Eliás y Ramos 1991) y por la destrucción del hábitat (Macías et al. 2002). El uso de metodologías como la aquí presentada, en conjunto con profundos estudios de campo (Rodríguez-Estrella et al. 1992) laboratorio y de propagación de especies en cautiverio (Iñigo-Eliás 1999), darán una nueva esperanza a la sobrevivencia de este grupo en México y en el Mundo.

LITERATURA CITADA

- Álvarez-Mondragón, E. 1997. Patrones de distribución y endemismo de la Familia Mimidae (Aves: Passeriformes) en México. Tesis de licenciatura. Fac. Ciencias. UNAM.
- Álvarez T. y F. de Lachica. 1974. Zoogeografía de los vertebrados de México, en el escenario geográfico, México: panorama histórico y cultural, II. SEP-INAH. 219-295.
- Andrie, R. F. 1967. Birds of the Sierra de Tuxtla in Veracruz, Mexico. *Wilson Bull.* 79 (2): 163-187.
- AOU (American Ornithologists' Union). 1998. Check list of North American birds, 7th ed. Washington D. C.
- Baker, R. H. 1958. Nest of the Military Macaw in Durango. *Auk* 75: 98.
- Berlanga-Cano, M. y R. Gutiérrez-Ronces. 1990. Ecological aspects of the Yucatan Parrots and perspectives for their conservation. *AFA Watchbirds* 1990: 12-21.
- Binford L. C. 1989. A distributional survey of the birds of the Mexican state of Oaxaca. *Ornithological Monographs* 43: 405.
- BirdLife International. 2000. Threatened birds of the World. Barcelona y Cambridge, UK. Lynx Edicions y BirdLife International.
- Block W. M. y L. A. Brennan. 1993. The habitat concept in ornithology. *Curr. Ornithol.* 11: 35- 91.
- Brattstrom, B. H. y T. R. Howell. 1956. The birds of the Revillagigedo Islands, Mexico. *Condor* 58: 107-120.
- Brewster, W. 1889. Descriptions of supposed new birds of Western North America and Mexico. *Auk* 6: 85-98.
- Ceballos G. y L. Márquez-Valdelamar. 2000. Las Aves de México en Peligro de Extinción. FCE-UNAM-CONABIO. 430 pp.
- Cervantes-Zamora, Y., Cornejo-Olguín, S. L., Lucero-Márquez, R., Espinoza-Rodríguez, J. M., Miranda-Viquez, E. y Pineda-Velázquez, A. (1990). "Clasificación de Regiones Naturales de México II", IV.10.2. Atlas Nacional de México. Vol. II. Instituto de Geografía, UNAM. México.

- Colchero-Aragón, F. 2001. Análisis de la distribución del berrendo (*Antilocapra americana*) en México. Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias. UNAM.
- Collar, N. J., L. P. Gonzaga, N. Krabbe, A. Madroño N., L. G. Naranjo, T. A. Parker III y D. C. Wege. 1994. Threatened Birds of the Americas. The ICBP/IUCN Red Data Book. Cambridge, Gran Bretaña.
- Collar, J. 1997. Family Psittacidae (Parrots). Pp. 280-477. En: J. del Hoyo, A. Elliot y J. Sargatal, (eds.). Handbook of the Birds of the World. Vol. 4 Sandgrouse to Cuckoos. Lynx Editions, Barcelona.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1997). "Provincias biogeográficas de México". México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO. (1998). "División política estatal". Escala 1:250 000 - 1:1 000 000. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1999). "Índice de cartas 1:50 000". Extraído del Inventario de Información Geográfica. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI-1992), México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1999a). Taller de Regionalización Ecológica y Biogeográfica (TREB) "Ecorregiones de México". México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1999b). "Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO". Ciudad de México, México.
- Cracraft, J. 1983. Species concepts and speciation analysis. Curr. Ornithol. 1: 159-187.
- Crisci, J. 1994. La especie: realidad y conceptos. Págs 53-64. En Taxonomía biológica. J. Llorente e I. Luna (eds.) UNAM-FCE. México.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-059-1994. Lunes 16 de mayo de 1994.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-059-2001. Miércoles 6 de marzo de 2002.

