



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

FACULTAD DE CIENCIAS

**Estudio avifaunístico del estado de  
Sinaloa: análisis y perspectivas de  
conservación**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
BIÓLOGO**

**PRESENTA:**

**Iván Liebig Fossas**



Facultad de Ciencias  
UNAM

DIRECTOR DE TESIS:

DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGÜENZA

MÉXICO, D. F.

2004



FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR



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.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

BIBLIOTECA  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE LA PLATA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
EN CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
CALLE 50 N.º 1211  
1900 LA PLATA, BUENOS AIRES, ARGENTINA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ**  
**Jefe de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito: «Estudio avifaunístico del estado de Sinaloa: análisis y perspectivas de conservación».

realizado por Iván Liebig Fossas

con número de cuenta 09957803-3 , quien 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. Octavio Rafael Rojas Soto

Propietario

M. en C. Patricia Illoldi Rangel Patricia Illoldi R

Suplente

M. en C. Ma. Nelle Medina Macías Ma. Nelle Medina M

Suplente

Biól. Alejandro Gordillo Martínez A. D.

Consejo Departamental de Biología

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chaves

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA  
DE BIOLOGÍA

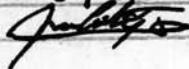
Esta tesis se desarrolló como parte de las actividades del taller "Faunística, Sistemática y Biogeografía de Vertebrados Terrestres de México" impartido en el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, a cargo de Dr. Adolfo G. Navarro Sigüenza.

Para su realización se obtuvo financiamiento por parte del programa de becas PROBETEL (Programa de Becas para la Elaboración de Tesis de Licenciatura en Proyectos de Investigación UNAM) así como de los proyectos R-27961 de CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología), IN-214200 y 233002 (DGAPA-UNAM) y DBI-9808739 de National Science Foundation.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Juan Liebig Fossas

FECHA: Junio 25, 2004

FIRMA: 

*"Mirad las aves del cielo..."*

Jesucristo (Mateo 6:26)

*"Desde lo nevado hasta lo arenoso, pasando por volcanes, playas, potreros, ríos, rocas, techos, trigales, carreteras, olas, por todas partes pájaros."*

Pablo Neruda (Arte de Pájaros)

## **DEDICATORIA**

### **A Dios,**

por haberme dado el privilegio de vivir y permitirme llegar hasta el día de hoy con salud

### **A mis padres Alberto y Rosa,**

por todo el amor que me tienen, por el apoyo que me brindan siempre y el gran ejemplo que son para mi

### **A mis hermanos Alan y Erwin,**

por todos esos momentos gratos y tristes que hemos compartido, por alegrar mi vida día con día

### **A mi media naranja,**

quien aunque aún no ha llegado, se que llegará en el momento indicado

## AGRADECIMIENTOS

Un proyecto generalmente requiere de la colaboración de muchas personas, y este no fue la excepción, por lo que quiero agradecer a todas aquellas que de una manera u otra estuvieron allí en el momento indicado, apoyándome y auxiliándome en todo. Me disculpo de antemano si olvido mencionar a alguien.

Primero que nada quisiera agradecerle a mi director de tesis el Dr. Adolfo Navarro quien no solo me abrió las puertas para comenzar a colaborar en los proyectos del museo, sino que me apoyó en todo momento en la elaboración de esta tesis. "Jefe": gracias por levantarme el ánimo y darme "cuchillitos" cuando fue necesario, por brindarme tu confianza y sobretodo tu amistad, especialmente gracias por buscar hacer de mi una mejor persona cada día. Gracias por todo el apoyo económico recibido y por estar allí siempre que lo necesité. No hubiera podido realizar este proyecto sin tu ayuda.

También quisiera agradecer a mi gran amigo Octavio Rojas por haber sido el que me inició en el maravilloso campo de la ornitología. "Profe": gracias por tu amistad incondicional durante todo este tiempo, por ayudarme desinteresadamente y por todo lo que he aprendido de ti académica y personalmente.

A Alejandro Gordillo por todo lo que me ha enseñado, por su ayuda en el manejo de Arc View, GARP y otros programas. "Gordile": gracias especialmente por tu tiempo, y por todos tus consejos para mejorar este trabajo.

Muy especialmente quisiera agradecerle a Ma. Nette Medina por compartir conmigo todo su conocimiento sobre su querido Sinaloa. Nelly: gracias por tu disposición en todo momento a ayudarme con la bibliografía y por tus consejos para mejorar el trabajo. Creaste en mí un cariño muy especial por Sinaloa y espero muy pronto tener la oportunidad de visitar este bello estado.

A la gente del Instituto de Biología que me asesoró en diversos aspectos, entre ellos al Dr. Enrique Martínez Meyer y a Constantino; también al Dr. Víctor Sánchez Cordero, a la M. en C. Patricia Illoldi y a Miguel Linaje por la asesoría en aspectos de modelaje y uso de SIG, así como por proporcionarme las coberturas con las que trabajé. Paty: especialmente a ti muchas gracias por aceptar ser mi sinodal y tomarte el tiempo para revisar mi tesis. Al Dr. Townsend Peterson por compartir sus conocimientos de modelaje durante su estancia en México así como por los recursos económicos que hicieron posible el viaje a las colecciones de Alemania.

A Marco Antonio González Bernal de la UAS por proporcionarme valiosos datos inéditos y por realizar la revisión a la lista de especies.

A los curadores de las colecciones mencionadas en el Apéndice 1, por permitimos el acceso a los ejemplares y datos, especialmente a Karl Schuchmann, André Weller, Renate van der Elzen, Sylke Franherth y Peter René Becker por su hospitalidad durante mi estancia en Alemania.

A PROBETEL por la beca recibida para la realización de este trabajo, así como a CONABIO, CONACYT, DGAPA-UNAM, British Council México, Universidad de Kansas y National Science Foundation, por el apoyo financiero proporcionado a la construcción de la base de datos del Atlas de las aves de México.

A mis compañeros y amigos de la generación: Ana Z., Arturo, Belém, Betsa, Carmina, Chio, Diana, Ferno, Hernán, Isabel, Mampo, Martha, Mike, Nadihelli, Pompa, Poncho, Rodrigo Rosa y Val por todos esos momentos que hoy son gratos recuerdos y que hicieron de mi paso por la carrera una etapa llena de momentos (y frases) inolvidables. Gracias por su amistad, espero contar con ella muchos años más; ustedes saben que cuentan con la mía.

A todos los maestros que contribuyeron a mi formación universitaria.

A mis compañeros y amigos del museo de Zoología: Andrés, Bernardo, Blanca, César, Chente, Erick, Fanny, Fer, Gaby G., Gaby I., Howell, Nanda, Maggie, Samuel y Yoshi.

A mis amigos: Albrecht, Ana, Chesare, Chuy, Eluart, Lidia, Ligie, Mariana, Marianeis, Marifer, More, Moy, Paco, Pau, Sandy (mi hermanita) y Villagomez,

A mis abuelos Opa (de Querétaro) y Omi (de Scotch) así como a Omi y especialmente a Opa (de resbaladilla) por haber mostrado siempre un interés en mi desempeño académico. A todos mis tíos y primos, y muy en especial al "Dotore", Paula y Andrea por haberme ayudado con la impresión de las imágenes.

Muy especialmente a mis hermanos Alan y Erwin por acompañarme en todo momento y sobretodo a mis queridos padres por impulsarme a buscar mis sueños, por demostrarme su amor en cada momento tanto en los de alegría como en los de tristeza, así como por darme la oportunidad de tener una gran educación, enseñarme principios y valores y siempre buscar lo mejor para mí. Los quiero mucho.

## RESUMEN

Se realizó un estudio de la riqueza avifaunística del estado de Sinaloa tomando en cuenta datos puntuales de colecciones y de la bibliografía. Se generó un listado del número total de especies registradas en este estado y con estos datos se creó una base de datos con un total de 14,930 registros. Se obtuvieron un total de 503 especies con presencia confirmada todas estas pertenecientes a 20 órdenes distintos. Del total de especies reportadas se encontró que el 53% corresponde a aves residentes, el 29% a migratorias y el otro 18% a otras categorías, mientras que el 17% de la avifauna del estado es de carácter endémico y el 13% se encuentra bajo algún estatus de protección. Se llevó a cabo un análisis de la distribución potencial para cada especie utilizando el modelo predictivo GARP (Genetic Algorithm for Rule Set Production) y refinando las predicciones con la cobertura de las ecorregiones de CONABIO (1999). Se obtuvieron un total de 426 mapas de predicciones exitosas. Se sobrelaparon los mapas en un sistema de información geográfico y se obtuvieron las áreas con mayor concentración de riqueza avifaunística, encontrando una acumulación máxima de 224 especies. Así mismo se hizo un análisis del endemismo y de las aves bajo estatus de conservación en el estado y se encontró una concordancia de las distribuciones de hasta 51 de las 86 especies endémicas y de hasta 25 de las 67 especies protegidas. Los mapas obtenidos se compararon con las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) dentro del estado. Se encontraron áreas con una riqueza avifaunística importante predicha y se proponen zonas en el estado como importantes para la conservación por el contenido de su avifauna.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	5
Avifauna sinaloense.....	5
Los modelos predictivos y su uso en la conservación.....	8
DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE SINALOA.....	10
Las áreas protegidas de Sinaloa.....	15
OBJETIVOS.....	19
MÉTODOS.....	20
Fuentes de información.....	20
Base de datos.....	21
Listado final de especies.....	22
Patrones de colecta.....	24
Mapeo y modelaje.....	25
RESULTADOS.....	31
Patrones de conocimiento de la distribución.....	37
Modelaje y mapas de riqueza.....	39
Riqueza total de especies.....	40
Riqueza de especies endémicas y cuasiendémicas.....	42
Riqueza de especies bajo alguna categoría de riesgo de la NOM- Ecol 059 (SEMARNAT 2001).....	43
Análisis de la riqueza y áreas protegidas.....	44

DISCUSIÓN.....	52
LITERATURA CITADA .....	59
APÉNDICE 1.....	71
APÉNDICE 2.....	73

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

### CUADROS

Cuadro 1	Presas localizadas en el estado de Sinaloa.....	13
Cuadro 2	Campos de la base de datos "Aves de Sinaloa" y su descripción .....	21
Cuadro 3	Coberturas utilizadas para el modelaje.....	26
Cuadro 4	Lista de especies presentes en Sinaloa bajo alguna categoría de riesgo según BirdLife International.....	36

### FIGURAS

Figura 1	División política de Sinaloa.....	11
Figura 2	Fisiografía del estado de Sinaloa.....	12
Figura 3	Tipos de vegetación en Sinaloa.....	14
Figura 4	Áreas Naturales Protegidas en el estado de Sinaloa.....	17
Figura 5	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) propuestas para el estado de Sinaloa.....	18
Figura 6	Procedimiento para la elaboración de los mapas únicos por especie.....	28
Figura 7	Localidades de colecta y registros en Sinaloa.....	32
Figura 8	Composición de la avifauna sinaloense a nivel taxonómico de orden.....	33
Figura 9	Riqueza de endemismos en el estado de Sinaloa.....	34
Figura 10	Riqueza de especies con base en su estacionalidad.....	35
Figura 11	Distribución de las especies de aves protegidas dentro del estado de Sinaloa por categoría .....	36
Figura 12	Número de especies presentes por localidad.....	37
Figura 13	Número de registros por localidad.....	38
Figura 14	Riqueza avifaunística total en Sinaloa.....	41

Figura 15	Riqueza de especies endémicas en el estado.....	42
Figura 16	Riqueza de especies protegidas dentro de Sinaloa.....	43
Figura 17	Riqueza total de especies vs. áreas naturales protegidas	44
Figura 18	Riqueza de especies endémicas vs. áreas naturales protegidas.....	45
Figura 19	Riqueza de especies protegidas vs. áreas naturales protegidas.....	46
Figura 20	Riqueza total de especies vs. AICAs.....	47
Figura 21	Riqueza de especies endémicas vs. AICAs.....	48
Figura 22	Riqueza de especies protegidas vs. AICAs.....	49
Figura 23	Predicción de la riqueza avifaunística dentro de las Areas Naturales Protegidas.....	50
Figura 24	Predicción de riqueza avifaunística dentro de las Areas de Importancia para la Conservación de las Aves.....	51

## INTRODUCCIÓN

México es un país con una gran riqueza biológica debido principalmente a su ubicación entre las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical (Toledo 1999). Esto, junto con su variedad de climas, su topografía y su historia geológica, ha permitido la existencia de una riqueza importante en diversos grupos taxonómicos (Escalante *et al.* 1993). Ocupa el cuarto lugar por su biodiversidad además de contener aproximadamente el 10% de todas las especies conocidas en el planeta y ocupando apenas el 1.4% de la superficie total de este. Además se sitúa en el primer lugar a nivel mundial en número de especies de reptiles, el segundo en mamíferos, el cuarto en anfibios y el séptimo en aves (CONANAP, 2003).

Para poder estudiar esta biodiversidad es necesario contar con fuentes de información primarias a partir de las cuales se pueda generar un mayor conocimiento. Entre estas fuentes destacan las colecciones biológicas, las cuales son de gran utilidad ya que almacenan una gran cantidad de información acerca de la biodiversidad mundial (Prys-Jones 2002). Se estima que existen aproximadamente unos tres mil millones de especímenes albergados en todo el mundo (Navarro *et al.* 2003a)

Las aves como componentes importantes de los ecosistemas han sido y continúan siendo muy utilizados para estudios de biodiversidad, ya que son excelentes indicadores ecológicos y se tiene un amplio conocimiento taxonómico y distribucional de dicho grupo. Tan solo en México existen más de 1,000 especies distintas lo que equivale a poco más del 10% del total de la avifauna mundial (Navarro *et al.* 2002).

Las aves han sido utilizadas en el campo de la conservación como un indicador debido a la fácil observación de estos organismos, así como de las respuestas que tienen a los cambios y alteraciones del ambiente (Peterson y

Navarro 1999; Arizmendi y Márquez 2000). Varios autores han realizado diversos trabajos en este campo utilizando las aves como modelo. Como un ejemplo podemos citar el trabajo llevado a cabo por Arizmendi y Márquez (2000) quienes se dieron a la tarea de generar una red a nivel nacional de áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAs) en México. Este proyecto se realizó en conjunto con el programa de las IBA's ("Important Bird Areas" por sus siglas en inglés) de Birdlife International (Wege y Long 1995). En dichos trabajos se les da gran peso a las aves para determinar áreas de importancia para la conservación.

Otro de los criterios más utilizados para considerar áreas prioritarias para la conservación es la presencia de especies endémicas, es decir aquellas cuya distribución se encuentra restringida al país o a alguna zona de este (Peterson y Navarro 1999, 2000). En este sentido, cabe mencionar los trabajos llevados a cabo por la organizaciones Birdlife International e International Council for Bird Preservation (Bibby *et al.* 1992). Como resultado de estos programas se desprende el libro de "Endemic Bird Areas of the World" en el cual se toma en cuenta el número de especies endémicas en una región para proponer áreas que resulten importantes para la conservación (Stattersfield *et al.* 1998). En este trabajo se considera a la vertiente occidental del Pacífico mexicano como un área importante para la conservación por su riqueza de endemismos, esta región comprende desde la desembocadura del río Colorado en el estado de Sonora, por todo lo largo de la costa del Pacífico hasta el estado de Colima. Los autores mencionan la presencia de un total de 8 especies endémicas de las cuales una se encuentra amenazada según los parámetros propuestos por Birdlife International.

Con base en la taxonomía propuesta por Navarro y Peterson (enviado) para las aves de México se reconocen un gran número de especies endémicas al país, encontrándose la mayor parte de éstas en el occidente. Incluso son varios los trabajos que determinan que esta región del país alberga una riqueza importante y la han propuesto como prioritaria para su conservación (Escalante *et al.* 1993; Navarro y Benítez 1993; Peterson y Navarro 2000; García-Trejo 2002).

Por otro lado los modelos predictivos son una gran herramienta que se han convertido en un parteaguas en los estudios de las distribuciones geográficas. Antes de la innovación de estas herramientas, los estudios arriba mencionados se realizaban únicamente con datos puntuales y las distribuciones consistían en englobar en polígonos una serie de registros puntuales (Navarro *et al.* 2003a). Esto con frecuencia causa imprecisiones, particularmente conforme la escala se vuelve más precisa, además de que depende de la cantidad de registros que se tengan del taxón y por ende del esfuerzo de colecta y de la disponibilidad de los datos, conocimientos que en ocasiones no son completos y presentan carencias importantes (Peterson *et al.* 1998).

Este problema de la distribución geográfica de los seres vivos, fue abordado con la implementación de los modelos predictivos, los cuales son programas que tienen la función de modelar la distribución geográfica y ecológica de las especies con base en las condiciones ambientales presentes en un área, reconociendo aquellas características ambientales que influyen directamente sobre su distribución (García-Trejo *et al.* 1999, Ríos-Muñoz 2002). Se reconoce la existencia de cuatro métodos dentro de los modelos predictivos: 1) análisis discriminatorios, 2) regresión logística, 3) redes neuronales y 4) algoritmos genéticos (Manel *et al.* 1999, Colchero-Aragón 2001, Ríos-Muñoz 2002). Probablemente son estos últimos los que permiten tener una mejor aproximación al problema de la distribución de las especies, ya que funcionan como programas de inteligencia artificial que por medio de la relación de datos biológicos (e.g. datos puntuales obtenidos de colecciones biológicas) e información geográfica generan una predicción del área disponible para una especie (Peterson 2001). Un ejemplo de esto fue la creación del programa BIOCLIM desarrollado por Nix (1986) el cual genera predicciones de distribución basándose en capas con intervalos de temperatura dentro de los cuales se han registrado las especies.

Posteriormente, Stockwell y Noble (1991) dieron un paso adelante con la creación de GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Prediction). El funcionamiento de GARP se basa en la utilización de diversos algoritmos genéticos, realizando combinaciones de una serie de reglas que se ajustan al nicho ecológico fundamental de la especie. La predicción generada puede ser proyectada en un sistema de información geográfico (SIG) (Anderson *et al.* 2003).

Con la finalidad de comprender mejor la distribución de la avifauna de Sinaloa en este trabajo se hace un compendio, recalcando la riqueza e importancia de ésta, además se lleva a cabo un análisis utilizando la información proporcionada de registros puntuales. Por medio de la elaboración de mapas de distribuciones potenciales se pretende analizar la distribución de la riqueza, el endemismo, y la posible creación de áreas de importancia para su conservación para el estado de Sinaloa usando a las aves como modelo.

## ANTECEDENTES

### Avifauna sinaloense

Los estudios avifaunísticos tienen como fin generar conocimiento de la riqueza ornitológica de una región particular. La realización de éstos a nivel estatal resultan ser una excelente herramienta para estudios de conservación ya que proporcionan una importante fuente de información muy valiosa como son los listados, los inventarios y los análisis de la distribución (Rodríguez Yañez *et al.* 1994). Algunos ejemplos de estos trabajos son los realizados por Van Rossem (1945) y más recientemente Russell y Monson (1998) para el estado de Sonora, Lowery *et al.* (1951) en Veracruz, el de Urban (1959) para el estado de Coahuila, Shaldach (1963) para Colima, Álvarez del Toro (1980) en el estado de Chiapas, Escalante (1988) para Nayarit, Binford (1989) para Oaxaca, así como los realizados por Navarro *et al.* (1993) en Querétaro y Navarro (1998) en Guerrero.

Sin embargo, el conocimiento de las aves en algunas partes del país ha sido casi insignificante. Este ha sido el caso del estado de Sinaloa (Rodríguez-Yañez *et al.* 1994, Medina 2002) en donde los estudios que se conocen no están actualizados, son incompletos, y no abarcan regiones importantes, a pesar de que se sabe que la riqueza avifaunística en este estado es enorme (Lively 2002). En comparación con otros estados del occidente del país la información que se tiene es muy reducida y a la fecha se carece de información sintética sobre las aves del estado (Navarro y Benítez 1993).

Existen aproximadamente unas 50 referencias acerca de las aves del Sinaloa (Rodríguez-Yañez *et al.* 1994), sin embargo no se cuenta con ningún trabajo que sintetice el conocimiento que se tiene de la avifauna hasta la fecha. Los estudios que hablan de la avifauna sinaloense son principalmente registros de nuevas especies y subespecies (e.g. *Cyanocorax dickey*, Moore 1935a; *Nyctibius*

*griseus lambi*, Davis 1959), así como listados de algunas localidades en las que se realizaron colectas y observaciones (e.g. Miller 1905, McLellan 1927, Medina 2002). Así mismo se encuentran notas y trabajos aislados como los de Loomis (1901) en el que hace una breve descripción de ejemplares de *Granatellus venustus* colectados en 1897 en las localidades de Tatemalis y Rosario. Posteriormente el mismo autor registra un rango de distribución más amplio para *Vireo hypochryseus* (Loomis 1902) por su distribución dentro del estado.

A pesar de ello, en Sinaloa se han realizado muestreos ornitológicos desde el siglo XIX, destacando los efectuados en la región de Mazatlán y Presidio, registrados en la Biología Centrali-Americana (Salvin y Godman 1879-1904). Este es sin lugar a duda el primer trabajo de importancia concerniente a la avifauna del estado. De esta colecta existe además testimonio por la revisión de algunos ejemplares llevada a cabo por Berlepsch (1888).

Otro de los trabajos principales para el conocimiento de la avifauna del estado la llevó a cabo J.H. Batty entre 1903 y 1904. En esta expedición Batty recorrió la parte sur de Sinaloa y norte de Nayarit, desde Mazatlán hasta Tepic, y durante este viaje colectó un total de 1164 ejemplares de 160 especies distintas. La colecta realizada por Batty fue documentada por Waldron de Witt Miller (Miller, 1905). También se cuenta con el trabajo realizado por McLellan (1927) quien hizo un listado de la avifauna de la localidad de Labrados, Sinaloa y de dos localidades más en Nayarit. Se colectaron solo 80 ejemplares aproximadamente en la localidad de Labrados, mismos que están albergados en su mayoría en la Academia de Ciencias de California (California Academy of Sciences).

Posteriormente se incrementaron los muestreos en otras regiones del estado de Sinaloa, siendo sin duda alguna el trabajo más importante hasta la fecha la colecta llevada a cabo por Chester C. Lamb, quien a lo largo de más de 30 años (1930-1961) recorrió distintos puntos a lo largo del estado y llevó a cabo una colecta exhaustiva de más de 5000 ejemplares, la mayoría de los cuales se

encuentran alojados en la colección del Moore Laboratory of Zoology en Pasadena, California.