- Eberhard, J. R., T. F. Wright y E. Bermingham. 2001. Duplication and concerted evolution of the mitochondrial control region in the parrot genus *Amazona*. *Mol. Biol. Evol.* 18 (7) 1330-1342.
- Elkie, P., R. Rempel y A. Carr. 1999. Match Analyst User's Manual. Ont. Min. Natur. Resour. Northwest Sci. & Technol. Thunder Bay. Ont. TM-002.16 pp + Append.
- Enkerlin, E. 2000. Loro Tamaulipeco. En *Las Aves de México en Peligro de Extinción*. G. Ceballos y L. Márquez-Valdelamar (eds). FCE-UNAM-CONABIO. México
- EROS Data Center Distributed Active Archive Center (LP DAAC). 1997. U.S. Geological Survey's EROS Data Center in Sioux Falls, South Dakota.
- Escalante, P. 1988. *Aves de Nayarit*. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Escalante, P., A. G. Navarro y A. T. Peterson. 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres. En *Diversidad biológica de México, orígenes y distribución*. Págs. 279 - 304. T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds). IB-UNAM. México.
- Escalante, P., A. M. Sada y J. Robles-Gil. 1996. Listado de nombres comunes de las aves de México. CONABIO-Sierra Madre. México.
- ESRI. 1998. Arc View GIS ver. 3.1 Environmental Systems Research Inc. EUA.
- Feria, T. P. y A. T. Peterson. 2002. Prediction of bird community composition based on point-occurrence data and inferential algorithms: a valuable tool in biodiversity assessments. *Diversity and Distributions* 8: 49-56.
- Ferrusquía-Villafranca, I. (1990). "Provincias Bióticas (con énfasis en criterios morfotectónicos)" en *Regionalización Biogeográfica, IV.8.10*. Atlas Nacional de México. Vol. II. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Flores, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo*. UNAM-CONABIO. México. 439 pp.
- Forshaw, J. M. 1977. *Parrots of the World*. T. F. H. Publications. Melbourne. Australia 584 pp.
- Friedmann, H., L. Griscom & R. T. Moore. 1950. *Distributional Check-list of the birds of Mexico. Part I. Pacific Coast Avifauna* 29: 1-202.

- García-Trejo, E. A., C. A. Ríos-Muñoz y A. Navarro S. 1999. Corología de las aves de México, un enfoque metodológico. Abstr. VI Congr. Ornit. Neotrop. Monterrey, México.
- Gobbi, J., D. Rose, G. De Ferrari y L. Sheeline. 1986. Parrot smuggling across the Texas-Mexico border. TRAFFIC. USA. 31 pp.
- Godown, M. E. y A. T. Peterson. 2000. Preliminary distributional análisis of US endangered bird species. Biodiv. & Conserv. 9: 1313-1322.
- Gordillo-Martínez, A. 1998. Patrones de distribución de la Familia Phasianidae (Aves: Galliformes) en la República Mexicana. Tesis de licenciatura. FES-Zaragoza. UNAM.
- Grajal, A. 2000. The Neotropics (Americas). En Parrots. Status Survey and Conservation action plan 2000-2004. (eds.) N. Snyder, P. McGowan, J. Gilardi, A. Grajal.
- Greenway. 1957. Extinct and Vanishing birds of the world. Dover publ. EUA.
- Guisan, A. y N. E. Zimmermann. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. Ecol. Model. 135: 147-186.
- Haffer, J. H. 1997. Species concepts and species limits in ornithology. Págs. 11-24 En: J. del Hoyo, A. Elliot, J. y Sargatal, (eds.). Handbook of the Birds of the World. Vol. 4 Sandgrouse to Cuckoos. Lynx Editions, Barcelona.
- Hardy, J. W. y R. W. Dickerman. 1955. The taxonomic status of the Maroon-Fronted Parrot. Condor 57: 305-306.
- Howell S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press. New York. EUA.
- Hutchinson, G. E. 1957. Concluding remark. Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. 22. 415-427.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1982. Carta de México Topográfica 1:250 000. INEGI, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Lugo-Hupb J., Vidal Zepeda, R., Fernández-Equiarte, A., Gallegos-García, A., Zavala-H, J. 1990. "Hipsometría". Extraído de Hipsometría y Batimetría, I.1.1. Atlas Nacional de México. Vol. I.. Instituto de Geografía, UNAM. México.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) - Instituto Nacional de Ecología (INE), Dirección de Ordenamiento Ecológico General. (1981-1991). "Uso de suelo y vegetación". México.
- Iñigo-Eliás, E. y M. A. Ramos. 1991. The psittacine trade in Mexico. Págs. 380-392 en: Robinson, J. G. y K. H. Redford (eds.) The University of Chicago Press, Chicago.
- Iñigo Elias, E. 2000a. Guacamaya verde. En Las Aves de México en Peligro de Extinción. G. Ceballos y L. Márquez-Valdelamar (eds). FCE-UNAM-CONABIO. México
- Iñigo Elias, E. 2000b. Guacamaya roja. En Las Aves de México en Peligro de Extinción. G. Ceballos y L. Márquez-Valdelamar (eds). FCE-UNAM-CONABIO. México
- Iñigo Elias, E. 1999. Las guacamayas verde y escaflata en México. Biodiversitas 25: 7-11
- Jehl Jr. J. R. y K. C. Parkes. 1982. The status of the avifauna of the Revillagigedo Islands, México. The Auk 100: 551-559.
- Juniper, T. y M. Parr. 1998. Parrots. A guide to parrots of the world. Yale University Press. Londres. Gran Bretaña.
- Lanning, D. V. 2000. Cotorra Serrana Oriental. En Las Aves de México en Peligro de Extinción. G. Ceballos y L. Márquez-Valdelamar (eds). FCE-UNAM-CONABIO. México
- Lanning, D. V. y M. Lammertink. 2000. Cotorra Serrana Occidental En Las Aves de México en Peligro de Extinción. G. Ceballos y L. Márquez-Valdelamar (eds). FCE-UNAM-CONABIO. México
- Lammertink, M., J.A. Rojas-Tome, F.M. Casillas-Orona and R.L. Otto. 1994. Estatus y conservación de los bosques maduros y las aves endémicas en la zona de pino-encino de la Sierra Madre Occidental, México. CIPAMEX. México.
- Luna, I. 1994. Los conceptos de especie evolutiva y filogenético. Págs 83-94. En Taxonomía Biológica. J. Llorente e I. Luna (eds.). UNAM-FCE. México.
- Macías, C. E. Iñigo-Eliás y E. Enkerlin (eds). 2000. Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los psitácidos de México. 145 pp.