Existen también trabajos realizados por Robert T. Moore, del cual se reportan en al menos nueve publicaciones distintas (Moore 1935 a y b, 1937 a y b, 1938 a, b y c, 1941, 1945). De estas publicaciones la contribución más importante probablemente sea la descripción de la chara pinta sinaloense (*Cyanocorax dickeyi*) cuyo ejemplar tipo fue colectado en la localidad de Rancho Batel por Chester C. Lamb en 1934 (Moore 1935 a). Moore, además desarrolló investigaciones referentes a la descripción de algunas formas nuevas de distintas especies colectadas (e.g. *Vireo pallens palluster*, *Ergaticus ruber melanauris*, *Asio stygius lambi*), registros no solo dentro del estado de Sinaloa, sino también de los estados de Sonora y Chihuahua (Moore 1935 b, 1937 a y b, 1938 b y c, 1941). Moore además hace una lista de registros importantes de una expedición llevada a cabo entre 1933 y 1937 en los estados de Sinaloa, Sonora y Chihuahua (Moore 1945) y señala la extensión de la distribución conocida para *Progne dominicensis sinaloae* (ahora *Progne sinaloae*) (Moore 1945).

Posteriormente Alden (1969) realizó un recorrido en algunas localidades de los estados del noroeste de México y plasmó sus observaciones en su libro "Finding Birds in Western Mexico: A Guide to the States of Sonora, Sinaloa & Nayarit" registrando un total de 383 especies de aves para Sinaloa. En su libro el autor menciona varias regiones con una importante riqueza avifaunística en las cuales es posible llevar a cabo observación de aves ("birdwatching").

Existen algunas publicaciones en los últimos 30 años referentes a la avifauna del estado. Entre ellas se encuentra una aclaración realizada por Banks (1975) sobre un ejemplar de *Rallus longirostris* (previamente mal identificado como *Rallus elegans*) colectado en Mazatlán, por Grayson. Otro reporte importante es el registro y colecta de un ejemplar de *Clanga hyemalis*, 15 Km. al suroeste de

Guamúchil en diciembre de 1979 (Kramer 1982), siendo este el primero colectado en México.

Otro tipo de estudios realizados en el estado, consideran a las grandes agrupaciones de aves acuáticas en las costas sinaloenses, las cuales han sido objeto de reportes y publicaciones en los últimos años. Como muestra se encuentran los trabajos llevados a cabo en la Bahía de Santa María por Carmona y Danemann (1994) en el que realizaron un censo de la composición avifaunística de la zona. Otro trabajo que igualmente reportó un conteo de las aves de esta zona fue llevado a cabo por Engilis *et al.* (1998) en esta misma bahía y en Ensenada Pabellones. Los autores registraron un total de 29 especies distintas de aves acuáticas. González-Bernal *et al.* (2002) por su parte, hacen un censo de algunas especies de aves acuáticas en Farallón de San Ignacio, frente a las costas de Topolobampo.

Recientemente Cupul-Magaña (2002) dedicó un capítulo del libro "Atlas de la Biodiversidad de Sinaloa" a la avifauna de este estado. En este capítulo elabora un listado y propone la posibilidad de que ocurran hasta 486 especies basándose en Howell y Webb (1995).

Por todo lo anterior se pretende por un lado organizar la información dispersa que se tiene de la avifauna de Sinaloa y de las áreas del estado bajo algún estatus de conservación a fin de obtener una síntesis que sirva de base para trabajos posteriores, y dar un nuevo enfoque a futuros estudios en el campo de la conservación. Por el otro lado, se pretende generar una base de datos que pueda servir como base para estudios posteriores.

#### Los modelos predictivos y su uso en la conservación

El uso de modelos predictivos con fines de conservación es un tema que ya ha sido abordado con anterioridad (Bojórquez-Tapia *et al.* 1995, Egbert *et al.* 1998, Peterson *et al.* 2000). El uso de estos modelos, resulta de especial importancia

cuando se carece de inventarios completos de la biodiversidad presente en alguna zona. Los estudios llevados a cabo con estas herramientas se han enfocado principalmente a la creación de reservas naturales. Una de los programas recientemente utilizados es el sistema de modelaje conocido como Desktop GARP, que ha sido utilizado en varios trabajos enfocados a la preservación de las especies (Godown y Peterson 2000, Peterson *et al.* 2000, Ríos-Muñoz 2002, Liebig *et al.* 2001, 2003) obteniendo resultados importantes y muy útiles en este campo. La ventaja que tiene este programa es que al generar predicciones con base en el nicho ecológico fundamental (Stockwell y Noble 1991) se puede tener una idea más clara de la situación real de conservación de la especie, ya que a diferencia de otros modelos (e.g. BIOCLIM, regresiones logísticas) el programa funciona por medio de la incorporación de reglas y condiciones necesarias para la presencia de las especies para la creación de los modelos. De esta manera el algoritmo funciona en un ambiente de aprendizaje, relacionando una serie de puntos de presencia conocida de la especie, con las zonas en donde no se conoce esta (Stockwell y Noble 1991). Basándose en una proyección geográfica, el programa relaciona las localidades que se tienen con las condiciones ambientales que allí prevalecen, recreando así el nicho ecológico de la especie, es decir las características necesarias para que la especie se encuentre en un lugar. La información de las localidades se encuentra disponible en las colecciones científicas por lo que a partir de datos puntuales o específicos, es posible inferir sobre una distribución más apegada a la real de las especies (Navarro *et al.* 2003 a).

El programa GARP funciona por medio del uso de coberturas o capas de información (mapas) de factores tanto bióticos (e.g tipo de vegetación) como abióticos (e.g temperatura). Estas coberturas son la representación gráfica de las diversas condiciones ambientales presentes en un determinado lugar. (Stockwell y Noble 1991).

Por otro lado el programa toma en cuenta los datos biológicos puntuales, es decir los datos de presencia confirmada de las especies. Dichos datos son el resultado de colectas (ejemplares de colecciones) y observaciones. Estos registros son introducidos al programa con el siguiente formato: nombre de la especie, latitud y longitud. (<http://www.beta.lifemapper.org/desktopgarp>). Las localidades son divididas al azar en dos grupos y siguiendo una rutina de producción, modificación, evaluación e integración de reglas genera las predicciones, comparando los datos puntuales con los parámetros geográficos en una serie de repeticiones hasta generar un modelo óptimo para la distribución de la especie (Stockwell y Noble 1991).

## DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE SINALOA

El estado de Sinaloa se encuentra en la porción noroeste del país, entre los 27° 02' y los 22° 29' latitud norte y los 105° 23' y 109° 28' longitud oeste. Limita al norte con los estados de Sonora y Chihuahua, al sur con Nayarit, al este con Durango y al oeste con el Golfo de California. La superficie total del estado abarca 58 092 kilómetros cuadrados, que representan el 2.9% del territorio nacional, ocupando el decimoséptimo lugar en el país en cuanto a extensión territorial. La superficie insular cuenta con 608 kilómetros cuadrados de superficie. Las lagunas litorales presentan una superficie de 2 290 kilómetros cuadrados, correspondiendo 670 a aguas continentales. Su forma es alargada y tiene una orientación NO-SE con 550 Km. de largo por 200 Km. de ancho en su extremo norte, y únicamente 60 Km. en su extremo sur. (INEGI 1999, 2000)

La división política del estado de Sinaloa está conformada por 18 municipios: Ahome, El Fuerte, Choix, Guasave, Sinaloa de Leyva, Mocorito, Salvador Alvarado, Angostura, Badiraguato, Navolato, Culiacán, Elota, Cosalá, San Ignacio, Mazatlán, Concordia, Rosario y Escuinapa. La capital del estado es Culiacán Rosales y cuenta con ciudades importantes como Los Mochis, Guasave, Guamuchil y Rosario (Figura 1) además de tener importantes puertos entre los

que destacan Mazatlán y Topolobampo, siendo no solamente los más importantes a nivel estatal sino también de los principales puertos del Pacífico mexicano (INEGI 2000).

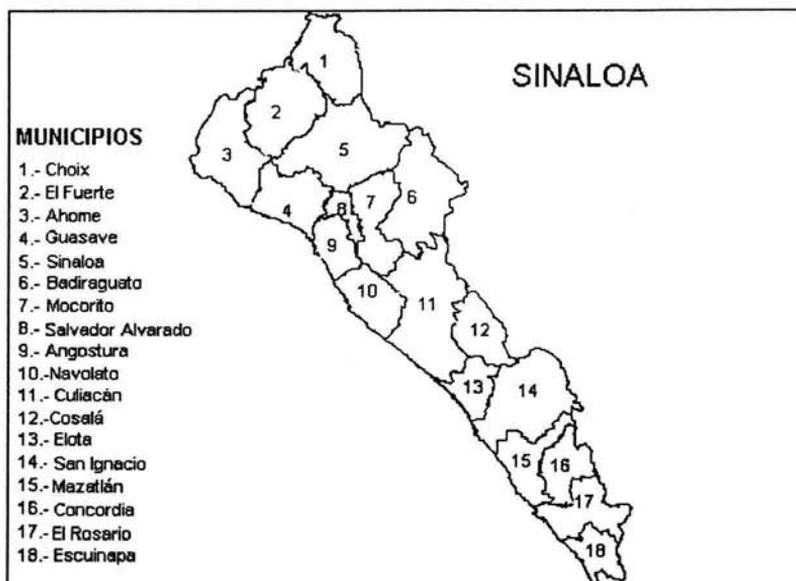


Figura 1. División política del estado de Sinaloa. (INEGI 2004a)

Con respecto a su composición geológica, ésta es principalmente ígnea, carácter derivado de la Sierra Madre Occidental. Intrusiones y extrusiones de magma que se localizan en las estribaciones de la misma sierra, la llanura costera y costa caracterizan la composición geológica del estado. Los sedimentos encontrados se pueden clasificar en dos tipos, primeramente las arenas y calizas de origen piroclástico (por su contenido de aglomerados, tobas y arenas volcánicas) de la era Cenozoica que son las más abundantes y por otro lado lutitas en un estado muy avanzado de metamorfización en forma de pizarras micáceas y areniscas en forma de cuarzitas. Los suelos predominantes son de dos tipos: chernozem o negros y chestnut o castaños, estos pertenecen al género de los ectadinomórficos los cuales se caracterizan en las zonas secas (INEGI 2004b).

El estado se encuentra dentro de dos grandes provincias fisiográficas que son la de la Sierra Madre Occidental y la Llanura Costera del Pacífico (Figura 2). La primera se localiza en los límites con los estados de Durango y Chihuahua en la porción norte y sureste y ocupa aproximadamente el 60% del estado. Esta provincia se caracteriza por un relieve de mesetas altas y extensas de roca volcánica. La segunda es la de la Llanura Costera y cubre el resto del estado, 40% aprox. en las partes norte y sudoccidentales. Las corrientes fluviales provenientes de la parte occidental de la Sierra Madre Occidental atraviesan la región. (INEGI 2004c).

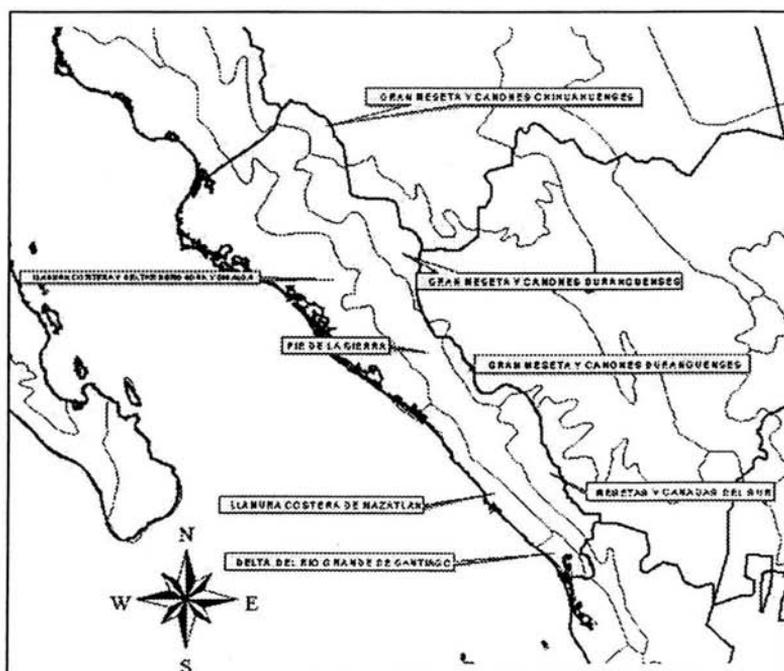


Figura 2. División fisiográfica del estado de Sinaloa. (INEGI 2004c)

El estado de Sinaloa cuenta con un amplio sistema de irrigación natural compuesto de numerosas corrientes, la mayoría de las cuales nacen en la parte oeste de la Sierra Madre Occidental principalmente en el estado de Durango,

aunque también algunos río de los estados de Chihuahua y Sonora. La extensa red de ríos permite que existan condiciones hidrológicas favorables para todo el estado. El agua es retenida en 14 presas principales de almacenamiento las cuales permiten que exista una importante actividad agrícola, así como la generación de energía eléctrica (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Presas localizadas en el estado de Sinaloa.

Nombre	Ubicación	Nombre	Ubicación
José López Portillo (El Comedero)	Río San Lorenzo	Josefa Ortiz de Dominguez	Río Fuerte
Miguel Hidalgo (Mahome)	Río Fuerte	Guillermo Blake Aguilar (El Sabinal)	Río Sinaloa
Adolfo López Mateos (El Humaya)	Río Culiacán	Eustaquio Buelna (Guamúchil)	Río Mocorito
Gustavo Díaz Ordaz (Bacurato)	Río Sinaloa	Las Juntas	Río Piaxtla -Río Elota -Río Quelite
Sanalona	Río Culiacán	Las Tortugas	Río Baluarte
Aurelio Benassini (El Salto)	Río Piaxtla -Río Elota -Río Quelite	Agua Grande	Río Acaponeta
Bacorehuis	Estero de Bacorehuis	El Caimanero	Río Presidio
FUENTE: INEGI. Carta Topográfica, 1:1 000 000. INEGI. Estudio Hidrológico del Estado de Sinaloa.			

Se ha determinado que existen 7 tipos de climas para el estado según el sistema de clasificación de Köpen modificado por García. De estos, el que ocupa una mayor extensión territorial es el cálido subhúmedo con lluvias en el verano, seguido por el semiseco muy cálido y cálido. Estos ocupan el 36.1% y el 20.9% respectivamente de la superficie total de Sinaloa. De menor extensión encontramos los climas: seco muy cálido y cálido (17.8%), semicálido subhúmedo con lluvias en verano (11.4%), muy seco cálido y muy cálido (9.5%), templado subhúmedo con lluvias en verano (4.1%) y seco semicálido (0.1%) (INEGI 2004d).

Con respecto al tipo de vegetación y al uso de suelo en el estado, se han identificado hasta 10 tipos de vegetación; sin embargo, es la selva baja caducifolia la que ocupa una mayor extensión (aprox. 40%). Esta selva esta compuesta principalmente por las especies *Acacia cymbispina*, *Lysiloma divaricata* y *Bursera simaruba*. El resto del estado esta cubierto por diversos tipos de bosques (pino,

encino y algunos vestigios de mesófilo de montaña principalmente), matorrales, pastizales y otros tipos de vegetación como lo son los ambientes acuáticos (Figura 3). La tierra utilizada para fines agrícolas ocupa aproximadamente un 35% del total del territorio (Flores 1994).

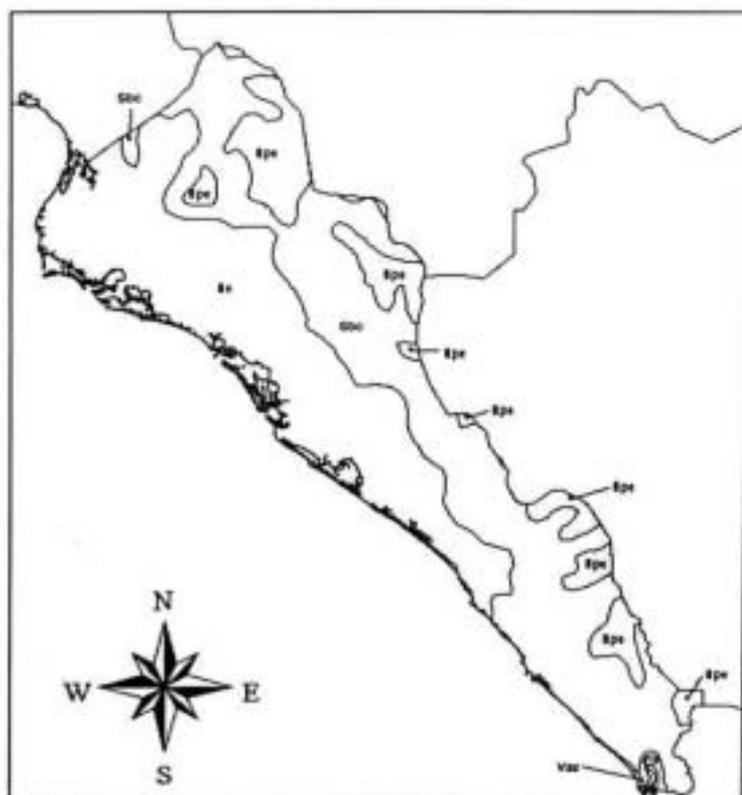


Figura 3. Tipos de vegetación en Sinaloa. (Bpe: Bosque de pino encino, Be: Bosque de encino, Sbc: Selva baja caducifolia, Vas: vegetación acuática y subacuática) (INEGI 2004c).

El estado posee además una importante biodiversidad, que sin embargo, al igual que con el grupo de las aves, ha sido estudiada irregularmente (Flores 1994). Se cuenta con estudios que se han realizado tanto de la herpetofauna (Hardy *et al.* 1969) como de la mastofauna (Armstrong *et al.* 1971, 1972; Jones *et al.* 1962).

Estos últimos trabajos son los reportes de los ejemplares colectados por J. H. Batty en su expedición a Sinaloa antes mencionada (Allen 1906).

### Las áreas protegidas de Sinaloa

Desde que el Desierto de los Leones se convirtió en Parque Nacional por decreto presidencial el 27 de noviembre de 1917 se comenzó en nuestro país una cultura de conservación por medio de la creación de reservas, esto con el fin de proteger aquellas zonas que resulten de importancia debido a su biodiversidad. Actualmente México cuenta con una red nacional de áreas protegidas a cargo de un organismo llamado CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), el cual trabaja en conjunto con la CONABIO (Comisión Nacional para el uso y conocimiento de la Biodiversidad) y a su vez con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). La CONANP se encarga de delimitar áreas con el fin de protegerlas para su conservación, así como de instituir planes de manejo en dichas reservas ([www.conanp.gob.mx](http://www.conanp.gob.mx)). La red de áreas naturales protegidas en México hasta el día de hoy cuenta con un total de 150 áreas naturales protegidas divididas en las siguientes categorías: Reservas de la Biosfera (34), Parques Nacionales (65), Monumentos Naturales (4), Áreas de Protección de Recursos Naturales (2), Áreas de Protección de Flora y Fauna (26) y Santuarios (17) que en su conjunto suman una extensión de más de 17 millones de hectáreas (CONANP, 2003).

Las áreas naturales en Sinaloa con una declaratoria de protección son en su mayoría presas, en donde se consideró a las cuencas de alimentación de las obras de irrigación, por lo que se estableció una veda total e indefinida en los montes (con vegetación natural) ubicados dentro de dichas cuencas (Diario Oficial 1949). Tal es el caso de las presas José López Portillo, Aurelio Benassini (El Salto), Sinaloa, Adolfo López Mateos, Miguel Hidalgo y Josefa Ortiz de Domínguez. En éstas presas, la vegetación circundante consiste en selva baja caducifolia, selva mediana, bosques templados y matorrales, hábitats reconocidos

en otros estados por su alta riqueza biológica (Rzedowski, 1978) y que en ésta entidad no fueron protegidos bajo este criterio. Asimismo, la región que rodea al puerto de Mazatlán y el Cerro del Vigía se decretaron como Zonas Protectoras Forestales, debido a la influencia que ejercen sus cubiertas vegetales en los órdenes climático e hidrológico (Diario Oficial 1935).

Sólo las playas Ceuta y El Verde Camacho (en los municipios de Elota y Mazatlán respectivamente) fueron consideradas desde la perspectiva de la conservación de especies, debido en ambos casos a los anidamientos de tortugas marinas que arriban a estas playas. Ambos sitios fueron decretados "santuarios" el 29 de octubre de 1989 con extensiones de playa de 35 y 30 Km. respectivamente (SEMARNAP e INE 2001). Asimismo, dentro del estado de Sinaloa solo se encuentran dos sitios protegidos a cargo de la CONANP bajo la denominación "áreas de protección de flora y fauna." Estos son:

A) El Área de Protección de Flora y Fauna "Meseta de Cacaxtla" que decreta un área de 50,862 ha. como Área Natural Protegida el 22 de noviembre del 2000, por ser considerada una "unidad ecológica en la que están presentes diversos ecosistemas de alta biodiversidad, así como de extrema fragilidad, siendo uno de los pocos sitios de la República Mexicana que aún conserva sistemas ecológicos bien desarrollados de bosque tropical deciduo." (SEMARNAT e INE, 2002).

B) Las Islas del Golfo de California fueron decretadas Área Natural Protegida el 2 de agosto de 1978. Dichas islas no solo pertenecen al estado de Sinaloa, sino también a los estados de Baja California, Baja California Sur y Sonora. (SEMARNAP e INE 2000) (Figura 4).

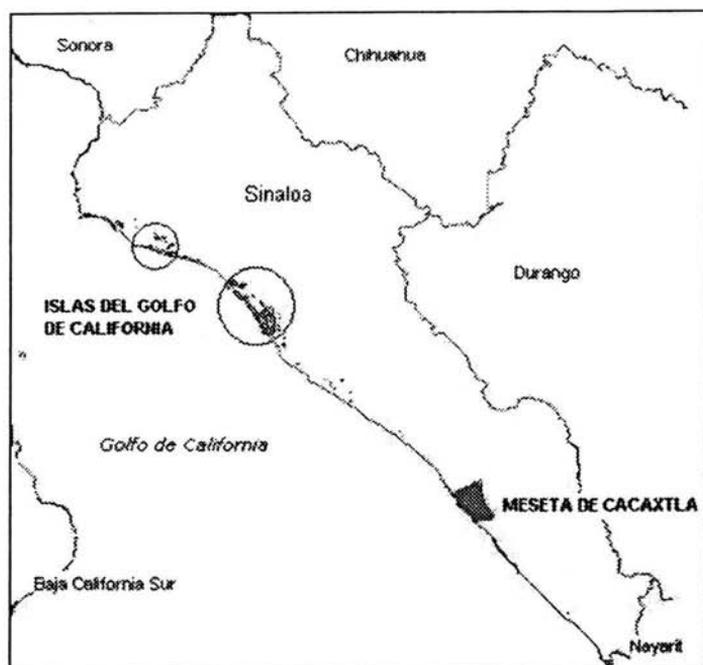


Figura 4. Áreas naturales protegidas en el estado de Sinaloa (Fuente CONANP 2003).

Por último se encuentra la zona de reserva ecológica y zona de refugio de aves marinas migratorias y flora y fauna silvestre "Islas del Municipio de Mazatlán" bajo la protección de un decreto estatal y comprende un conjunto de nueve islas que son: Isla Pájaro, Isla Lobo, Isla Venado, Islas Cordones, Isla Hermano del Norte, Isla Hermano del Sur, Isla Piedra Negra, Isla Roca Tortuga y la Playa El Verde Camacho (SEMARNAT e INE 2002).

Otras regiones han sido contempladas para su conservación dentro del estado. Fruto del trabajo llevado a cabo por Arizmendi y Márquez (2000) antes mencionado, se desprenden 12 áreas potenciales para la conservación en Sinaloa (Figura 5). De estas, 5 se encuentran exclusivamente en Sinaloa, todas ellas formando parte de ecosistemas acuáticos. El hecho de que la mayoría de estas zonas se encuentren en ambientes acuáticos se debe principalmente a la gran cantidad de aves marinas y acuáticas (Pelecaniformes, Charadriiformes,

Procellariiformes, Gaviiformes, Anseriformes y Ciconiformes) presentes en Sinaloa como el caso de las agrupaciones de Ensenada Pabellones donde se han registrado agrupaciones de más de 500 000 organismos (Cervantes-Abrego y González-Bernal 2000, Engilis *et al.*, 1998). Sin embargo, varias de estas regiones aún no cuentan con ningún tipo de protección.

Las otras áreas (7) se comparten con otros estados como Sonora (1), Chihuahua (1), Nayarit (1) y Durango (4). De estas, dos de ellas se localizan en ambientes acuáticos (Aguiabampo y Marismas Nacionales) y las otras 5 en las zonas altas (e.g. Río Presidio - Pueblo Nuevo).

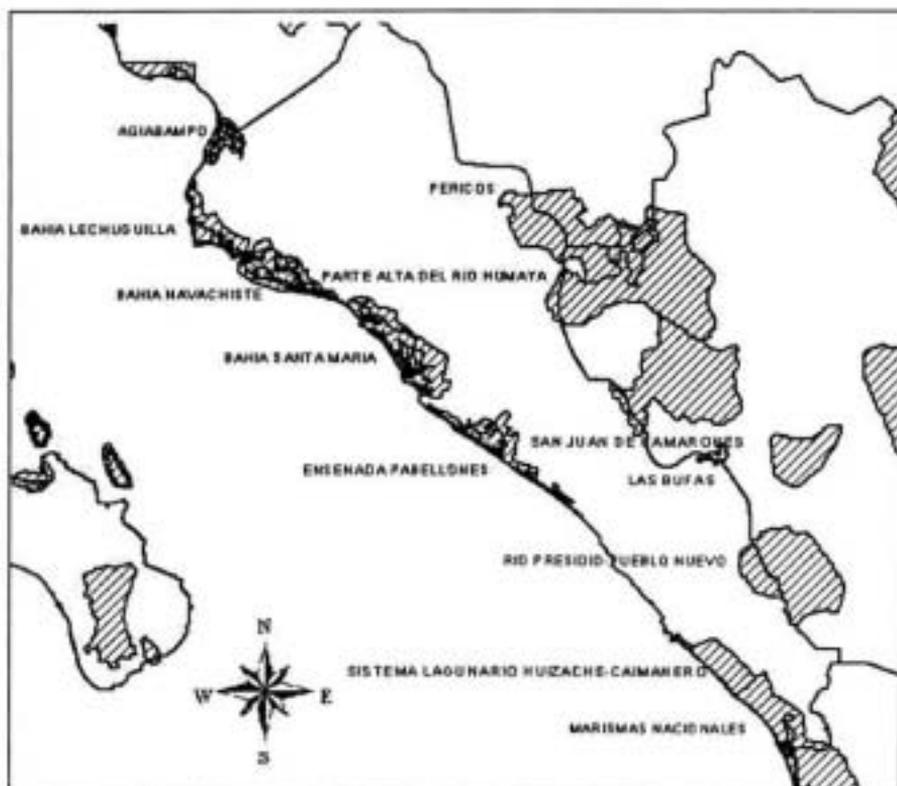


Figura 5. Áreas de Importancia Para la Conservación de las Aves (AICAs) propuestas para el estado de Sinaloa (Arizmendi y Márquez 2000).

## OBJETIVOS

### General

Analizar los patrones de distribución de la avifauna del estado de Sinaloa utilizando un modelo predictivo para analizar y discutir las perspectivas de conservación tomando en cuenta la riqueza, el endemismo y las especies bajo alguna categoría de riesgo, así como su estacionalidad.

### Particulares

- 1) Recopilar información puntual de las aves registradas en el estado de Sinaloa y organizarla en una base de datos.
- 2) Elaborar un listado de las aves presentes en Sinaloa tomando en cuenta la estacionalidad así como los estatus de conservación y de endemismo.
- 3) Describir patrones geográficos de conocimiento de las aves de la región.
- 4) Generar mapas de distribución potencial para cada especie utilizando el programa GARP.
- 5) Identificar las áreas con mayor concentración de riqueza de especies y de endemismo, así como aquellas que presenten una mayor cantidad de especies bajo alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2001).
- 6) Evaluar la ubicación actual de las Áreas Naturales Protegidas y áreas propuestas para la conservación en Sinaloa y comparar con los patrones obtenidos.
- 7) Proponer alternativas de áreas para la conservación.

## MÉTODOS

### Fuentes de información

Se tomaron en cuenta todas las especies que se han registrado en el estado que provengan de fuentes confiables, esto es, de la mayor cantidad de colecciones científicas posibles en donde se tengan alojados ejemplares colectados, y de literatura científica en general. Con respecto a la autoridad taxonómica se utilizó la propuesta por Peterson y Navarro (1999) modificada de AOU (1998). Dicha taxonomía se basa en la el concepto filogenético de especie (Navarro y Peterson en prensa).

Los registros puntuales de las aves de Sinaloa se obtuvieron básicamente de tres fuentes distintas. En primer lugar se contó con los datos que conforman el Atlas de las Aves de México (Navarro *et al.* 2003b), el cual es un compendio de la información curatorial alojada en diferentes colecciones biológicas de México y otros países (Apéndice 1) así como de datos obtenidos de distintas fuentes bibliográficas. Los registros de dicho Atlas proporcionaron un armazón para generar una base de datos más grande.

Se complementó esta base agregando registros de otras colecciones no incluidas en el Atlas de las Aves de México lo que constituyó una segunda fuente de información para la creación de la base de datos. En conjunto sumaron un total de 13 fuentes distintas (Apéndice 1).

Finalmente se realizó una consulta bibliográfica exhaustiva y se incluyeron en la base de datos aquellos registros bibliográficos puntuales que se encontraron en la literatura del estado y que no estaban incluidos en la base de datos del Atlas de las Aves de México (Rodríguez-Yañez *et al.* 1994).

## Base de datos

Con la información obtenida se generó una base de datos. Esta fue creada utilizando el programa Microsoft Access (Microsoft 1999) agrupando la información obtenida en un conjunto de campos. La base contiene un total de 12 campos que agrupan los diversos datos. Estos aparecen descritos en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Campos de la base de datos "Aves de Sinaloa" y su descripción.

<b>Campo</b>	<b>Información que contiene</b>
IdFT	<i>Identificador numérico único para cada especie</i>
ID_Ejemplar	<i>Identificador numérico para cada ejemplar</i>
AOU98	<i>Nombre de la especie según la taxonomía propuesta por AOU98</i>
F-T	<i>Nombre de la especie según Navarro y Peterson (enviado)</i>
Subespecie	<i>Subespecie (en caso de haberla)</i>
Estado	<i>Estado de procedencia (Sinaloa en este caso)</i>
Localidad	<i>Nombre de la Localidad</i>
Latitud	<i>Latitud grados y decimales de la localidad</i>
Longitud	<i>Longitud grados y decimales de la localidad</i>
Día, mes, año de colecta	<i>Fecha en que se colectó el ejemplar</i>
Nombre del colector	<i>Nombre de la persona que colectó el ejemplar</i>
Número de catálogo	<i>Numero de catálogo en la colección en la que se encuentra</i>

La base de datos fue revisada llevando a cabo consultas en el programa Access (Microsoft, 1999). Por medio de dichas consultas fue posible detectar aquellos registros que presentaron errores de diversos tipos (e.g. ortográficos). La base fue depurada para evitar incongruencias. En primer lugar, se uniformó la taxonomía con la propuesta por Navarro y Peterson (en prensa). A cada especie se le asignó un número de identificación para hacer más fácil el manejo de la información; dichos datos se incluyeron en el campo "IdFT". Asimismo se conservó la taxonomía propuesta por AOU (1998) y se incluyó en un campo. Esta información puede ser muy útil como referencia. Las subespecies fueron de gran utilidad, pues en ocasiones fue posible determinar la especie según Navarro y Peterson (en prensa) en base a la subespecie, especialmente de registros provenientes de la literatura.

Se revisaron los campos de latitud y longitud utilizando el programa Arc View GIS ver. 3.2a (ESRI, 2000) para comprobar que las coordenadas correspondieran con las localidades, además de que éstas se encontraran dentro del área de estudio. Para los registros que no contaban con los datos de latitud y longitud sino únicamente el de localidad, fue necesario georreferenciarlos utilizando gaceteros impresos (Pashley, c. 1972), gaceteros electrónicos (www.calle.com) y utilizando mapas escala 1:250'000 (INEGI, 1982). Los datos de la fecha de colecta (día, mes, año) así como el nombre del colector y número de catálogo se incluyeron toda vez que fue posible como información complementaria ya que puede ser de utilidad para estudios posteriores.

Por otro lado se conformó una base de datos llamada "Dudas Taxonómicas" con todos aquellos registros que no contaban con la información taxonómica suficiente, registros de procedencia dudosa (eg. literatura de carácter no científico como "birdwatchers"), registros que no contaban con una localidad de colecta, así como aquellos en los que no fue posible obtener las coordenadas de sus localidades ni en los gaceteros (impresos y electrónicos) ni en los mapas. No se tomaron en cuenta aquellas localidades que se encontraban mal georreferenciadas o que no pertenecían al área de estudio (el estado de Sinaloa). Todos estos registros fueron excluidos para el modelaje y conformaron las tablas "Registros Inútiles" y "Sin Georreferenciar".

#### Listado final de especies

Una vez completada la base de datos se elaboró una lista de todas las especies presentes en el estado. Esto se llevó a cabo creando una consulta en Access (Microsoft, 1999) en donde aparecieran enlistadas todas las especies registradas al estado. La lista se conformó en forma de cuadro.

En esta lista se incluyó además la estacionalidad de cada especie dentro del estado de Sinaloa, asignando las siguientes categorías: R (residentes

permanentes), M (migratorias), T (transitorias), C (casuales) y A (accidentales), según los propuestos por Howell y Webb (1995). Se consideraron especies residentes a todas aquellas que permanecen a lo largo de todo el año en el área de estudio. Las especies migratorias son las que únicamente se les puede ver en cierta época del año ya sea en invierno o en verano, mientras que las transitorias son aquellas que únicamente atraviesan la zona dentro de sus rutas migratorias, ya que se encuentran en camino a sus distribuciones de reproducción o de invierno. Como especie casual se consideró a las especies que a pesar de que el área de estudio no se encuentra formando parte de su rango de distribución habitual, pueden llegar a encontrarse en dicha zona. Esto ocurre principalmente con algunas aves marinas como es el caso de las pelágicas (eg. Diomedidae, Procellariidae). Bajo la categoría de accidentales se engloba a aquellas especies de las cuales se tienen registros aislados de presencia en la zona de estudio (Howell y Webb 1995).

En algunos casos esta información proporcionada por Howell y Webb (1995) no fue lo suficientemente clara, por lo que fue necesaria la consulta de literatura más específica con el fin de obtener mayor información de la estacionalidad de algunas especies dentro de Sinaloa (Friedmann *et al.* 1950; Miller *et al.* 1957; Alden 1969; Peterson 1989; National Geographic Society 2001).

Cabe destacar que varias de las especies cumplen con las especificaciones de más de una categoría, ya que tienen poblaciones residentes, migratorias y/o transitorias en una misma región (Howell y Webb 1995; García-Trejo 2002). En dichos casos se asignaron varias categorías a una misma especie.

Otro aspecto que se consideró en este trabajo fue el de endemismo, para lo cual se asignó el estatus de especie endémica (E) o cuasiendémica (Q) a México. Bajo la categoría de especies endémicas se agruparon aquellas cuya distribución se restringe al país. Las especies cuasiendémicas son aquellas que a pesar de no ser exclusivas de México debido a la existencia de registros en otros países gran

parte de su distribución se ubica en el país (eg. *Anas diazi*, *Glaucidium gnoma*). Además fueron consideradas aquellas especies endémicas al oeste de México (W) según lo propuesto por Navarro y Peterson (en prensa). Bajo esta propuesta el número de especies para México se incrementa, así como el número de endemismos (de 101 a 249). Esto resulta de suma importancia ya que cambia la perspectiva que se tiene de la avifauna de la región convirtiéndola en una zona rica en endemismos y por ende importante para su conservación (Peterson y Navarro 2000, Medina 2002, García-Trejo 2002). Cabe mencionar que no se tomó en cuenta la categoría de especies endémicas al estado ya que no existe ninguna que se distribuya exclusivamente en Sinaloa.

También se añadió a la lista el estatus de conservación de las especies según los criterios de la Norma Oficial Mexicana (SEMARNAT 2001) y de BirdLife International (2000). Las categorías tomadas en cuenta por la SEMARNAT en la Norma Oficial Mexicana son: E (probablemente extinto en medio silvestre), P (en peligro), A (amenazada) y Pr (sujetos a protección especial), mientras que las categorías reconocidas por BirdLife International son: Ex (Extinct), Ew (Extinct in the wild), Cr (Critically endangered), En (Endangered), Vu (Vulnerable), Cd (Conservation dependent), Nt (Near threatened), Lc (Least concern), Dd (Data deficient) y Ne (Not evaluated) (BirdLife International 2000).

#### Patrones de colecta

Una vez completada la lista de especies se crearon nuevamente una serie de consultas en Access v. XP (Microsoft 1999) para conocer los patrones de conocimiento de la distribución de la avifauna dentro del estado de Sinaloa. Primeramente se generó una consulta que incluyera el número de especies distintas que se tienen registradas para cada localidad, y se procedió a convertirla en tabla. Esta tabla fue exportada en formato Dbase III para que pudiera ser reconocida por el Arc View v. 3.2 (ESRI 2000). Los datos incluidos en la tabla fueron sobrepuestos sobre un mapa con la división política. Los puntos de colecta

se ilustraron con círculos de diversos tamaños de manera que fuera gráfico el patrón de colecta (a mayor tamaño de círculo, mayor número de ejemplares).

Este mismo procedimiento se utilizó para elaborar un mapa que mostrara la representatividad de colecta. Para ello la consulta incluyó al número de registros que se tienen para cada localidad, por lo que se tomaron en cuenta las coordenadas geográficas para realizar la consulta. La tabla fue igualmente exportada y se generó un mapa similar al anterior con esta información.

#### Mapeo y modelaje

Una vez completada la base de datos se realizó una consulta en Access v. XP (Microsoft 1999), con el fin de generar una base de datos más pequeña. Esto debido a que el programa de modelaje utilizado, Desktop GARP (<http://www.beta.lifemapper.org/desktopgarp>), se basa en las condiciones presentes en localidades puntuales para generar los modelos, por lo que la repetición de un mismo registro resulta redundante. Por ello se eliminaron las repeticiones de la combinaciones de los datos especie vs. localidad. Con los datos arrojados en esta consulta se creó una tabla, y posteriormente se importaron los puntos de registros en formato Dbase III a una vista del Sistema de Información Geográfico (SIG) Arc View ver. 3.2 (ESRI 2000). Luego se sobrepusieron sobre una cobertura de la división política de México, haciendo un acercamiento a Sinaloa con el fin de comprobar que todos los puntos se encontraran dentro de los límites de dicho estado. Esto permitió la depuración de localidades mal georreferenciadas, y su corrección. Además se verificaron incongruencias en algunas localidades y también se corrigieron.

Posteriormente se realizó una consulta que contuviera únicamente los campos del nombre de la especie (F-T), latitud y longitud ya que Desktop GARP solo utiliza datos puntuales con la información de latitud y longitud (en grados decimales). La tabla se exportó en formato Excel (\*.xls) (Microsoft 1999) y se

dividió a su vez en tablas más pequeñas, una para cada orden taxonómico, generando un total de 20. Esto con el fin de facilitar el manejo de los datos y la posterior ubicación de los mapas de cada especie. Cada una de estas tablas fue importada posteriormente al programa Desktop GARP (<http://www.beta.lifemapper.org/desktopgarp>).

La información cartográfica que utiliza el programa se introduce en forma de coberturas digitalizadas. Para ello se creó un conjunto de éstas en formato ASCII a una escala de 1: 1 000 000. Posteriormente, utilizando el programa Arc View ver. 3.2a (ESRI 2000) se hizo un acercamiento (zoom) a la cobertura cartográfica de la división política de México y se tomó un recuadro abarcando todo el estado de Sinaloa. Luego se generó un recorte de dicho recuadro en formato ASCII, con una función llamada "clipgrid". Esto se realizó con el fin de restringir la predicción del modelo únicamente al estado de Sinaloa.

Las coberturas que se utilizaron para el modelo fueron proporcionadas por el personal del laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. En el siguiente cuadro (Cuadro 3) se observan las coberturas con los diferentes aspectos que se tomaron en cuenta para la generación de los modelos.

**Cuadro 3.** Coberturas utilizadas para el modelaje en el programa Desktop GARP.

Abreviación	Cobertura
Edafo	Edafología
Hidrogeología	Hidrogeología
Humsuelo	Humedad en el suelo
h_aspect	Aspecto
h_dem	Demografía
h_slope	Pendiente
h_topoind	Indicador Topográfico
Isoterm	Isotermas
Isoyect	Isoyectas
Tempme	Temperatura media
Tmnpro	Temperatura mínima promedio
Tmxpro	Temperatura máxima promedio

Se generaron un total de 10 modelos por especie utilizando únicamente los registros únicos para cada una de las especies. La información de las localidades se encuentra disponible en las colecciones científicas por lo que a partir de datos puntuales o específicos, es posible inferir sobre una distribución más apegada a la real de las especies (Navarro *et al.* 2003a).

Una vez obtenidos los diez mapas con las predicciones para cada especie se importaron a Arc View versión 3.2a (ESRI 2000) y dentro de dicho sistema con la función "map calculation", se obtuvo un solo mapa a partir de los originales con lo cual se calculó un promedio del 80% de predictibilidad. Dicha función suma el número de mapas ingresados, diez en este caso, y permite mostrar sólo aquellas áreas que se sobrelapen en el número de mapas que se especifique (8 para este caso particular). Esto se llevó a cabo con el fin de reducir una posible sobrepredicción del programa. El método antes mencionado ha sido utilizado con anterioridad con muy buenos resultados (Colchero 2001, Ríos- Muñoz 2002, Liebig 2003, Nakazawa 2003, Romero 2004). De esta manera se obtuvo un solo mapa final para cada especie (Figura 6).

Hubo algunas especies cuya predicción generada por el programa fue de una ausencia total en el estado. Esto ocurrió principalmente con especies acuáticas, lo que lleva a suponer que las coberturas utilizadas para el modelaje no fueron las óptimas para muchas de estas. Dichos modelos no fueron tomados en cuenta para generar los mapas de riqueza.

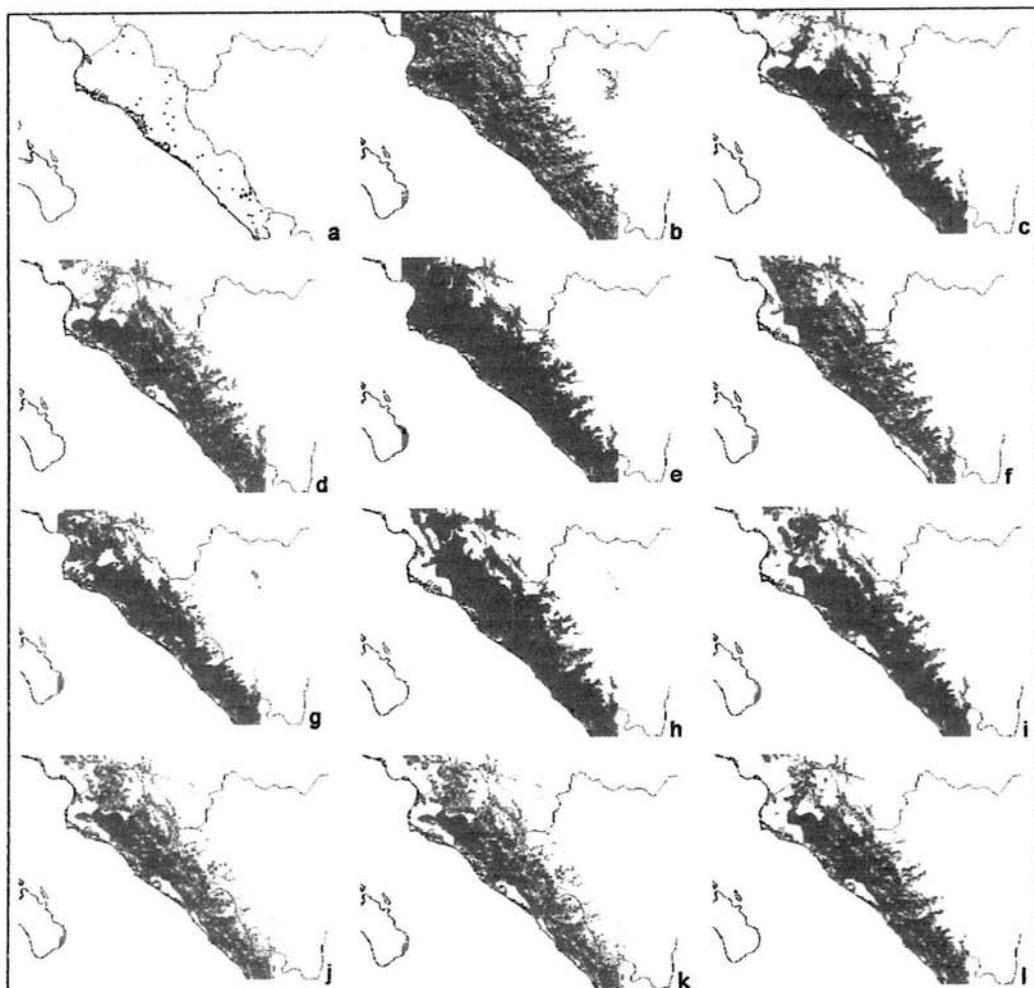


Figura 6. Ejemplo del procedimiento seguido para la obtención de los mapas únicos por especie (ej. *Trogon ambiguus*). a) Registros puntuales utilizados para la generación de los modelos. b) - k) Los 10 modelos obtenidos l) Se sumaron estos modelos en el programa Arc View ver. 3.2a y se tomaron en cuenta las áreas predichas que se repitieran en al menos 8 de los 10 mapas, generando un mapa final por especie con el 80% de predictibilidad.