- Manel, S. , J. M. Dias, S. T. Buckton y S. J. Ormerod. 1999. Alternative Methods for predicting species distribution: an illustration with Himalayan river birds. *Journal of Applied Ecology* 36: 734-747.
- McKittrick, M. C. y R. M. Zink. 1988. Species concepts in ornithology. *Condor* 90: 1-14.
- Medina-Macías, M. N. 2002. Patrones de distribución de las aves en la sierra del Espinazo del Diablo, Sinaloa – Durango. Tesis de Maestría FC-UNAM.
- Microsoft. 2000. Microsoft Access 2000. Microsoft Corporation. EUA.
- Microsoft. 2001. Microsoft Excel XP. Microsoft Corporation. EUA.
- Miller, W. de W. 1905. List of birds collected in Southern Sinaloa, Mexico by J.H. Batty, during 1903- 1904. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 21:339-369
- Monroe, B. L. Jr. y T. R. Howell. 1966. Geographic variation in Middle American Parrots of the *Amazona ochrocephala* complex. *Occ. Pap. Mus. Zool. Louisiana State University* 34.
- Moore, R. T. 1937. A new race of Finsch's parrot. *Auk* 54: 528-529.
- Navarro, A. G., E. A. García-Trejo y Y. J. Nakazawa U. (en prensa) Modelos de Regionalización Biótica y Ecológica: Su valor para el estudio de la avifauna endémica mexicana. En: Modelos de regionalización biogeográfica y ecorregiones de México. CONABIO. México.
- Navarro, A. G y A. T. Peterson. (en rev.). An alternative species taxonomy of the birds of Mexico.
- Navarro, A. G., A. T. Peterson y A. Gordillo-Martinez. 2002. A mexican case study on a centralised data base from world natural history museums. *CODATA Data Science Journal* 1 (1): 45-53
- Navarro-Parraud, M. C. y G. Legorreta Paulin. 1998. Sistemas de Información Geográfica. Publ. Docentes Mus. Zool. "Alfonso L. Herrera". Fac. Ciencias, UNAM.
- Nelson, E. W. 1899. Descriptions of new birds from Northwestern Mexico. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 13: 25-31.
- Nelson, E. W. 1928. Descriptions of three new subspecies of birds from Mexico and Guatemala. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 41: 153-156.

- Nix, H. A. 1986. A biogeographic análisis of Australian elapid snakes. En Atlas of Australian Elapid Snakes. (Bureau Flora Fauna, ed.) Bureau Flora Fauna, Camberra, Australia. 4-15 pp.
- Odum, E. 1971. Fundamentals of Ecology. Saunders. Philadelphia, Pennsylvania.
- Paynter, R. A. Jr. 1955. The Ornitogeography of the Yucatan Peninsula. Peabody Mus. Nat. Hist. Bull. 9, 1-137.
- Pérez-Ramírez, J. J. y L. E. Eguiarte. 1989. Situación actual de tres especies del género *Amazona* (*A. ochrocephala*, *A. viridigenalis*, *A. autumnalis*) en el Noroeste. *Vida Silvestre Neotropical* 2: 63-67.
- Peters, J. L. 1976. Check-list of birds of the world (Vol. III). Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Cambridge, Massachusetts.
- Peterson, A. T., y A. G. Navarro. 1999. Alternate species concepts as bases for determining conservation areas. *Conservation Biology* 13 (2): 427-431.
- Peterson, A. T., V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, J. Bartley, R. W. Buddemeier. A. G. Navarro S. 1999. Effects of global climate change on geographic distributions of mexican Cracidae. *Ecol. Model.*
- Peterson, A. T., J. Soberón y V. Sánchez-Cordero. 1999. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science* 285: 1265-1267.
- Peterson, A. T., S. L. Egbert, V. Sánchez-Cordero, K. P. Price. 2000. Geographic analysis of conservation priority endemic birds and mammals in Veracruz, Mexico. *Biol. Conserv.* 93: 85-94.
- Peterson, A. T. 2001. Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modeling. *Condor* 103: 599-605.
- Peterson, A. T., L. G. Ball, y K. P. Cohoon. 2002^a. Predicting distributions of Mexican birds using ecological niche modeling methods. *Ibis* 144 (on-line), E27-E32.
- Peterson, A. T., M. A. Ortega-Huerta, J. Bartley, V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, R. H. Buddemeier y D. R. B. Stockwell. 2002^b. Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature* 416: 626-629.
- Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, J. Fa. 1998. Diversidad biológica de México. IB-UNAM. México. 792 pp.
- Redford, K. H. 1992. The empty forest. *Bioscience* 42(6): 412-422.