Los mapas obtenidos por especie fueron utilizados para realizar sobreposiciones con los mapas de las demás especies y generar así mapas de riqueza. Para la creación de dichos mapas se utilizó el programa Arc View versión 3.2 (ESRI, 2000). Este programa cuenta con una función que permite sobrelapar un número determinado de mapas, y obtener un solo mapa de acumulación de especies, los cuales son presentados con diversas tonalidades (colores graduados) dando una imagen clara de la distribución de la riqueza de especies.

Se generaron un total de tres mapas de riqueza divididas en las siguientes categorías:

- A) Riqueza total de especies
- B) Riqueza de especies endémicas y cuasiendémicas
- C) Riqueza de especies bajo alguna categoría de riesgo de la NOM- Ecol 059 (SEMARNAT 2001)

Para el mapa de riqueza total de especies se sumaron la totalidad de mapas finales obtenidos por especie (426). De esta manera se puede tener una idea clara de los patrones de distribución geográfica de toda la avifauna del estado.

Se seleccionaron a todas aquellas especies que son consideradas como endémicas a México, cuasiendémicas o endémicas al oeste de México (Navarro y Peterson en prensa) y se sumaron sus predicciones para generar el mapa de riqueza de especies endémicas. El propósito principal de dicho mapa es la ubicación de aquellas zonas más ricas en especies cuyas distribuciones abarcan parte del estado de Sinaloa. Esto se llevó a cabo tomando en cuenta que el endemismo es uno de los criterios más importantes para fines de conservación y creación de áreas protegidas (Stattersfield 1998).

Es importante recalcar que la estacionalidad de las especies solo fue considerada para el listado en este trabajo. Esto por diversas causas pero principalmente porque en ocasiones resulta muy difícil dividir a las poblaciones en residentes y migratorias, especialmente si consideramos que existen algunas especies que presentan poblaciones tanto residentes como migratorias y en ocasiones ambas distribuciones se sobrelapan. Es por esto que las especies migratorias invierno/verano fueron tomadas únicamente dentro de los mapas de riqueza generados (total, endémico y protegido).

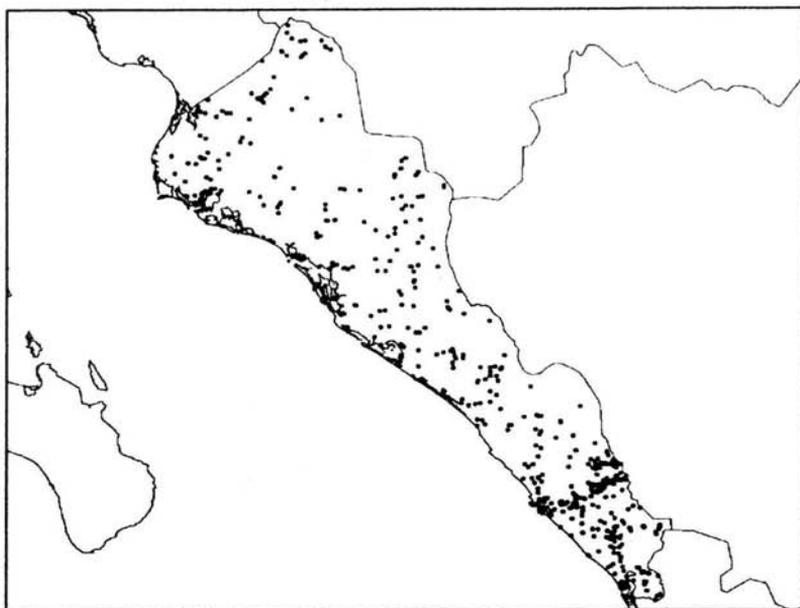
Para evaluar la riqueza dentro de las áreas naturales protegidas (CONANP 2003) y las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAs) (Arizmendi y Márquez 2000) se tomaron en cuenta los mapas con las mayores acumulaciones de especies de las predicciones para la riqueza total, de especies endémicas y de especies protegidas (BirdLife 2000, SEMARNAT 2001) y se sobrepusieron en las coberturas de las AICAs y Áreas Naturales Protegidas a fin de comparar los resultados generados por el modelo sobre aquellas áreas que se encuentran bajo algún estatus de protección o que han sido propuestas para ello.

De esta manera fue posible identificar las áreas predichas con una mayor riqueza avifaunística en tres distintos rubros (total, endémica y amenazada) y con base en esto determinar que tan efectiva es la red de áreas naturales protegidas comparándolas con las áreas de importancia avifaunística obtenidas en este estudio.

## RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 14 930 registros puntuales en la base de datos con su respectiva localidad debidamente georreferenciada. Los registros obtenidos del "Atlas de las Aves de México" conforman aproximadamente el 90% del total de datos de la base sumando un total de más de 10 000. Por otro lado se consultaron un total de 17 citas bibliográficas de las que se pudieron obtener más registros puntuales. La suma de los registros obtenidos y capturados de la literatura fue de poco más de mil, y junto con los registros de otras colecciones no incluidas en el "Atlas de las Aves de México" (Apéndice 1 colecciones en *cursiva*) sumaron en conjunto apenas un 10% de la totalidad de los datos. Un total de 700 registros aproximadamente fueron eliminados por presentar inconsistencias o ambigüedades.

El número de localidades únicas fue de 1 209. Estas no se encuentran distribuidas de manera uniforme, sino que claramente se puede apreciar que el muestreo está sesgado y existen áreas que han sido muy bien muestreadas como es el caso del extremo sur del estado, mientras que en otras regiones como en la parte noreste, se pueden ver amplias regiones sin muestrear (Figura 7). Esto se debe a diversas razones, pero principalmente a la accesibilidad que se tiene a las localidades así como diversos problemas sociales (e.g. narcotráfico) que hacen en ocasiones muy peligrosa la colecta en ciertas regiones. Esta situación hace que las colectas sean llevadas a cabo en muchas ocasiones solo en lugares en los que se tenga acceso por algún tipo de camino (carretera, caminos de terracería, brecha, etc.) lo que ocasiona un muestreo desigual (Rojas-Soto *et al.* 2002, Romero 2004). Este fenómeno no solo existe en este estado, ya que se sabe que este ocurre en diversas zonas de nuestro país (García-Trejo 2002, Navarro *et al.* 2002).



**Figura 7.** Mapa con las localidades únicas que se obtuvieron para Sinaloa.

Dentro de los casi 15 000 registros de la base de datos se incluyen a 503 especies distintas con presencia confirmada. A este número se le agregaron un total de 14 especies de las cuales no se tiene registro confirmado en el estado. La suma total de especies distintas por lo tanto fue de 517, esto según la clasificación propuesta por Navarro *et al.* (enviado) quienes consideran 1 282 especies para México por lo que las registradas en este trabajo representan aproximadamente el 40% y permite considerar a Sinaloa como una entidad con una alta riqueza avifaunística. Según el checklist de la A.O.U. (1998) – que utiliza como base el concepto biológico de especie– en este estado se distribuyen 498 especies pertenecientes a 20 órdenes (Figura 8).

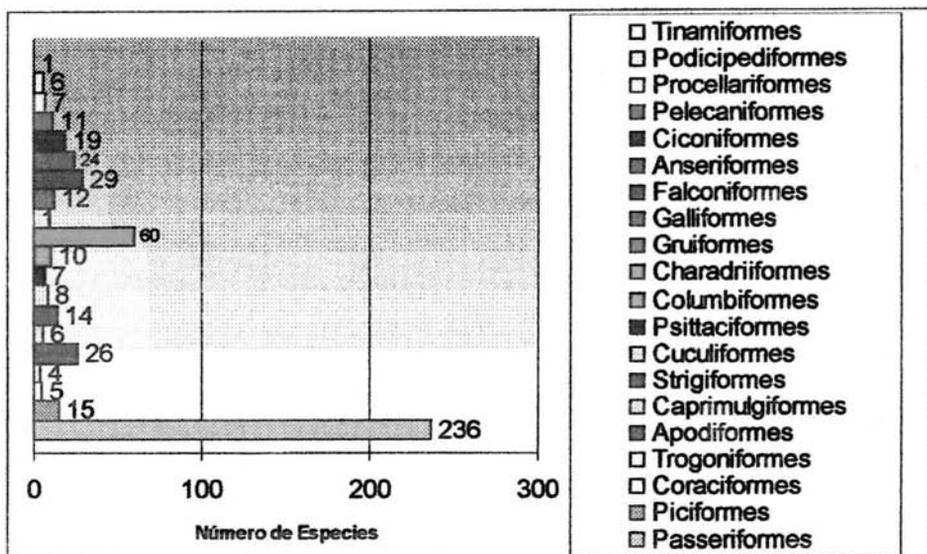
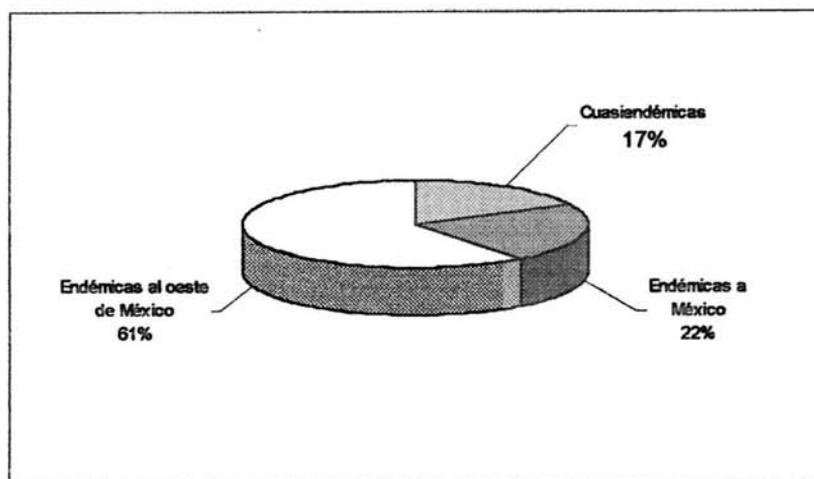


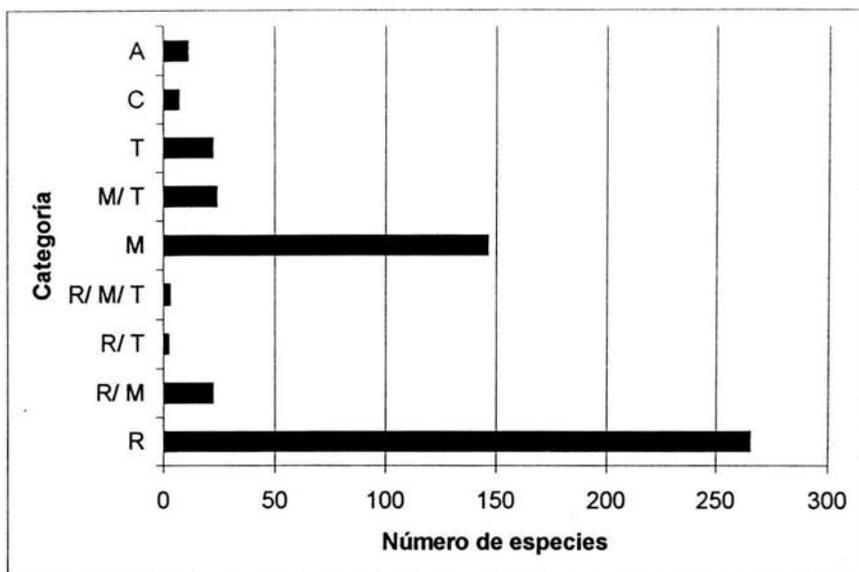
Figura 8. Composición de la avifauna sinaloense al nivel taxonómico de orden.

En relación al endemismo, se encontró que existen un total de 87 especies divididas por categoría de la siguiente forma: endémica a México (71 sp.) y cuasiendémica a México (16 sp.). Esto significa que poco más del 17% del total de la avifauna con presencia confirmada en Sinaloa es de carácter endémico. Además dentro de estas especies un total de 52, es decir más del 10% del total de las especies registradas para el estado, se encuentran restringidas al occidente del país, por lo que se les considera también endémicas al oeste de México (Figura 9). Esto confirma los planteamientos de varios autores acerca de la importancia del oeste de México como zona de alta riqueza de especies endémicas (Escalante *et al.* 1998, Strattersfield *et al.* 1998, Peterson y Navarro 2000, Feria 2001, García-Trejo 2002, Medina 2002).



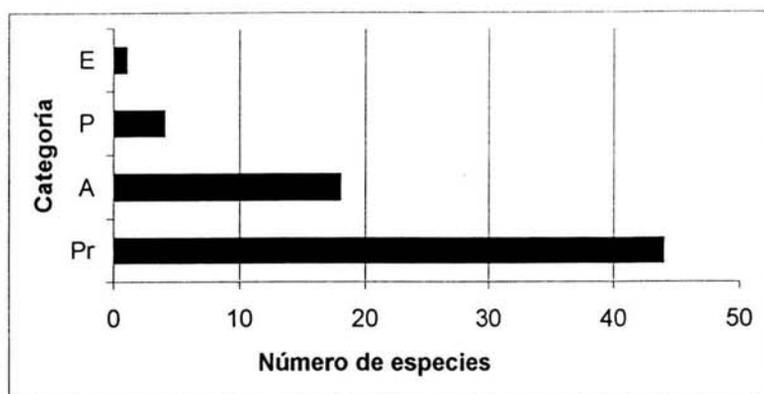
**Figura 9.** Distribución de la riqueza de especies endémicas a México en el estado de Sinaloa.

Con relación a la estacionalidad, la categoría con un mayor número de especies resultó ser el de las especies residentes con un total de 264 especies que equivalen al 53% aproximadamente. Las especies migratorias sumaron un total de 146 especies equivalentes al 29%. El resto se dividió entre las categorías de casuales y accidentales, así como de aquellas especies con más de una categoría de estacionalidad (Apéndice 3), estas últimas fueron consideradas en categorías separadas (Figura 10).



**Figura 10.** Riqueza de especies de Sinaloa con base en su estacionalidad (R: residente, M: migratoria, T: transitoria, C: casual, A: accidental). Las especies con más de una categoría de estacionalidad se encuentran separadas de la siguiente manera: M/T (migratoria y transitoria), R/M/T (residente, migratoria y transitoria), R/T (residente y transitoria) y R/M (residente y migratoria).

Con respecto al estatus de riesgo, se obtuvieron un total de 67 especies (13.3%) bajo alguna categoría según la NOM Ecol 059 (SEMARNAT 2001). En la figura 11 se puede apreciar la distribución de estas especies en las 4 distintas categorías que toma en cuenta la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para la elaboración de la Norma Oficial. La mayoría de estas especies están protegidas bajo la categoría de protección especial (44 sp.) (e.g. *Falco peregrinus*, *Cyanocorax dickeyi*), seguido por la categoría de especie amenazada (18 sp.) (e.g. *Tilmatura dupontii*, *Euptilotis neoxenus*), en peligro (4 sp.) (e.g. *Aratinga brewsteri*, *Ara militaris*), así como una extinta (*Campephilus imperialis*).



**Figura 11.** Distribución de las especies de aves protegidas en el estado de Sinaloa por categoría. (E: probablemente extinto en medio silvestre, P: en peligro de extinción, A: amenazada, Pr: sujeto a protección especial).

Por otro lado, según los criterios utilizados por BirdLife International (2000), existen 11 especies que han sido registradas en Sinaloa bajo alguna categoría. La mayor parte de estas se encuentran bajo los rangos de "vulnerable" y "near threatened" con cuatro especies cada una, mientras que para las categorías "endangered", "data deficient" y "critically endangered", hubo una especie para cada una (Cuadro 4).

**Cuadro 4** Lista de especies presentes en Sinaloa bajo alguna categoría de riesgo según Birdlife International (2000).

ESPECIE	CATEGORIA
<i>Synthliboramphus hypoleucus</i>	Vu
<i>Synthliboramphus craveri</i>	Vu
<i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>	Vu
<i>Vireo atricapillus</i>	Vu
<i>Larus heermanni</i>	Nt
<i>Sterna elegans</i>	Nt
<i>Euptilotis neoxenus</i>	Nt
<i>Cyanocorax dickeyi</i>	Nt
<i>Ara militaris</i>	En
<i>Progne sinaloae</i>	Dd
<i>Campephilus imperialis</i>	Cr

### Patrones de conocimiento de la distribución

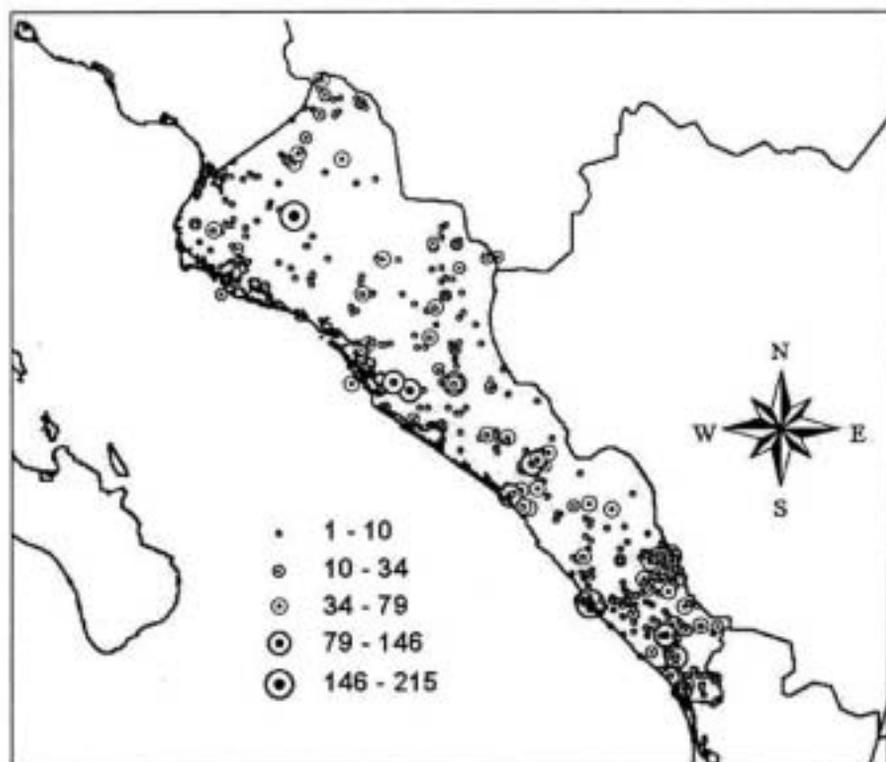


Figura 12 Representación del número de especies presentes por localidad.

Se obtuvo un mapa con el número total de especies presentes en cada localidad (Figura 12). Se puede apreciar que, aunque el muestreo en general se encuentra sesgado en la parte sur del estado con una mayor acumulación de localidades (Figura 7), en muchas de estas localidades no hay gran variedad de especies. En la mayoría de los casos no se tiene una acumulación mayor a 50 especies, salvo en algunas localidades aisladas (e.g. Rosario). Por el contrario es posible notar que a pesar de que hacia la parte norte del estado la distancia entre localidades se vuelve mayor, muchas de estas presentan acumulaciones de especies importantes (e.g. localidades a lo largo del Río Fuerte). Esto demuestra

como la falta de vías de comunicación ha impedido un conocimiento aún más profundo de la riqueza avifaunística y biológica en general.

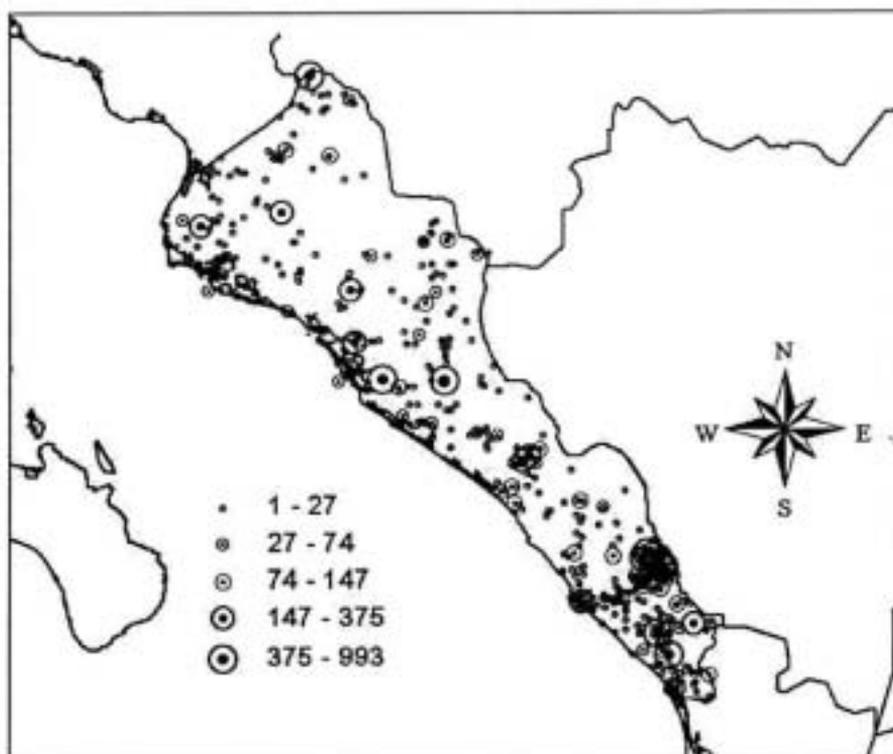


Figura 13 Representación del número de ejemplares por localidad.

A diferencia de la relación que existe entre el número de especies presentes por localidad, el patrón que se observa al relacionar el número de registros que se tienen en cada localidad es muy distinto. Se aprecia que las mayores acumulaciones de ejemplares ocurren en localidades conocidas y de fácil acceso como Escuinapa, Concordia, Rosario y Mazatlán (al sur), Cullacán (al centro) y Guamuchil, Topolobampo y Ahome (al norte) (Figura 13). Sin embargo, llama la atención la localidad "Babizos", que se ubica en el municipio de Choix en la frontera con el estado de Chihuahua. Esta localidad fue extensamente colectada

por Chester C. Lamb entre los años 1935 y 1936 quien colectó en este sitio aproximadamente 500 ejemplares.

#### Modelaje y mapas de riqueza

De las 503 especies sólo se obtuvieron mapas para un total de 426, ya que las predicciones de 77 especies no resultaron exitosas debido a que el programa generó una predicción de ausencia total. Las mayoría de las especies en la cuales ocurrió ésto fue en aquellas que son pelágicas o su distribución dentro del estado no es común (e.g. *Gaviidae*, *Procellariidae*, *Hydrobatidae*). A continuación se presentan los mapas de a) riqueza total (Figura 14), b) riqueza de endémicas (Figura 15) y c) riqueza de especies bajo algún estatus de conservación según la NOM - Ecol 059-2001 (SEMARNAT 2001) (Figura 16) obtenidos con las suma de los mapas individuales.

### Riqueza total de especies

En el mapa de la figura 14 se observa el patrón de riqueza obtenido de la suma de todos los modelos (426) que se obtuvieron a través del modelaje con GARP. Se puede apreciar que la mayor acumulación predicha se obtiene en la parte centro-sur del estado. Hacia el norte solo se presentan puntos aislados con grandes concentraciones de especies, y aunque se observan números importantes de acumulación de especies y algunos puntos cercanos a las zonas altas (Sierra Madre Occidental) en el este del estado (e.g. sureste del municipio de Cosalá), conforme se avanza hacia el norte la riqueza disminuye. Por el contrario, al sur se observan varias regiones con predicciones de grandes concentraciones de especies, especialmente la que se encuentran en las inmediaciones de las ciudades de Rosario, Escuinapa y Teacapan, y en las cercanías a la frontera con el estado de Nayarit.

Cabe destacar que la predicción para algunas zonas de las se tiene un conocimiento completo o casi completo de sus avifaunas registraron acumulaciones de especies relativamente bajas. Este fenómeno ocurre en varias regiones costeras como es el caso de los puertos de Mazatlán y Topolobampo, ya que aunque existen muchos registros de aves de estas localidades y sus alrededores, y se han llevado a cabo importantes esfuerzos de colecta, el número de especies no resulta significativo.

Es importante señalar que la acumulación máxima predicha que fue obtenida para una misma región fue de 224 especies, lo que equivale a más de la mitad del total de los modelos y al 44.6% del total de las especies en el estado. Esta concentración de especies fue predicha en diversos puntos del estado, pero principalmente en áreas aisladas en la parte central y hacia el sur. En términos generales en la región en la que se obtuvo una predicción para un número menor de especies fue la región norte.

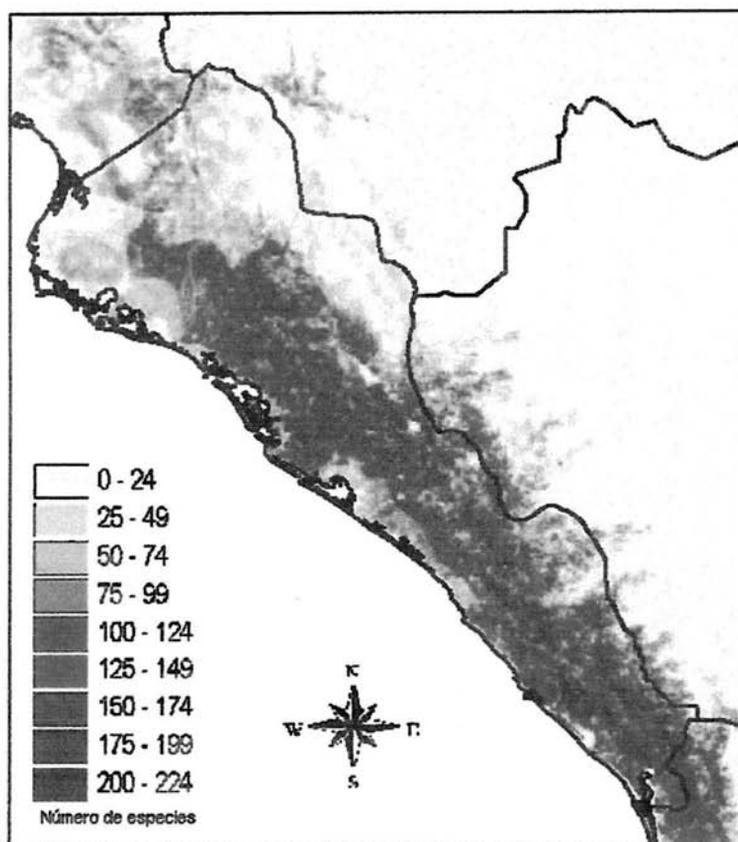
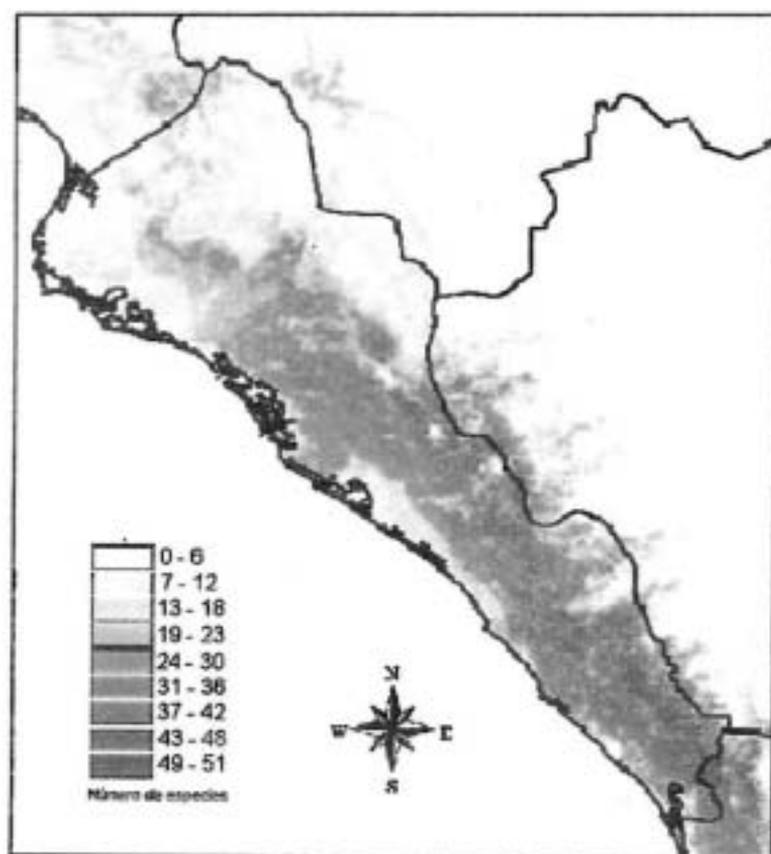


Figura 14. Mapa que muestra la riqueza total de la avifauna de Sinaloa.

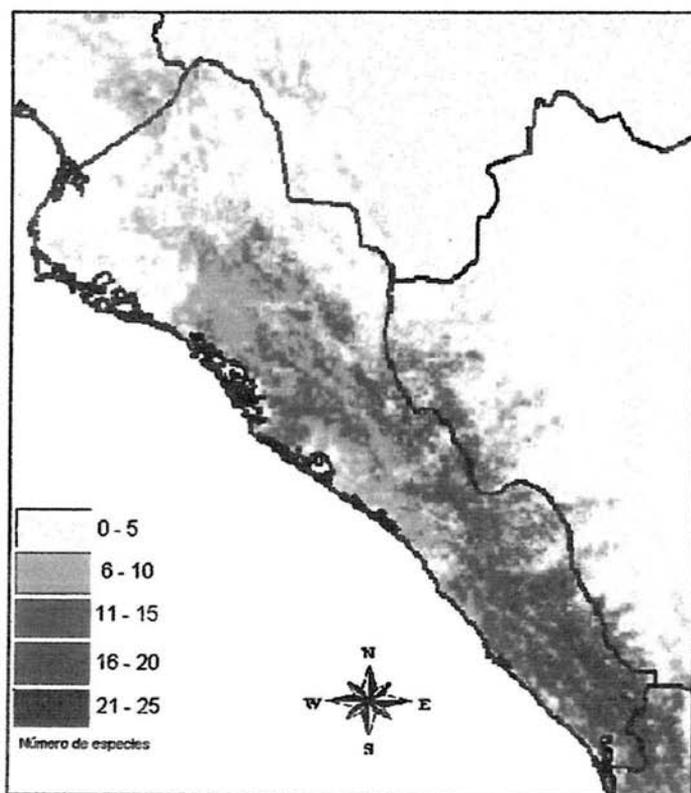
### Riqueza de especies endémicas y cuasiendémicas

Considerando que existen 86 especies con algún estatus de endemismo en el estado, su nivel de concentración es sobresaliente. El patrón observado muestra grandes concentraciones de especies endémicas; además se observan puntos aislados con una riqueza endémica importante. Estos se localizan en su mayoría en la región montañosa del estado y al igual que en el mapa de riqueza total, sobresale la región de Cosalá y sus alrededores con concentraciones mayores a 45 especies (Figura 15).



Riqueza de especies bajo alguna categoría de riesgo de la NOM- Ecol  
059 (SEMARNAT 2001)

Respecto al número de especies bajo algún estatus de conservación registradas en Sinaloa, el hecho de que las predicciones de un 37.3% (25 sp.) de las 67 especies totales coincidan en una misma localidad, sin duda alguna habla de una gran riqueza en este aspecto. Es posible observar algunos lugares con acumulaciones importantes de especies. Nuevamente se observa un patrón similar a los anteriores. Existe un área predicha con una riqueza importante (como en mapas anteriores) dentro del municipio de Cosalá, en la zona de la Sierra Madre Occidental, así como el extremo sur del estado en la frontera con Nayarit dentro del municipio de Escuinapa (Figura 16).



**Figura 16.** Concentración de la riqueza de especies bajo alguna categoría de riesgo en Sinaloa según la NOM ECOL 059 – 2001 (SEMARNAT 2001)

### Análisis de la riqueza y áreas protegidas

En el mapa de la figura 17 se observa la comparación entre las áreas con los mayores números de especies predichas, sobre un mapa que representa la ubicación de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) del estado. Aquí es posible ver que las áreas con un mayor número de especies predichas no caen dentro de las áreas naturales protegidas. Solamente se aprecian algunos puntos dentro de la reserva de la Meseta de Cacaxtla, aunque es notorio que las mayores acumulaciones las encontramos hacia el sur del estado entre el límite inferior de la Meseta de Cacaxtla y el límite del estado con Nayarit.

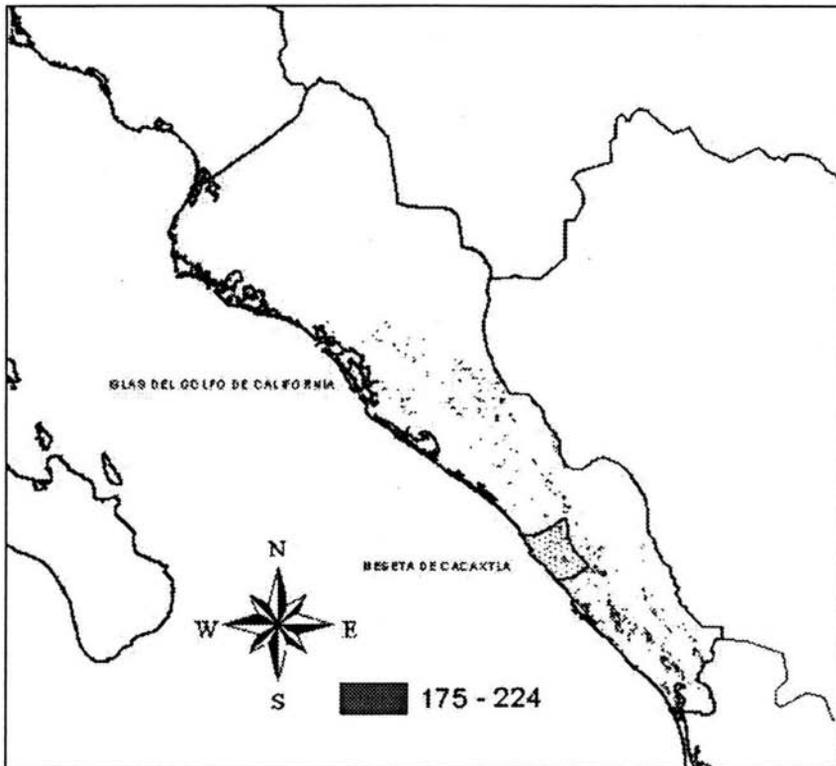
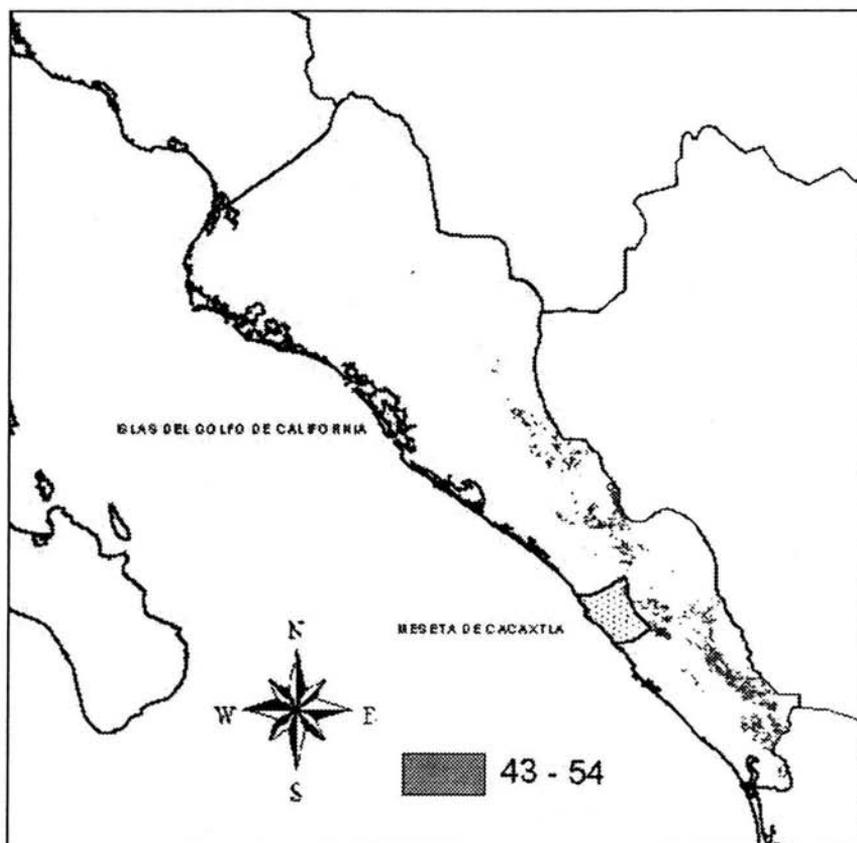


Figura 17. Sobrelapamiento de las áreas con mayor riqueza de especies sobre las áreas naturales protegidas (ANP's). (CONANP 2003)

En la figura 18 se aprecia una distribución similar a la anterior (figura 17) e incluso se torna más evidente el hecho de que las acumulaciones más importantes de especies (en este caso especies endémicas) predichas, al parecer no caen dentro de las áreas delimitadas como protegidas. En este caso las mayores acumulaciones se concentran igualmente en la parte sur del estado, zona en la cual no existe ningún área protegida.



**Figura 18.** Sobrelapamiento de las áreas con mayor concentración de endémicas sobre las áreas naturales protegidas (ANP's). (CONANP 2003)

La predicción de aquellas áreas con una mayor concentración de especies protegidas resulta más atinada, en términos de aquellas áreas que están siendo conservadas dentro del estado. Se puede apreciar que existen áreas más extensas dentro de la reserva "Meseta de Cacaxtla" donde están predichas grandes acumulaciones de especies bajo alguna categoría de riesgo (Figura 19). Es evidente sin embargo, que no existen predicciones de acumulaciones importantes en las Islas del Golfo de California, pues cabe recordar que el propósito principal del establecimiento de dicha reserva no es la riqueza de las islas *per se*, sino más bien ésta se enfoca a las grandes agrupaciones de aves marinas allí presentes (SEMARNAP / INE 2000).

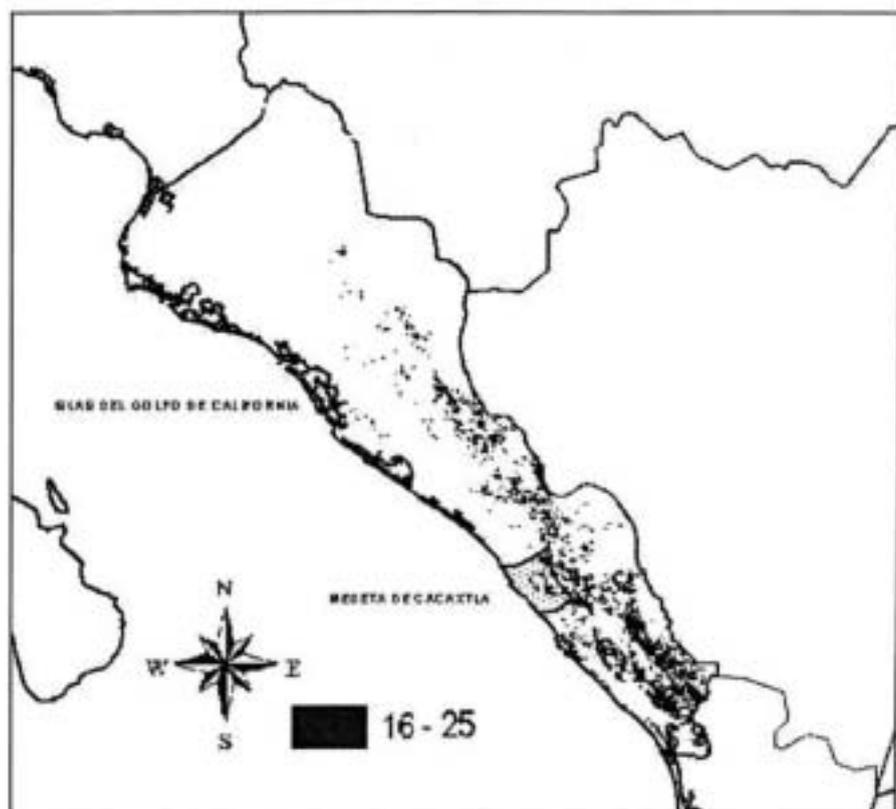
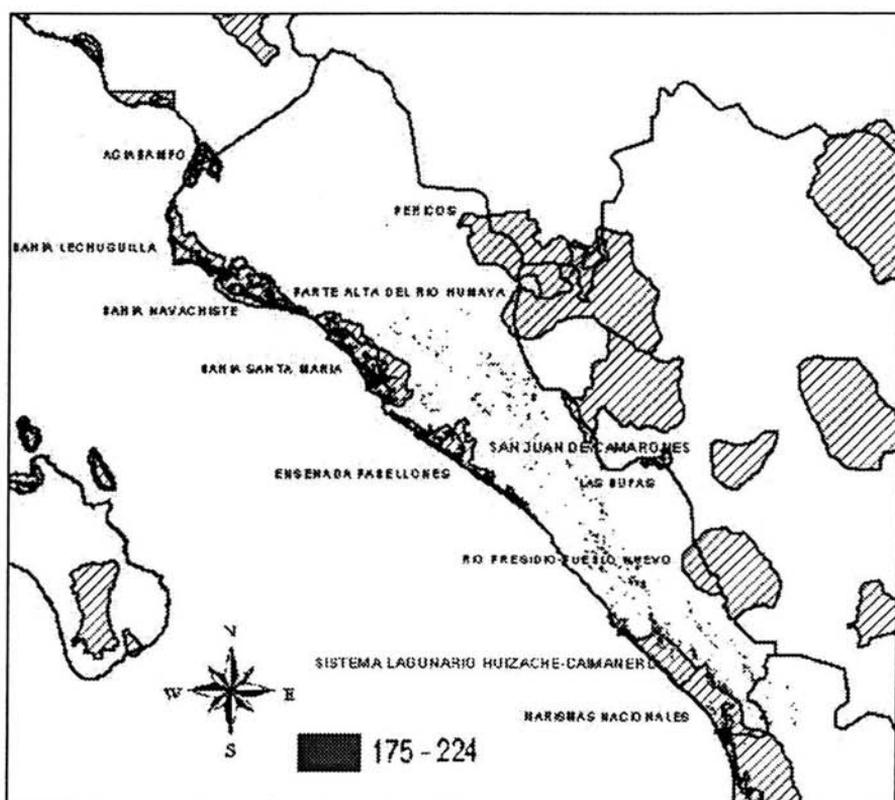


Figura 19. Sobrelapamiento de las áreas con mayor concentración de especies protegidas según NOM ECOL 059-2001 (SEMARNAT 2001) sobre las áreas naturales protegidas (ANP's). (CONANP 2003).

A pesar de que el número de AICA's es superior al de ANP's dentro del estado, además de que éstas abarcan una mayor superficie, es posible observar un comportamiento parecido a lo que ocurre con las áreas naturales protegidas (ver Figura 17). Sin embargo existen dos AICA's (Sistema lagunario Huizache-Caimanero y Marismas Nacionales) que poseen acumulaciones de mayor extensión, al menos en sus límites sin embargo estas predicciones de agrupaciones continúan su distribución por fuera de los límites marcados para las AICA's, encontrándose aquí incluso sus extensiones predichas más amplias (hacia el norte y hacia el este respectivamente) (Figura 20).



**Figura 20.** Sobrelapamiento de las áreas con mayor riqueza de especies sobre las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA's) (Arizmendi y Márquez 2000).

Al observar el mapa de la figura 21 se aprecia la comparación entre las AICA's y la predicción para la riqueza endémica, es notable el hecho de que la acumulación de estas se localiza mayormente en la parte centro-sur del estado, exceptuando la importante acumulación (ya antes mencionada) que se da en la parte este del municipio de Cosalá. Sin embargo también es visible que las zonas que cuentan con las mayores acumulaciones, no se encuentran dentro de las AICA's decretadas para el estado ya que estas se encuentran únicamente a los extremos (oriental y occidental) del estado lo que ocasiona que toda la parte central del estado quede sin protección alguna.