- Ridgely, R. S. 1981. The current distribution and status of mainland neotropical parrots. En Pasquier, R. F. 1981 Conservation to New World Parrots. Proceed ICBP Parrot Working Group Meeting, St. Lucia, 1980. ICBP Technical Publ. No. 1.
- Ríos-Muñoz, C. A., P. Morales-Pérez y A. Navarro S. 2001. The extinct birds of Mexico: What do we know about them?. Abstr. 119th meeting of the American Ornithologists' Union. Seattle, Washington. EUA.
- Rodríguez-Estrella, R. 2000. Perico de Socorro. En Las Aves de México en Peligro de Extinción. FCE-UNAM-CONABIO. (Eds.) G. Ceballos y L. Márquez-Valdelamar.
- Rodríguez-Estrella, R., E. Mata y L. Rivera. 1992. Ecological notes on the Green Parakeet of Isla Socorro, México. The Condor 94: 523 – 525.
- Rodríguez-Estrella, R., L. Rivera y J. F. H. Anguiano. 1995. Nest-site characteristics of the Socorro Green Parakeet. The Condor 97: 575 – 577.
- Rodríguez-Estrella, R., G. Arnaud, S. C. Álvarez y A. Rodríguez. 1991. Predation by feral cats on birds at Isla Socorro, México. Western Birds 22: 141-143.
- Rodríguez-Yáñez, C., Villalón, R. y A. G. Navarro. 1994. *Bibliografía de las Aves de México (1825-1992)* Publ. Esp. Mus. Zool. No.4, 1-146.
- Romeo, E. 1995. La fauna introducida: Una amenaza para las especies de las islas. Biodiversitas 4: 8-12
- Rowley, I. 1997. Family Cacatuidae (Cockatoos). Págs. 246-279. in: J. del Hoyo, A. Elliot, J. y Sargatal, (eds.). Handbook of the Birds of the World. Vol. 4 Sandgrouse to Cuckoos. Lynx Editions, Barcelona.
- Rusell S. M. y G. Monson. 1998. Birds of Sonora. University of Arizona Press. Estados Unidos. 360 pp.
- Rzedowski, J. 1983. Vegetación de México. 4ª reimpresión 1988. Limusa. México. 432 pp.
- Rzedowski, J. (1990). "Vegetación Potencial". IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Salvin, O. 1863. Descriptions of thirteen new species of birds discovered in Central America by Frederick Godman and Osbert Salvin. Procc. Zool. Soc. London 186-192.
- Salvin, O. y F. D. Godman. 1889. Notes on mexican birds. Ibis 6: 232-243.

- Sánchez, O., M. Tambutti, A. Aldama. 2001. Determinación de riesgo en especies silvestres en México. Resúmenes del XVI Congreso Nacional de Zoología. Zacatecas, Zacatecas, México.
- Schaldach Jr., W. J. 1963. The Avifauna of Colima and adjacent Jalisco, Mexico. *Procc. West. Found. Vert. Zool.* 1 (1): 1-100.
- Schnell, G. D., J. S. Weske y J. J. Hellack. 1974. Recent observations of Thick-billed Prrots in Jalisco. *Willson Bull.* 86 (4): 464-465.
- Shaw D. M. y S. F. Atkinson. 1990. An introduction to the use of geographic information systems for ornithological research. *Condor* 92: 564-570.
- Skeate, S. T. 1984. Courtship and reproductive behavior of captive White-fronted Amazon Parrots *Amazona albifrons*. *Bird behavior* 5:103-109.
- Snyder, N., McGowan, P., Gilardi, J., y Grajal, A. (eds.). 2000. Parrots. Status Survey and Conservation Action Plan 2000-2004. IUCN, Gland, Switzerland y Cambridge, UK. 180 pp. 2000-2004. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. x + 180 pp.
- Soberón, J. y M. Tambutti. 2001. Determinación del riesgo de extinción en especies silvestres en México. Reunión Satélite. XV Congreso Mexicano de Botánica. Jurica, Queretaro, México.
- Stockwell, D. R. B. y I. R. Noble. 1991. Induction of sets of rules from animal distribution data: A robust and informative method of data analysis. *Math. Comp. in Simul.* 32: 249-254.
- Stockwell, D. R. B. 1995. Fundamentals of Inferential Modeling. Presentación en el GIS Modeling workshop en Kioloa. Enero 16-20.
- Taylor, B. y A. Haslam. 1997. Cómo se hace un mapa. SEP. México-Inglarerra. 47 pp.
- UNEP-WCMC. 2002. UNEP-WCMC Species Database: CITES-Listed Species <http://valhalla.unep-wcmc.org/isdb/cites/taxonomy/index.cfm> (accesado en Septiembre de 2002).
- Vázquez-Yanes, C. y A. Orozco. 1998. La destrucción de la naturaleza. La Ciencia para todos. FCE. México.
- Vidal-Zepeda, R. (1990), Precipitación media anual en "Precipitación", IV.4.6. Atlas Nacional de México. Vol II. Instituto de Geografía, UNAM. México