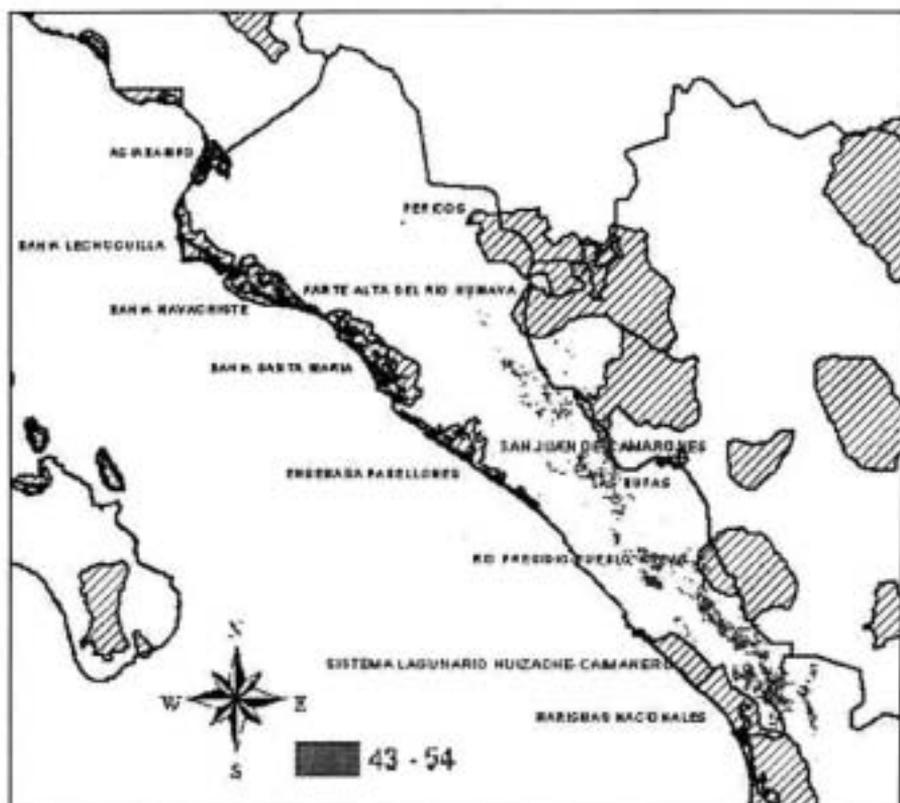
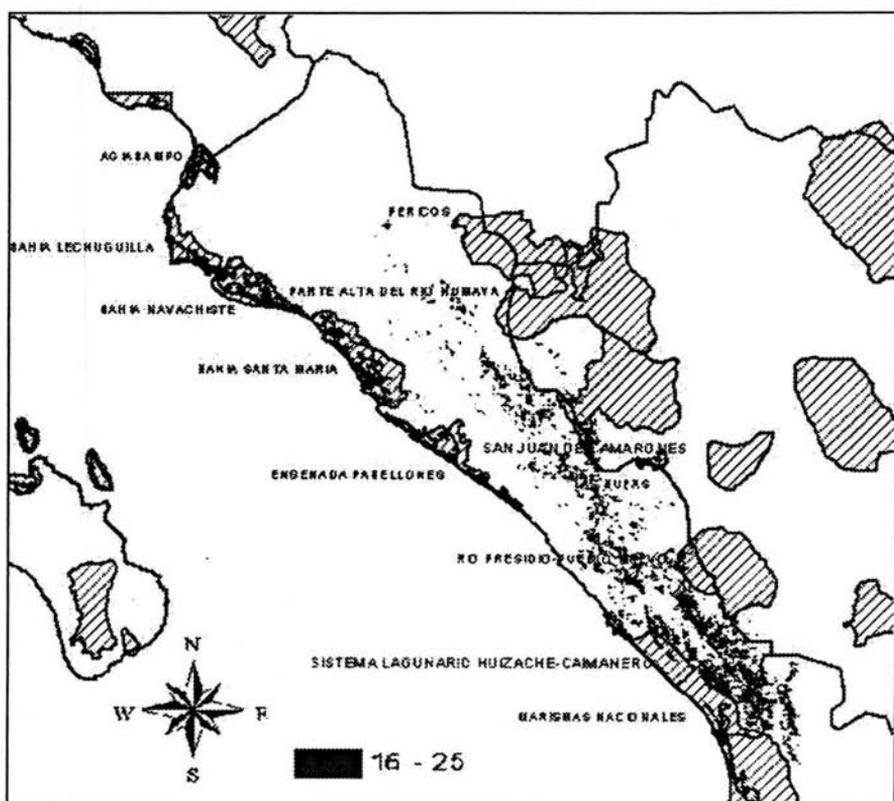


Figura 21. Sobrelapamiento de las áreas con mayor riqueza de especies endémicas sobre las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA's) (Arizmendi y Márquez 2000).

En la figura 22, nuevamente se repite el patrón observado, sin embargo este se agudiza, pues aquellas áreas con gran riqueza predicha para las especies bajo alguna categoría de riesgo tienen mayores extensiones que las endémicas. Es visible que salvo ciertos lugares dentro las AICA's (generalmente en los límites) donde se pueden ver agrupaciones importantes (e.g. Río Presidio–Pueblo Nuevo), las regiones predichas de mayor extensión se encuentran fuera del área de importancia para la conservación de las aves. Este es en general el patrón observado en todos los casos (figuras 17-22).



**Figura 22.** Solapamiento de las áreas con mayor concentración de especies bajo algún estatus de conservación según NOM ECOL 059-2001 (SEMARNAT 2001) sobre las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA's) (Arizmendi y Márquez 2000).

Lo antes mencionado se puede ver de manera más clara al hacer un compendio de las tres categorías en el mismo mapa, sobreponiéndolo con las ANP's y AICA's, lo que lleva a considerar que la efectividad de conservación en ambos casos no es la óptima (Figuras 23 y 24).

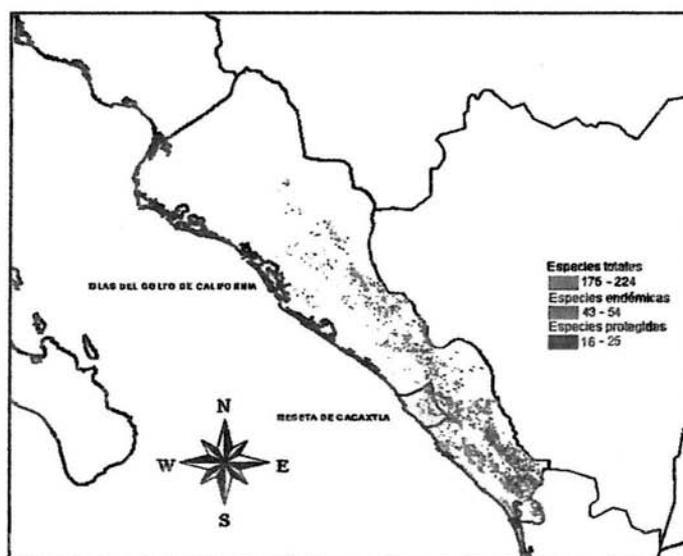
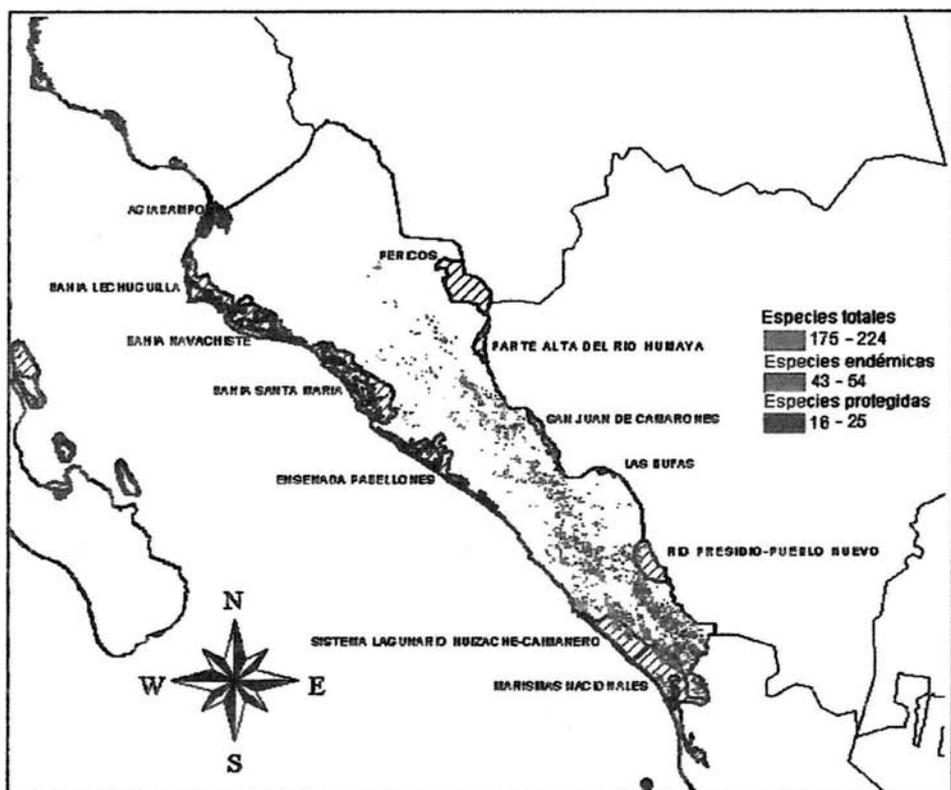


Figura 23. Sobreapamiento de las mayores concentraciones de especies totales, endémicas y protegidas con las áreas naturales protegidas (CONANP 2003).



**Figura 24.** Sobrelapamiento de las mayores concentraciones de especies totales, endémicas y protegidas con las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAs) (Arizmendi y Márquez 2000).

## DISCUSIÓN

Los resultados que se obtuvieron muestran que el estado de Sinaloa es un estado con una gran riqueza avifaunística, que a pesar de que se conoce su importante riqueza avifaunística (Cupul-Magaña 2002), pero que desgraciadamente a pesar de que se reconoce su importancia (Lively 2002), esta ha sido en gran parte ignorada hasta la fecha. No obstante, son varios los autores que mencionan que el oeste de México, región a la que pertenece el estado de Sinaloa, es en realidad una zona ornitológica importante (Escalante *et al.* 1993, Stattersfield *et al.* 1998, Peterson y Navarro 2000, García-Trejo 2002).

En los resultados obtenidos, es evidente que el esfuerzo con respecto a la colecta ha sido desigual y por lo tanto el conocimiento ha sido muy disperso, de allí que uno de los objetivos principales de este trabajo haya sido el de sintetizar la información del conocimiento de la avifauna. Es notorio que en el muestreo dentro del estado existen "huecos" muy evidentes en ciertas zonas (*e.g.* noreste del estado; figura 7). Este sesgo en la información se debe principalmente a la falta de vías de comunicación debido a lo accidentado del territorio en algunas zonas (*e.g.* cadenas montañosas) que hacen en ocasiones extremadamente difícil el acceso a las localidades. Aunado a esto muchas veces existen problemas políticos y sociales en las comunidades y poblados (*e.g.* narcotráfico) lo que provoca que sea aún más difícil y peligroso realizar trabajo de campo en la zona. Cabe destacar que este tipo de problemas no son exclusivos a Sinaloa y ha sido mencionado con anterioridad por otros autores (Navarro 1998). Resulta de suma importancia que exista una continuidad en la colecta de ejemplares con fines científicos con el fin de generar nueva información que permita un desarrollo en el conocimiento de la biodiversidad (Rojas-Soto *et al.* 2002).

La desigualdad de la colecta, no sólo ocurre a nivel geográfico sino también a nivel de especie, ya que se puede observar que el número de registros por especie es muy variable, con un promedio de 26.8 registros por especie. Sin

embargo este dato es relativo, ya que hay especies con un solo registro (e.g. *Asio stygius*, *Buteo swainsoni*) hasta una especie que cuenta con 345 registros (*Callipepla douglasii*). Cabe resaltar que muchas de las especies que cuentan un mayor número de ejemplares colectados son las especies endémicas y/o que se encuentran protegidas actualmente bajo las leyes de nuestro país como *Cyanocorax dickeyii* (166) y *Ortalis wagleri* (139). Esto nos da una idea de que muchas veces las colectas eran realizadas poniendo un mayor interés hacia aquellas especies de difícil obtención (e.g. endémicas), por lo que se colectaban un número mayor de estas, que de especies más comunes. Es por ello que las grandes colecciones (e.g. *American Museum of Natural History*, *British Museum of Natural History*) poseen un acervo muy completo, ya que muchas veces y debido también a la antigüedad de estas, no era conocida la existencia de estas especies y resultaban ser nuevas para la ciencia. No es de extrañarse por lo tanto que la mayoría de los ejemplares tipo de estas especies se encuentran en las colecciones europeas y americanas.

Otro factor que se observa es el hecho de que en el tiempo en el que la mayoría de estos ejemplares fueron colectados no existía ningún tipo de regulación para la colecta de ejemplares o esta era mínima. Hoy en día las colecciones que continúan aumentando su acervo tienen mayores limitaciones para la obtención de algunas especies debido a que las organizaciones que otorgan los permisos (e.g. SEMARNAT) ponen muchas restricciones. Resultado de esto es que muchos ejemplares de este tipo de especies se encuentren alojados en colecciones en el extranjero y no mexicanas, lo que hace en ocasiones muy difícil el acceso a datos más específicos para diversos estudios. Afortunadamente surgió el proyecto del "Atlas de las Aves de México", cuyo objetivo principal fue "repatriar" esta información para tener un acceso más fácil a ésta (Navarro *et al.* 2002, 2003 b).

La presencia de 503 especies convierte a Sinaloa en un estado con una riqueza avifaunística sobresaliente, que podría compararse con zonas de alta

riqueza como la Sierra Madre Oriental que se sabe tiene 532 especies (41.5% de la avifauna total) en un territorio equivalente al 3.5% de la superficie de México (Navarro *et al.* 2004). El número total de especies en Sinaloa representa poco menos del 40% de la avifauna nacional en un territorio de apenas el 3%. La riqueza del estado de Sinaloa ha sido mencionada en otros trabajos con anterioridad como en el caso de García-Trejo (2002) quien al analizar los patrones de endemismo de aves terrestres en el oeste de México señala a Sinaloa como el cuarto estado con mayor número de especies e igualmente el cuarto más importante en número de endemismos en el oeste, tan solo abajo de los estados de Oaxaca, Guerrero y Chiapas, los cuales cuentan cada uno con una extensión territorial mayor a la de Sinaloa. Por su parte Ornelas *et al.* (1987) lo ubican como el quinto estado más importante en número de endemismos de aves en el país.

La riqueza de endemismos resulta ser de mayor importancia, ya que se sabe que el oeste de México tiene un importante contenido de endemismos en aves (Escalante *et al.* 1993, Navarro y Benitez 1993, Peterson y Navarro 2000, García-Trejo 2002, Medina 2002). Más de la mitad de las especies endémicas conocidas para México, específicamente el 66.2% (García-Trejo 2002) se encuentran en el oeste del país. De las 157 especies endémicas registradas para toda la zona oeste, más de la mitad se encuentran presentes en Sinaloa (87) lo que quiere decir que una de cada cuatro de todas las especies endémicas del país han sido registradas en el estado. Esta componente ha sido desgaciadamente ignorado, muestra clara de ello es el hecho de que no exista a la fecha un trabajo concreto que sintetice el conocimiento del endemismo en esta entidad.

Por otro lado, en los mapas de riqueza obtenidos se observan varios aspectos muy interesantes. En primer lugar que la riqueza avifaunística del estado esta concentrada en regiones específicas. Por ejemplo, es posible observar que en los tres mapas de riqueza obtenidos (riqueza total, endémicos y protegidas) existe una mayor concentración de especies en la mitad sur del estado, comparado con la que se presenta en el norte. Esto se debe principalmente a dos

factores: en primer lugar a que la intensa actividad agrícola y ganadera que se lleva a cabo en el estado, ocurren en mayor grado en la zona norte, con la existencia de grandes distritos de riego como son el del Río Culiacán y el Río Fuerte (INEGI 2000). En segundo lugar, el conocimiento que se tiene de la avifauna del sur del estado es mucho mayor. Esto puede observarse de una manera más gráfica en la figura 2 en donde se ve claramente como existe una mayor concentración de localidades (y por ende esfuerzo de colecta) hacia el sur del estado, más específicamente en la zona de Mazatlán y Concordia (Medina 2002) por los estudios realizados aquí anteriormente (e.g. Miller 1905, 1906, McLellan 1927). El número de localidades al norte es mucho menor y su ubicación es más homogénea, aunque existen "huecos" importantes. Uno de los más notorios es el que se observa en el noreste del estado, a lo largo del río Sinaloa y cerca de la frontera con el estado de Chihuahua, específicamente en la Sierra de Surutato en el municipio de Badiraguato la cual forma parte de la Sierra Madre Occidental. Aquí existe una ausencia importante de puntos de colecta, debido principalmente a la falta de vías de comunicación en la zona (INEGI 2000). Sin embargo, estudios anteriores muestran la presencia de una gran diversidad avifaunística en esta zona. Tal es el caso de las localidades de Río Fuerte, Charay en la cual Alden da testimonio de una riqueza avifaunística muy importante, encontrando una de las mayores concentraciones de especies en una misma localidad en el estado (Alden 1969).

Contrario a lo anterior, hay zonas en las que se obtuvo una correspondencia de regiones con gran riqueza. El ejemplo más claro es la región del puerto de Mazatlán y sus alrededores, en la cual se observa que existe una concentración importante de especies. Esta es probablemente la zona del estado de la que se tenga un mayor conocimiento de la composición de su avifauna por los muestreos y observaciones llevados a cabo desde el siglo XIX (Salvin y Godman 1879-1904). Además, la avifauna de esta zona está compuesta tanto de especies terrestres como por especies acuáticas, siendo especialmente importante la presencia de estas últimas. La zona de Mazatlán y sus alrededores

(incluyendo las islas ubicadas frente a su costa) se encuentran sujetas a protección (SEMARNAT e INE 2000, 2002), aunque el enfoque de protección hacia estas zona va encaminado principalmente a la protección de las grandes acumulaciones de aves acuáticas (e.g. patos, garzas, playeritos, etc.), ya que muchas de estas especies tienen su zonas de anidamiento en dicha área (Edwards 1968, 1985).

Caso similar ocurre a lo largo del resto de la costa del estado donde se igualmente se han registrado grandes acumulaciones de estas aves. Sin embargo estas zonas no aparecen en los mapas de riqueza como zonas con una riqueza excepcional de especies, debido a que a pesar de contar con gran número de individuos estos pertenecen únicamente a unas cuantas especies. Un ejemplo claro de esto es la Ensenada Pabellones, la cual ha sido propuesta como importante para su conservación por su número de individuos, hasta 500'000 en ocasiones pero cuenta con una riqueza de menos de 20 especies (Arizmendi *et al.* 2000).

Una zona en la que se han registrado gran número de especies es la costa del extremo sur del estado. La riqueza de esta zona es muy importante y esta compuesta principalmente de aves acuáticas, aunque también es refugio para aves migratorias. Esta zona junto con la costa del norte del estado de Nayarit conforman lo que se conoce con el nombre de Marismas Nacionales. Es una zona de manglares y pantanos que alberga a una gran cantidad de especies (282) y ha sido propuesta como importante para la conservación de aves además de ser considerado un humedal prioritario (Arizmendi *et al.* 2000).

Sin embargo, la concentración de especies más importante en términos de conservación en el estado se presenta en la Sierra Madre Occidental. Es aquí donde se registran las mayores concentraciones de especies endémicas y especies bajo alguna categoría de riesgo. Las zonas de transición entre la Llanura Costera y la Sierra Madre Occidental presentan grandes concentraciones de

especies debido en gran parte al gradiente altitudinal que existe. Probablemente el ejemplo más claro de esto se observe en la localidad de Cosalá y sus alrededores, ya que con excepción del mapa de riqueza de las especies "no-endémicas" (figura 8) los demás muestran una acumulación muy importante en esta zona. Precisamente en la localidad del Mineral de Nuestra Señora, en el municipio de Cosalá han sido registradas especies endémicas y protegidas por la NOM- Ecol 059 (SEMARNAT 2001) además de tener distribuciones restringidas al oeste de México (eg. *Amazona finschi*, *Forpus cyanopygius*, *Cacicus melanicterus*).

A pesar de que los modelos predictivos resultan ser una excelente herramienta para "predecir" (como su nombre lo indica) la ocurrencia de las especies en lugares donde esta no es conocida, sigue siendo de suma importancia el trabajo que se lleve a cabo en el campo (e.g. Medina 2002). Con respecto a este estudio, es muy importante que se sigan colectando ejemplares, especialmente de aquellas regiones en las que no se han llevado a cabo colectas aun (eg. parte nororiental del estado) y se desconoce la composición de la avifauna.

Aunque se han descrito nuevas especies en México hace relativamente poco tiempo (Navarro *et al.* 1992) en la actualidad resulta muy poco probable, por no decir imposible, descubrir nuevas especies de aves en nuestro país, por lo que es de suma importancia el conocimiento de aquellas especies ya conocidas, y la información que se pueda obtener de su distribución, estatus de conservación etc. ya que estos factores son dinámicos y se encuentran cambiando constantemente. Afortunadamente el interés de estudio de las aves ha ido en aumento y la ornitología en México se encuentra en una etapa de progreso (Navarro y Sánchez-González 2003c).

Como complemento a este trabajo es necesario hacer un mayor número de estudios tanto de colecta como de observación a lo largo del estado, especialmente en las áreas en las que fueron predichas una mayor cantidad de

especies y especies endémicas. Así mismo es necesario llevar a cabo estudios no solo avifaunísticos sino multidisciplinarios, es decir listados y colectas de aves, mamíferos, reptiles y anfibios, etc. para evaluar las perspectivas de conservación desde un punto de vista más general pero a la vez más integral. Un ejemplo de este tipo de trabajo fue llevado a cabo por Vega (1993) en el cual propone la creación de una reserva llamada "Mineral de Nuestra Señora" en un lugar que es propiedad de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Esta localidad se encuentra ubicada en las laderas de la Sierra Madre Occidental, en el Municipio de Cosalá. En el trabajo se presentan listados de especies tanto de aves como de mamíferos y reptiles. Con respecto a la avifauna se hace mención de la presencia de 124 especies 24 de las cuales se encuentran bajo algún estatus de protección y 34 especies endémicas (Vega 1993).

El tema del uso de modelos predictivos con proyecciones en sistemas de información geográficos con fines de conservación ha sido abordado con anterioridad, e incluso algunos autores ya han hecho planteamientos concretos de su utilización (Bojórquez-Tapia *et al.* 1995). Por ello la información proporcionada en este estudio puede resultar fundamental para la propuesta de nuevas áreas naturales con fines de conservación. La elaboración de estrategias y propuestas de conservación (e.g. delimitación de nuevas áreas naturales protegidas, designación de especies en NOM, etc.), dependerá en gran parte de estudios que, al igual que este, proporcionen una base sólida de información.

## LITERATURA CITADA

Alden, P. 1969. Finding birds in western Mexico – A guide to the states of Sonora, Sinaloa, and Nayarit. University of Arizona Press

Allen, J. A. 1906. Mammals from the states of Sinaloa and Jalisco, Mexico. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 19: 613-615

Álvarez del Toro, M. 1980. Las aves de Chiapas. 2ª ed. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez. Chiapas.

American Ornithologist's Union. A.O.U.1998.Check-list of North American Birds.

Anderson, R.P., D. Lew, A. T. Peterson. 2003. Evaluating predictive models for species' distributions: Criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling* 162: 211-232

Arizmendi M. C., L. Márquez. 2000. Areas de importancia para la conservación de las aves en México. CIPAMEX A.C. México D.F.

Armstrong, D. M., J. Knox-Jones Jr. 1971. Mammals from the mexican state of Sinaloa. I. Marsupialia, insectivora, edentata, lagomorpha. *Journal of Mammalogy* vol. 52. num. 4: 747-757

Armstrong, D. M., J. Knox-Jones Jr., E. C. Bimey. 1972. Mammals from the mexican state of Sinaloa. II. Carnivora and artiodactyla. *Journal of Mammalogy* vol. 53. num. 1: 48-61

Banks, R.C. 1975. Invalid record of a rail from Mazatlán, México. *Auk* 92:166-168

Berlepsch (von), H. 1888. Notes of some neotropical birds belonging to the United States National Museum. *Proc. of the U.S. Nat. Mus.* 1888: 559-566

Bibby, C. J., N.J. Collar, M. J. Crosby, M. F. Heath, Ch. Imboden, T.H. Johnson, A. J. Long, A. J. Strattersfield, S. J. Thirgood. 1992. Putting biodiversity on the map: priority areas for global conservation. International Council for Bird Bird Preservation. Cambridge U.K. 90pp

Binford , L. C. 1989. A distributional survey of the birds of the Mexican state of Oaxaca. *Ornithological Monographs* 43: 1-405

BirdLife International. 2000. Threatened birds of the world. Barcelona and Cambridge. UK. Linx Ediciones and BirdLife International.

Bojórquez-Tapia, L., I. Azuara, E. Ezcurra, O. Flores-Villela. 1995. Identifying conservation priorities in Mexico through geographic information systems and modelling. *Ecol. Appl.* 5:215-231

Carmona, R., G.D. Danemann. 1994. Nesting waterbirds of Santa Maria Bay, Sinaloa, Mexico, April 1988. *Western Birds* 25:158-162

Cervantes-Abrego, M., M.A. González-Bernal. 2000. Ensenada Pabellones en Arizmendí M. C., L. Márquez. 2000. *Áreas de importancia para la conservación de las aves en México.* CIPAMEX A.C. México D.F.

Colchero-Aragón, F. 2001. Análisis de la distribución del berrendo (*Antilocapra americana*) en México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM

CONANP. 2003. Protección de Nuevas Áreas Naturales Protegidas. *Entorno* 26. Diciembre/ Enero. ([www.conanp.gob.mx/entorno](http://www.conanp.gob.mx/entorno))

Cupul- Magaña F. G. 2002. Un vistazo a la avifauna sinaloense en *Atlas de la biodiversidad de Sinaloa*. (Editores J.L. Cifuentes, J. Gaxiola). El Colegio de Sinaloa

Davis, J. 1959. A new race of Mexican potoo from western Mexico. *Condor* 61:300-301

Diario Oficial de la Federación: 30 de Noviembre de 1936, 3 de Agosto de 1949

Edwards, E.P. 1968. *Finding Birds in México*. Ed. Ernest P. Edwards. 282pp

Edwards, E.P. 1985. Supplement to *Finding Birds in México- A Guide to Finding Birds*. Ed. Ernest P. Edwards. 172pp

Egbert, S. L., A. T. Peterson, V. Sánchez-Cordero, K. P. Price. 1998. Modeling conservation priorities in Veracruz, México. In Morain, S.(ed.) *GIS in Natural Resource Management: Balancing the Technical-Political Equation*: 55-63 Santa Fe, New Mexic: High Mountain Press

Engilis, A. Jr., L.W. Oring, E. Carrera, J.W. Nelson, A. Martínez.1996. Shorebird surveys in Ensenada Pabellones and Bahía Santa María, Sinaloa, Mexico: Critical winter habitats for Pacific flyway shorebirds. *Wilson Bulletin* 110:332-341

Escalante, P. 1988. *Aves de Nayarit*. Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit, México

Escalante, P., A. G. Navarro y A. T. Peterson. 1993. A geographic, ecological and historical analisis of the land bird diversity in Mexico. In: *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*. T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, J. Fa. Eds. Oxford University Press. USA. 281-307pp

Environmental Systems Research Institute (ESRI). 2000. ArcView GIS,V.3.2a. ESRI Inc. California, USA

Feria, A. T. P. 2001. Patrones de distribución de las aves residentes de la Cuenca del Balsas. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F.

Flores, O. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. Segunda edición. UNAM & CONABIO. 439 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

García-Trejo, E. 2002. Análisis de los patrones del endemismo de aves en el oeste de México. Tesis de licenciatura. UNAM. México, D.F.

Godown, M. E., A. T. Peterson. 2000. Preliminary distributional analysis of U.S. endangered bird species. *Biodivers. Conserv.* 9: 1313-1322

González-Bernal, M. A., E. Mellink, J. R. Fong-Mendoza. 2002. Nesting birds of Farallón de San Ignacio, Sinaloa, México. *Western Birds* 33:254-257

Hardy, L.M., R.W. McDiarmid. 1969. The amphibians and reptiles of Sinaloa, Mexico. *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.* 18 (3):39-252

Howell S. N., S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. U.S.A. 851pp

INEGI. 1982. Carta de México topográfica 1:250'000

INEGI. 1999 Superficie de la República Mexicana por estados. ([www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx))

INEGI. 2000. Marco Geoestadístico\*

INEGI. 2004a. Carta división política de Sinaloa 1:1'000'000\*

INEGI. 2004b. Carta geológica 1:1'000'000\*

INEGI. 2004c. Carta fisiográfica 1:1'000'000\*

INEGI. 2004d. Carta de climas 1:1' 000'000\*

INEGI. 2004e. Carta de tipos de vegetación 1:1' 000'000\*

Jones, J. K. Jr., T. Alvarez y M. R. Lee 1962. Noteworthy mammals from Sinaloa, Mexico. *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.* 14:145-159.

Kramer, G.W. 1982. Oldsquaw record from Sinaloa, México. *Condor* 84:243

Liebig-Fossas, I., Y. J. Nakazawa, A. G. Navarro-Sigüenza y V. Sánchez-Cordero. 2001. Fragmentación del hábitat de las especies de aves amenazadas en México: Un método cuantitativo-predictivo. Memorias del V Congreso sobre el estudio y conservación de las aves en México. Morelia, Michoacán. México

Liebig- Fossas, I. 2003. Evaluación de especies de aves mexicanas en riesgo utilizando modelaje ecológico. Programa y libro de resúmenes del VII Congreso de Ornitología Neotropical / VII Congreso Chileno de Ornitología. Termas de Puyehue. Chile

- Lively, C., D. Paul. 2002. Wintering Sinaloa. *Birdscapades*. Fall 2002. Pgs 28-29
- Loomis, L. M. 1901. *Granatellus venustus* in Sinaloa. *Auk*. 18:110
- Loomis, L. M. 1902. The yellow vireo in Sinaloa. *Auk*. 19:88
- Lowery, G. H. Jr. y W. W. Dalquest. 1951. Birds from the state of Veracruz, México. *Univ. Kansas. Publ. Mus. Natl. Hist.* 3(4): 531-649
- Manel, L., T. M. Brooks y S.L. Pimm. 1999. Relative risk of extinction of passerine birds on continents and islands. *Nature* 399:258-261
- McLellan, M.E. 1927. Notes on the birds of Sinaloa and Nayarit, Mexico, in the fall of 1925. *Proc. California Acad. Sci. Fourth Series*. Vol.26 (1): 1-51
- Medina. M. N. 2002. Patrones de distribución de las aves en la Sierra del Espinazo del Diablo, Sinaloa-Durango, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México
- Microsoft Corporation 1999. *Microsoft Access versión XP*.
- Microsoft Corporation 1999. *Microsoft Excel 2001*
- Miller, W. 1905. List of bird collected in southern Sinaloa, Mexico by J.H. Batty, during 1903-1904. *Bull. Amer. Mus. Natl. Hist.* 21:161-183
- Miller, W. 1906. Miller on Birds from Southern Sinaloa. *Auk* 23:478
- Miller, A.H., H. Friedmann, L. Griscom, R.T. Moore. 1957. Distributional check-list of the birds of Mexico. Part II. Pacific Coast Avifauna 33:1-436

Moore, R. T. 1935a. A new jay of the genus *Cyanocorax* from Sinaloa. *Auk* 52:274-277

Moore, R. T. 1935b. New birds from northwestern Mexico. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 48:11-114

Moore, R. T. 1937a. Four new birds from northwestern Mexico. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 50:95-102

Moore, R. T. 1937b. Two new owls from Sinaloa, Mexico. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 50:103-106

Moore, R. T. 1938a. Unusual birds and extensions of ranges in Sonora, Sinaloa, and Chihuahua, Mexico. *Condor* 40: 23-28

Moore, R. T. 1938b. New races in the genera of *Vireo* and *Buarremon* from Sinaloa. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 51:69-71

Moore, R. T. 1938c. A new race of wild turkey. *Auk* 55:112-115

Moore, R. T. 1941. New races of flycatcher, warbler and wrens from Mexico. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 54:35-42

Moore, R.T. 1945. Sinaloa martin nesting in western Mexico. *Auk* 62: 308-309

Nakazawa, Y. J. 2003. Modelos predictivos como herramienta para el estudio de cambios estacionales del nicho de algunas aves migratorias neotropicales. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 59 pp

National Geographic Society. 2001. Field guide to the birds of North America. Third edition. National Geographic Society. Washington, D.C. 480 pp

Navarro, A. G., A. T. Peterson, P. Escalante, H. Benítez. 1992 *Cypseloides storeri*, a new species of swift from Mexico. *Wilson Bull.* 104:55-64

Navarro, A., Benítez, H. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. *Ciencias*. No. Especial. 7: 45-54

Navarro, A. G., Hernández-Baños B. E., Benítez, H. 1993 Listados faunísticos de México – Las aves del estado de Querétaro. Universidad Nacional Autónoma de México

Navarro, A. G. 1998. Distribución geográfica y ecológica de la avifauna del estado de Guerrero. Tesis de Doctorado en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México

Navarro, A. G., A. T. Peterson, A. Gordillo-Martínez. 2002. A Mexican case study on a centralized data base from world natural museums. *CODATA Data Science Journal*, Vol1 (1): 45-53

Navarro, A. G., A. T. Peterson, Y. J. Nakazawa, I. Liebig-Fossas. 2003a. Colecciones biológicas, modelaje de nichos ecológicos y los estudios de la biodiversidad en *Una Perspectiva Latinoamericana de la Biogeografía*. Pgs 115-122. Facultad de Ciencias

Navarro, A. G., A. T. Peterson, A. Gordillo-Martínez. 2003b. Museums working together: The atlas of the birds of Mexico. In *Why Museums Matter: Avian archives in an Age of Extinction*. *Bulletin of the British Ornithologist's Club*. Vol 123A supplement (eds. Collar, N., C. Fisher, C. Feare)

Navarro, A. G., L. A. Sánchez-González. 2003c. La Diversidad de las Aves de México. Un recurso para estudiar, proteger y admirar.

<http://ecoturismolatino.com/esp/ecoviajeros/guía/paises/mexico/biodiversidad/fauna/aves2.htm>

Navarro, A. G., A. T. Peterson. (enviado). An alternative species taxonomy of the birds of Mexico

Navarro, A. G., H. A. Garza-Torres, S. López de Aquino, O. Rojas-Soto, L. A. Sánchez-González. 2004. Patrones biogeográficos de la avifauna de la Sierra Madre Oriental, México. En: Luna, I., J.J. Morrone, D. Espinosa-Organista (Eds.). La Sierra Madre Oriental. UNAM. México (en prensa).

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.

Omelas, F., L. Navarrijo, M. del C. Arizmendi. 1987. Las aves mexicanas: endemismo y extinción. IX Congreso Nacional de Zoología. Universidad Juárez Autónoma de México. Sociedad Mexicana de Zoología. México. Tomo II, 171-176.

Pashley, D. N. c 1972. A Partial Ornithological Gazetteer to Mexico. School of Forestry, Wildlife and Fisheries. Louisiana State University. 50pp.

Peterson, A. T., A. G. Navarro-Sigüenza, H. Benitez-Díaz. 1998. The need for continued scientific collecting: a geographic análisis of Mexican bird specimens. *Ibis*, 140: 288-294.

Peterson, A. T., A. G. Navarro-Sigüenza. 1999. Alternate species concepts as bases for determining priority conservation areas. *Conservation Biology* vol. 13:2. 427-431.

Peterson, A. T., A. G. Navarro. 2000. Western Mexico: a significant center of avian endemism and challenge for conservation action. *Cotinga* 14:42-46.

Peterson, A. T., S. L. Egbert, V. Sanchez-Cordero; K. P. Price. 2000. Geographic analysis of conservation priorities using distributional modelling and complementarity: Endemic birds and mammals in Veracruz, México. *Biol. Conserv.* 93: 85-94.

Peterson, A. T. 2001. Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modelling. *The Condor* 103: 599-605.

Peterson, R. T., E. L. Chalif. 1989. Aves de México - Guía de Campo. Ed. Diana. México D.F. 473pp.

Prys-Jones, R. 2002. Why museums matter: making bird collection data available for biodiversity studies. *Biobyte* 2:1.

Ríos-Muñoz, C. A. 2002. Caracterización geográfica de la Familia Psittacidae (Aves) utilizando un modelo predictivo. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 88pp.

Rodríguez – Yañez, C. A., R. Villalón-Calderón, y A. G. Navarro–Sigüenza. 1994. Bibliografía de las aves de México (1825-1992). Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

Rojas- Soto O. R., S. López de Aquino, L. A. Sánchez-Gonzalez, B. E. Hernández-Baños. 2002. La colecta científica en el neotrópico: el caso de las aves de México. *Omitología Neotropical* 13:209-214

Rojas- Soto O. R., O. Alcántara- Ayla, A. G. Navarro. 2003. Regionalization of the avifauna of the Baja California peninsula, México: a parsimony analysis of

endemism and distributional modelling approach. *Journal of Biogeography* 30: 449-461

Romero, A. C., 2004. Análisis de la distribución de los conejos y liebres (Lagomorpha: Leporidae) de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México

Russell, S.M. & G. Monson. 1998. Birds of Sonora. Univ. Of Arizona Press. 362pp

Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Editorial Limusa. México, D. F.

Salvin, O. y F. D. Godman. 1879-1904. *Biologia Centrali Americana: Aves* (Text). Taylor and Francis, London (3 Vols)

Schaldach, W. J. 1963. Birds of Colima and Adjacent Jalisco, México. *Proc. Western Found. Vertebrate Zool*, 1(1):1-100

SEMARNAP / INE. 2000. Áreas naturales protegidas de México con decretos federales. 830pp

SEMARNAT. 2001. Norma Oficial Mexicana 059 Ecol. 2001

SEMARNAT / INE. 2001. Áreas naturales protegidas de México con decretos estatales vol 2. 398pp

SEMARNAT / INE. 2002. Áreas naturales protegidas de México con decretos federales (Anexo nuevo decretos, actualizado a julio 2002). 266pp

Stattersfield, A.J., M.J. Crosby, A.J. Long, D.C. Wege. 1998. Endemic Bird Areas of the World; Priorities for Biodiversity Conservation. Birdlife International.

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

Toledo, V. M. 1999. La diversidad biológica de México en La Evolución Biológica. (Comp.) J. Nuñez. Farfán y L. Eguiarte. UNAM / CONABIO. 413-437

Urban, E.K. 1959. Birds from Coahuila, México. *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.* 11: 443-516

Vega, X. 1993. A proposal and management plan for a new national park in Mexico (Nuestra Señora). Thesis to obtain the master in science degree. Graduate School of East Strousburg University

Van Rossem, A. J. 1945. A distributional survey of the birds of Sonora, Mexico. *Occ. Pap. Mus. Zool. Louisiana St. Univ.* 21:1-379

Wege, D. C., A.J. Long. 1995. Key areas for threatened birds in the neotropics. BirdLife Conservation Series No. 5. BirdLife International. 311 pp

## APENDICE 1.

Lista de las colecciones científicas consultadas y el número de especies y ejemplares que se obtuvo de cada una. Las colecciones que aparecen en *itálicas* son aquellas que están incluidas dentro del "Atlas de las Aves de México" hasta el 2003, mientras que las que aparecen en *cursivas* fueron agregadas.

ACRONIMO	MUSEO	PAIS	ESPECIES	EJEMPLARES
<i>BERLI</i>	<i>Museum für Naturkunde, Institut für Systematische Biologie, Berlin</i>	<i>Alemania</i>	5	7
<i>BREM</i>	<i>Übersee Museum, Bremen</i>	<i>Alemania</i>	4	5
<i>Frank</i>	<i>Forshungsinstitutenckenber, Frankfurt am Mein</i>	<i>Alemania</i>	2	4
<i>Munic</i>	<i>Zoologisches Staatsammlung, München</i>	<i>Alemania</i>	1	1
<i>Stutt</i>	<i>Staatliches Museum für Naturkunde, Stuttgart</i>	<i>Alemania</i>	6	8
CMN	Canadian Museum of Nature, Ottawa	Canadá	37	60
ROM	Royal Ontario Museum, Toronto	Canadá	13	39
UBCMZ	University of British Columbia Museum of Zoology, Vancouver	Canadá	52	97
AMNH	American Museum of Natural History, New York City	Estados Unidos	164	1088
ANSP	Academy of Natural Sciences , Philadelphia	Estados Unidos	18	24
BELL	Bell Museum of Natural History, University of Minnesota, Minneapolis	Estados Unidos	28	51
<i>BURKE</i>	<i>Burke Museum of Natural History, University of Washington, Seattle</i>	<i>Estados Unidos</i>	10	13
CARN	Carnegie Museum of Natural History, Pittsburgh	Estados Unidos	17	20
CAS	California Academy of Sciences, San Francisco	Estados Unidos	87	160
<i>CORNE</i>	<i>Laboratory of Ornithology, Cornell University, Ithaca</i>	<i>Estados Unidos</i>	10	17
DENV	Denver Museum of Natural History, Denver	Estados Unidos	1	1
DMNH	Delaware Museum of Natural History, Willmington	Estados Unidos	148	602
FHSC	Fort Hays State College, Hays, Kansas	Estados Unidos	22	28
<i>FLORI</i>	<i>Florida Museum of Natural History, Gainesville</i>	<i>Estados Unidos</i>	8	11
FMNH	Field Museum of Natural History, Chicago	Estados Unidos	38	92
KU	Natural History Museum, The University of Kansas, Lawrence	Estados Unidos	165	538

LACM	Los Angeles County Museum of Natural History	Estados Unidos	150	401
LSUMZ	Louisiana State University Museum of Zoology, Baton Rouge	Estados Unidos	116	324
MCZ	Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Cambridge	Estados Unidos	94	175
MLZ	Moore Laboratory of Zoology, Pasadena	Estados Unidos	336	6082
MVZ	Museum of Vertebrate Zoology, University of California, Berkeley	Estados Unidos	39	103
SDNHM	San Diego Natural History Museum, San Diego	Estados Unidos	12	15
SWC	Southwest College, Windfield	Estados Unidos	127	253
UAz	University of Arizona, Tucson	Estados Unidos	176	409
UCLA	University of California, Los Angeles	Estados Unidos	48	89
UMMZ	University of Michigan Museum of Zoology, Ann Arbor	Estados Unidos	106	179
USNM	United States National Museum, Washington D.C.	Estados Unidos	95	256
WFVZ	Western Foundation of Vertebrate Zoology, San Pablo	Estados Unidos	116	291
YPMNH	Peabody Museum, Yale University, New Haven	Estados Unidos	15	20
MNHNP	Muséum Nationale d'Histoire Naturelle, Paris	Francia	1	1
LEID	Natuurhistorische Museum, Leiden	Holanda	3	5
BMUK	British Museum of Natural History, Tring	Inglaterra	155	379
MZFC	Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM, Distrito Federal	México	89	159
BIBL	Datos bibliográficos		398	1069
ND	Sin datos de colección		238	1854
			<b>Total de registros</b>	14930

APENDICE 2. Lista de todas las especies que se registraron para el estado de Sinaloa (503 en total). Se enlistan además las especies que cuentan con registros dudosos dentro del estado (\*) (14 en total). Las fuentes que se utilizaron han sido mencionadas con anterioridad en el texto. El orden a nivel supraespecífico va de acuerdo al de AOU (1998) y la taxonomía utilizada a nivel específico es la propuesta por Navarro y Peterson (enviado). La estacionalidad de cada especie en el estado se divide en: R: Residente permanente, M: Migratorio, T: Transitorio, C: Casual; A: accidental. El estatus de endemismo se asignó de la siguiente manera: E: endémico a México, Q: cuasiendémico a México. El estatus de conservación se asignó de acuerdo a la NOM-Ecol 059 2001 (SEMARNAT, 2001): E: Probablemente extinto en medio silvestre, P: en peligro de extinción, A: amenazada, Pr: protección especial y de acuerdo a Birdlife International: Ew: Extinct in the wild, Cr: Critical, En: Endangered Vu: Vulnerable, Nt: Near threatened, Dd: Data deficient.