- Vidal-Zepeda, R. (1990). Temperatura media anual en "Temperatura media", IV.4.4. Atlas Nacional de México. Vol. II. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Whitaker, R. L., S. A. Levin y R. B. Root. 1971. Niche, habitat, and ecotope. Am. Nat. 107: 321-338.
- Wiley, E. O. 1981. Phylogenetics: The teory and practice of phylogenetic systematics. J. Wiley & Sons, Nueva York.
- Zink, R. M. y M. C. McKittrick.1995. The debate over species concepts and its implications for Ornithology. Auk 112: 701-719.

ANEXO 1. Colecciones de las cuales se tomaron datos utilizadas en el presente trabajo y el país donde se encuentra

Colección	País
Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM	México
Instituto de Biología, UNAM	México
Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo	México
Universidad de Campeche	México
Canadian Museum of Nature	Canadá
Royal Ontario Museum	Canadá
University of British Columbia Museum of Zoology	Canadá
Brisith Museum (Natural History)	Inglaterra
Natuurhistorische Museum	Holanda
Museum Nationale d'Histoire Naturelle	Francia
American Museum of Natural History	Estados Unidos
Academy of Natural Sciences of Philadelphia	Estados Unidos
Bell Museum of Natural History	Estados Unidos
University of Nebraska	Estados Unidos
Carnegie Museum of Natural History	Estados Unidos
California Academy of Sciences	Estados Unidos
San Diego Natural History Museum	Estados Unidos
Denver Museum of Natural History	Estados Unidos
Delaware Museum of Natural History	Estados Unidos
Fort Hays State College	Estados Unidos
Field Museum of Natural History	Estados Unidos
Southwestern College	Estados Unidos
Iowa State University	Estados Unidos
University of Kansas	Estados Unidos
Los Angeles County Museum of Natural History	Estados Unidos
Texas Cooperative Wildlife Collections	Estados Unidos
Louisiana State University Museum of Zoology	Estados Unidos
Museum of Comparative Zoology, Harvard University	Estados Unidos
Moore Laboratory of Zoology, Occidental College	Estados Unidos
Museum Michigan State University	Estados Unidos
University of Arizona	Estados Unidos

Museum of Vertebrate Zoology, Berkley	Estados Unidos
University of California Los Angeles	Estados Unidos
University of Michigan, Museum of Zoology	Estados Unidos
University of Oklahoma	Estados Unidos
United States National Museum of Natural History	Estados Unidos
Western Foundation of Vertebrate Zoology	Estados Unidos
Peabody Museum, Yale University	Estados Unidos
Florida Museum of Natural History	Estados Unidos
Cornell Ornithology Collection	Estados Unidos
Burke Museum of Natural History	Estados Unidos