ESPECIE	ESTACIONALIDAD	ENDEMISMO	NOM	BIRDLIFE
<i>Crypturellus occidentalis</i>	R	E		
<i>Gavia pacifica</i>	C			
<i>Gavia immer</i>	M			
<i>Tachybaptus dominicus</i>	R		Pr	
<i>Podilymbus podiceps</i>	R,M			
<i>Podiceps nigricollis</i>	M			
<i>Aechmophorus occidentalis</i>	M			
<i>Aechmophorus clarkii</i> *	M			
<i>Fulmarus glacialis</i>	C			
<i>Puffinus creatopus</i>	M			
<i>Puffinus griseus</i>	R			
<i>Puffinus puffinus</i>	C			
<i>Puffinus opisthomelas</i> *	C		P	Vu
<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	C			
<i>Oceanodroma melania</i>	R		A	
<i>Oceanodroma microsoma</i>	R		A	
<i>Phaethon aethereus</i>	R		A	
<i>Sula nebulosus</i>	R			
<i>Sula leucogaster</i>	R			
<i>Sula sula</i>	R			
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	M			
<i>Pelecanus occidentalis</i>	R,T			
<i>Phalacrocorax auritus</i>	R,M			
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	R			
<i>Phalacrocorax penicillatus</i>	M			
<i>Phalacrocorax pelagicus</i> *	C			
<i>Anhinga anhinga</i>	R			
<i>Fregata magnificens</i>	T			
<i>Botaurus lentiginosus</i> *	M			
<i>Ixobrychus exilis</i>	R			
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	R		Pr	
<i>Ardea herodias</i>	R,M			
<i>Ardea alba</i>	R,M			
<i>Egretta thula</i>	R,M			
<i>Egretta caerulea</i>	R			
<i>Egretta tricolor</i>	R			
<i>Egretta rufescens</i>	M		Pr	
<i>Bubulcus ibis</i>	R			

<i>Butorides virescens</i>	R		
<i>Nycticorax nycticorax</i>	R		
<i>Nyctanassa violacea</i>	R		
<i>Cochlearius zeledoni</i>	R		
<i>Eudocimus albus</i>	R		
<i>Plegadis falcinellus*</i>	R,M		
<i>Plegadis chihi</i>	M		
<i>Platalea ajaja</i>	M		
<i>Mycteria americana</i>	M		Pr
<i>Coragyps atratus</i>	R		
<i>Cathartes aura</i>	R		
<i>Sarcoramphus papa*</i>	C		P
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	R		
<i>Dendrocygna bicolor</i>	R		
<i>Anser albifrons</i>	M		
<i>Chen caerulescens*</i>	M		
<i>Branta bernicla</i>	C		A
<i>Cairina moschata</i>	R		P
<i>Aix sponsa*</i>	M		
<i>Anas strepera</i>	M		
<i>Anas americana</i>	M		
<i>Anas diazi</i>	M	Q	A
<i>Anas wyvilliana</i>	A		
<i>Anas discors</i>	M		
<i>Anas cyanoptera</i>	M		
<i>Anas clypeata</i>	M		
<i>Anas acuta</i>	M		
<i>Anas crecca</i>	M		
<i>Aythya valisineria</i>	M		
<i>Aythya americana</i>	M		
<i>Aythya collaris</i>	M		
<i>Aythya marila</i>	A		
<i>Aythya affinis</i>	M		
<i>Bucephala albeola</i>	M		
<i>Bucephala clangula</i>	M		
<i>Clangula hyemalis</i>	A		
<i>Mergus serrator</i>	M		
<i>Nomonyx dominicus</i>	R		A
<i>Oxyura jamaicensis</i>	R		
<i>Pandion haliaetus</i>	R		
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	R		Pr
<i>Elanus leucurus</i>	A		
<i>Haliaetus leucocephalus*</i>	A		P/E
<i>Harpagus bidentatus</i>	A		Pr
<i>Busarellus nigricollis</i>	R		Pr
<i>Circus cyaneus*</i>	M		
<i>Accipiter striatus</i>	M		Pr
<i>Accipiter cooperii</i>	M		Pr
<i>Accipiter gentilis</i>	R		A
<i>Geranospiza caerulescens</i>	R		A
<i>Asturina plagiata</i>	R		
<i>Buteogallus anthracinus</i>	R		Pr

<i>Buteogallus urubitinga</i>	R		Pr
<i>Parabuteo unicinctus</i>	R		Pr
<i>Buteo elegans</i>	M		
<i>Buteo platypterus</i>	M		Pr
<i>Buteo brachyurus</i>	R		
<i>Buteo swainsoni</i>	T		Pr
<i>Buteo albicaudatus</i>	R		Pr
<i>Buteo albonotatus</i>	R,M,T		Pr
<i>Buteo jamaicensis</i>	R,M		
<i>Aquila chrysaetos</i>	R		A
<i>Caracara cheriway</i>	R		
<i>Micrastur semitorquatus</i>	R		Pr
<i>Herpethotes cachinnans</i>	R		
<i>Falco sparverius</i>	R,M		
<i>Falco columbarius</i>	M		
<i>Falco femoralis</i>	R		A
<i>Falco rufigularis</i>	R		
<i>Falco peregrinus</i>	R		Pr
<i>Ortalis wagleri</i>	R	E	
<i>Penelope purpurascens</i>	R		A
<i>Meleagris gallopavo</i>	R		Pr
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	R		Pr
<i>Callipepla douglasii</i>	R		
<i>Callipepla gambelii</i>	R		
<i>Rallus longirostris</i>	R		Pr
<i>Rallus elegans*</i>	A		Pr
<i>Rallus limicola*</i>	M		Pr
<i>Aramides axillaris</i>	R		A
<i>Porzana carolina</i>	M		
<i>Porzana flaviventer*</i>	A		Pr
<i>Porphyryla martinica</i>	R		
<i>Gallinula chloropus</i>	M		
<i>Fulica americana</i>	M		
<i>Grus canadensis</i>	M		Pr
<i>Pluvialis squatarola</i>	M		
<i>Charadrius collaris</i>	R		
<i>Charadrius alexandrinus</i>	M		
<i>Charadrius wilsonia</i>	R		
<i>Charadrius semipalmatus</i>	M		
<i>Charadrius vociferus</i>	R		
<i>Haematopus palliatus</i>	R		
<i>Himantopus mexicanus</i>	R,T		
<i>Recurvirostra americana</i>	M,T		
<i>Jacana spinosa</i>	R		
<i>Tringa melanoleuca</i>	M		
<i>Tringa flavipes</i>	M,T		
<i>Tringa solitaria</i>	M		
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	M		
<i>Heteroscelus incanus</i>	M		
<i>Actitis macularia</i>	M		
<i>Numenius phaeopus</i>	M		
<i>Numenius americanus</i>	M		

<i>Limosa fedoa</i>	M				
<i>Arenaria interpres</i>	M				
<i>Aphriza virgata</i>	M				
<i>Calidris canutus</i>	M				
<i>Calidris alba</i>	M				
<i>Calidris mauri</i>	M,T				
<i>Calidris minutilla</i>	M				
<i>Calidris bairdii</i>	M				
<i>Calidris alpina</i>	M				
<i>Calidris himantopus</i>	M				
<i>Limnodromus griseus</i>	M				
<i>Limnodromus scolopaceus</i>	M				
<i>Gallinago gallinago</i>	M				
<i>Phalaropus tricolor</i>	M				
<i>Phalaropus lobatus</i>	M				
<i>Phalaropus fulicaria</i>	M				
<i>Stercorarius pomarinus</i>	M				
<i>Stercorarius parasiticus</i>	M				
<i>Larus atricilla</i>	T				
<i>Larus pipixcan</i>	M				
<i>Larus philadelphia</i>	M				
<i>Larus heermanni</i>	T	Q	Pr	Nt	
<i>Larus delawarensis</i>	M				
<i>Larus californicus</i>	M				
<i>Larus argentatus</i>	M				
<i>Larus livens</i>	C	Q	Pr		
<i>Larus occidentalis</i>	C				
<i>Larus glaucescens</i>	C				
<i>Xema sabini</i>	M				
<i>Sterna nilotica</i>	R				
<i>Sterna caspia</i>	R				
<i>Sterna maxima</i>	T				
<i>Sterna elegans</i>	T	Q	Pr	Nt	
<i>Sterna hirundo</i>	M				
<i>Sterna forsteri</i>	M				
<i>Sterna albifrons</i>	M,T				
<i>Sterna antillarum</i>	M,T		Pr		
<i>Sterna fuscata</i>	T				
<i>Chlidonias niger</i>	T				
<i>Anous stolidus</i>	R				
<i>Rynchops niger</i>	T				
<i>Synthliboramphus hypoleucus</i>	R	Q	A	Vu	
<i>Synthliboramphus craveri</i>	M,T	E	A	Vu	
<i>Columba livia</i>	R				
<i>Columba flavirostris</i>	R				
<i>Columba fasciata</i>	R				
<i>Zenaida asiatica</i>	R				
<i>Zenaida macroura</i>	R,M				
<i>Columbina inca</i>	R				
<i>Columbina passerina</i>	R				
<i>Columbina talpacoti</i>	R				
<i>Leptotila verreauxi</i>	R				

<i>Geotrygon montana</i>	R			
<i>Aratinga brewsteri</i>	R	E	P	
<i>Aratinga canicularis</i>	R		Pr	
<i>Ara militaris</i>	R		P	En
<i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>	R	E	P	Vu
<i>Forpus cyanopygius</i>	R	E	Pr	
<i>Amazona albifrons</i>	R			
<i>Amazona finschi</i>	R	E	A	
<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	T			
<i>Coccyzus americanus</i>	M,T			
<i>Coccyzus minor</i>	R			
<i>Playa mexicana</i>	R	E		
<i>Morococcyx erythropygus</i>	R			
<i>Geococcyx velox</i>	R			
<i>Geococcyx californianus</i>	R			
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	R			
<i>Tyto alba</i>	R			
<i>Otus flammeolus</i>	R, M			
<i>Otus kennicottii</i>	R			
<i>Otus trichopsis</i>	R			
<i>Otus guatemalae</i>	R			
<i>Bubo virginianus</i>	R			
<i>Glaucidium gnoma</i>	R			
<i>Glaucidium palmarum</i>	R	E		
<i>Glaucidium brasilianum</i>	R			
<i>Micrathene whitneyi</i>	M,T			
<i>Athene cunicularia</i>	R,M			
<i>Ciccaba virgata</i>	R			
<i>Strix lucida</i>	R			
<i>Asio stygius</i>	R		Pr	
<i>Chordeiles acutipennis</i>	R,M,T			
<i>Chordeiles minor</i>	R,M			
<i>Nyctidromus albicollis</i>	R			
<i>Caprimulgus ridgwayi</i>	R			
<i>Caprimulgus arizonae</i>	R			
<i>Nyctibius jamaicensis</i>	R			
<i>Cypseloides niger</i>	M,T			
<i>Streptoprocne rutila</i>	R			
<i>Streptoprocne semicollaris</i>	R	E	Pr	
<i>Chaetura vauxi</i>	T			
<i>Aeronautas saxatalis</i>	R			
<i>Chlorostilbon auriceps</i>	R	E		
<i>Cynanthus latirostris</i>	R			
<i>Hylocharis leucotis</i>	R			
<i>Amazilia beryllina</i>	R	E		
<i>Amazilia rutila</i>	R			
<i>Amazilia violiceps</i>	R			
<i>Lampornis clemenciae</i>	R			
<i>Eugenes fulgens</i>	R			
<i>Heliomaster constantii</i>	R			
<i>Tilmatura dupontii</i>	R		A	
<i>Calothorax lucifer</i>	M			

<i>Archilochus colubris</i>	M			
<i>Archilochus alexandri</i>	M			
<i>Calypte anna</i>	A			
<i>Calypte costae</i>	M			
<i>Stellula calliope</i>	M,T			
<i>Atthis heloisa</i>	R	E		
<i>Selasphorus platycercus</i>	R,M			
<i>Selasphorus rufus</i>	M,T			
<i>Selasphorus sasin</i>	T			
<i>Trogon citreolus</i>	R	E		
<i>Trogon mexicanus</i>	R			
<i>Trogon ambiguus</i>	R	Q		
<i>Euptilotis neoxenus</i>	R	E	A	Nt
<i>Momotus mexicanus</i>	R	Q		
<i>Ceryle torquata</i>	R			
<i>Ceryle alcyon</i>	M			
<i>Chloroceryle amazona</i>	R			
<i>Chloroceryle americana</i>	R			
<i>Melanerpes formicivorus</i>	R			
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	R	E		
<i>Melanerpes uropygialis</i>	R			
<i>Sphyrapicus varius</i>	M			
<i>Sphyrapicus nuchalis</i>	M			
<i>Sphyrapicus thyroideus</i>	M			
<i>Picoides scalaris</i>	R			
<i>Picoides jardinei</i>	R	E		
<i>Picoides arizonae</i>	R		Pr	
<i>Piculus auricularis</i>	R			
<i>Colaptes cafer</i>	R			
<i>Colaptes chrysoides</i>	R			
<i>Dryocopus lineatus</i>	R			
<i>Campophilus guatemalensis</i>	R		Pr	
<i>Campophilus imperialis</i>	(antes) R	E	E	Cr
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	R			
<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	R	E		
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	R			
<i>Camptostoma imberbe</i>	R			
<i>Myiopagis viridicata</i>	A			
<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	R			
<i>Contopus cooperi</i>	M,T			
<i>Contopus pertinax</i>	R			
<i>Contopus sordidulus</i>	M,T			
<i>Contopus virens</i>	T			
<i>Empidonax flaviventris</i>	M,T			
<i>Empidonax traillii</i>	T			
<i>Empidonax albigularis</i>	R,M			
<i>Empidonax minimus</i>	M			
<i>Empidonax hammondii</i>	T			
<i>Empidonax oberholseri</i>	T			
<i>Empidonax wrightii</i>	M			
<i>Empidonax affinis</i>	R	E		
<i>Empidonax difficilis</i>	M			

<i>Empidonax occidentalis</i>	M			
<i>Empidonax fulvifrons</i>	M			
<i>Sayornis nigricans</i>	R,M			
<i>Sayornis phoebe</i>	M			
<i>Sayornis saya</i>	A			
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	R			
<i>Attila pacificus</i>	R	E		
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	R			
<i>Myiarchus cinerascens</i>	R,M,T			
<i>Myiarchus nuttingi</i>	R			
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	R			
<i>Deltarhynchus flammulatus</i>	R	E	Pr	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	R			
<i>Megarynchus pitangua</i>	R			
<i>Myiozetetes similis</i>	R			
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	M			
<i>Tyrannus melancholicus</i>	R			
<i>Tyrannus vociferans</i>	R,M			
<i>Tyrannus crassirostris</i>	R	E		
<i>Tyrannus verticalis</i>	T			
<i>Pachyrhamphus uropygialis</i>	R	E	Pr	
<i>Pachyrhamphus albiventris</i>	R	E		
<i>Tityra griseiceps</i>	R	E		
<i>Lanius ludovicianus</i>	R			
<i>Vireo paluster</i>	R	E	Pr	
<i>Vireo bellii</i>	M			
<i>Vireo atricapillus</i>	M		Pr	Vu
<i>Vireo nelsoni</i>	R	E	Pr	
<i>Vireo vicinior</i>	M			
<i>Vireo cassinii</i>	M			
<i>Vireo plumbeus</i>	M			
<i>Vireo huttoni</i>	R			
<i>Vireo hypochryseus</i>	R	E		
<i>Vireo gilvus</i>	M			
<i>Vireo flavoviridis</i>	M			
<i>Cyanocitta diademata</i>	R			
<i>Calocitta colliei</i>	R	E		
<i>Cyanocorax dickeyi</i>	R	E	Pr	Nt
<i>Cyanocorax luxuosa</i>	A			
<i>Cyanocorax sanblasianus</i>	A	E		
<i>Cyanocorax beecheii</i>	R		A	
<i>Aphelocoma wollweberi</i>	R	Q		
<i>Corvus sinaloae</i>	R	E		
<i>Corvus cryptoleucus</i>	M			
<i>Corvus corax</i>	R			
<i>Progne subis</i>	T			
<i>Progne sinaloae</i>	M	E	Pr	Dd
<i>Progne chalybea</i>	R			
<i>Tachycineta bicolor</i>	M			
<i>Tachycineta albilinea</i>	R			
<i>Tachycineta thalassina</i>	M			
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	R			

<i>Hirundo rustica</i>	M,T			
<i>Petrochelidon melanogaster</i>	R	Q		
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	M,T			
<i>Poecile sclateri</i>	R	Q		
<i>Baeolophus wollweberi</i>	R	Q		
<i>Auriparus flaviceps</i>	R			
<i>Psaltriparus melanotis</i>	R	Q		
<i>Sitta carolinensis</i>	R			
<i>Sitta pygmaea</i>	R			
<i>Certhia americana</i>	R			
<i>Campylorhynchus gularis</i>	R	E		
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	R			
<i>Salpinctes obsoletus</i>	R			
<i>Catherpes mexicanus</i>	R			
<i>Thryothorus sinaloa</i>	R	E		
<i>Thryothorus felix</i>	R	E		
<i>Thryomanes bewickii</i>	R			
<i>Troglodytes aedon</i>	M			
<i>Troglodytes brunneicollis</i>	R	E		
<i>Cistothorus palustris</i>	M			
<i>Cinclus mexicanus</i>	R			Pr
<i>Regulus calendula</i>	M			
<i>Polioptila caerulea</i>	R,M			
<i>Polioptila melanura</i>	R			
<i>Polioptila nigriceps</i>	R	E		
<i>Polioptila albiloris</i>	R			
<i>Sialia sialis</i>	R			
<i>Sialia mexicana</i>	R			
<i>Sialia currucoides</i>	R			
<i>Myadestes townsendi</i>	R			Pr
<i>Myadestes occidentalis</i>	R			Pr
<i>Catharus aurantiirostris</i>	R			
<i>Catharus olivascens</i>	R	E		
<i>Catharus ustulatus</i>	T			
<i>Catharus guttatus</i>	M			
<i>Turdus assimilis</i>	R			
<i>Turdus rufopalliatus</i>	R	E		
<i>Turdus migratorius</i>	R			
<i>Ridgwayia pinicola</i>	R	E		Pr
<i>Mimus polyglottos</i>	R,M			
<i>Toxostoma bendirei</i>	R			
<i>Toxostoma curvirostre</i>	R			
<i>Toxostoma palmeri</i>	R	E		
<i>Melanotis caerulescens</i>	R	E		
<i>Anthus rubescens</i>	M			
<i>Bombcilla cedrorum</i>	M			
<i>Ptilogonys cinereus</i>	R	Q		
<i>Phainopepla nitens</i>	M,T			
<i>Peucedramus taeniatus</i>	R			
<i>Vermivora celata</i>	M			
<i>Vermivora ruficapilla</i>	M,T			
<i>Vermivora virginiae</i>	T			

<i>Vermivora crissalis</i> *	M	E	Pr	Nt
<i>Vermivora luciae</i>	M,T			
<i>Parula nigrilor</i>	R	E		
<i>Parula superciliosa</i>	R			
<i>Dendroica erithacoides</i>	M			
<i>Dendroica aestiva</i>	R,M			
<i>Dendroica coronata</i>	M			
<i>Dendroica auduboni</i>	M			
<i>Dendroica nigrescens</i>	M			
<i>Dendroica townsendi</i>	T			
<i>Dendroica occidentalis</i>	T			
<i>Dendroica virens</i>	M			
<i>Dendroica dominica</i>	M			
<i>Dendroica graciae</i>	R			
<i>Mniotilta varia</i>	M			
<i>Setophaga ruticilla</i>	M			
<i>Helmitheros vermivorus</i>	A			
<i>Seiurus aurocapillus</i>	M			
<i>Seiurus noveboracensis</i>	M,T			
<i>Seiurus motacilla</i>	M			
<i>Oporornis tolmiei</i>	M,T			
<i>Geothlypis trichas</i>	R			
<i>Geothlypis modesta</i>	R	E		
<i>Geothlypis poliocephala</i>	R			
<i>Wilsonia pusilla</i>	M			
<i>Cardellina rubrifrons</i>	R			
<i>Ergaticus melanurus</i>	R	E		
<i>Myioborus pictus</i>	R			
<i>Myioborus miniatus</i>	R			
<i>Euthlypis lachrymosa</i>	R			
<i>Basileuterus rufifrons</i>	R	E		
<i>Basileuterus belli</i>	R			
<i>Icteria virens</i>	M,T			
<i>Granatellus venustus</i>	R	E		
<i>Rhodinocichla schistacea</i>	R	E		
<i>Habia affinis</i>	R	E		
<i>Piranga hepatica</i>	R	E		
<i>Piranga rubra</i>	M,T			
<i>Piranga ludoviciana</i>	M			
<i>Piranga bidentata</i>	R	E		
<i>Piranga erythrocephala</i>	R	E		
<i>Euphonia godmani</i>	R	E		
<i>Euphonia elegantissima</i>	R			
<i>Volatinia jacarina</i>	R			
<i>Sporophila torqueola</i>	R	E		
<i>Atlapetes pileatus</i>	R	E		
<i>Buarremon virenticeps</i>	R	E		
<i>Buarremon atricapillus</i>	R			
<i>Arremonops sumichrasti</i>	R	E		
<i>Melospiza kieneri</i>	R	E		
<i>Pipilo chlorurus</i>	M			
<i>Pipilo maculatus</i>	R			

<i>Pipilo fuscus</i>	R		
<i>Aimophila acuminata</i>	R	E	
<i>Aimophila botterii</i>	R	Q	
<i>Aimophila cassinii</i>	M		
<i>Aimophila carpalis</i>	R		
<i>Aimophila ruficeps</i>	R		
<i>Aimophila rufescens</i>	R		
<i>Aimophila quinquestriata</i>	M	E	
<i>Oriturus superciliosus</i>	R	E	
<i>Spizella passerina</i>	M		
<i>Spizella pallida</i>	M		
<i>Spizella breweri</i>	M		
<i>Spizella atrogularis</i>	R,M		
<i>Poocetes gramineus</i>	M		
<i>Chondestes grammacus</i>	M		
<i>Amphispiza bilineata</i>	R		
<i>Calamospiza melanocorys</i>	M		
<i>Passerculus sandwichensis</i>	M		
<i>Passerculus rostratus</i>	M	Q	Pr
<i>Ammodramus savannarum</i>	M		
<i>Melospiza lincolni</i>	M		
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	M		
<i>Junco hyemalis</i>	M		
<i>Junco phaeonotus</i>	R	E	
<i>Saltator vigorsii</i>	R	E	
<i>Cardinalis cardinalis</i>	R		
<i>Cardinalis sinuatus</i>	R		
<i>Pheucticus chrysopleus</i>	R	E	
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	M		
<i>Cyanocompsa indigotica</i>	R	E	
<i>Passerina caerulea</i>	M		
<i>Passerina amoena</i>	M		
<i>Passerina cyanea</i>	M		
<i>Passerina versicolor</i>	R,M		
<i>Passerina ciris</i>	M		
<i>Spiza americana</i>	M		
<i>Agelaius phoeniceus</i>	M		
<i>Stumella magna</i>	R		
<i>Stumella neglecta</i>	M		
<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	M		
<i>Euphagus cyanocephalus</i>	M		
<i>Quiscalus mexicanus</i>	R		
<i>Molothrus aeneus</i>	R		
<i>Molothrus ater</i>	R		
<i>Icterus wagleri</i>	M		
<i>Icterus spurius</i>	M		
<i>Icterus nelsoni</i>	R,M		
<i>Icterus pustulatus</i>	R	E	
<i>Icterus galbula</i>	M,T		
<i>Icterus bullockii</i>	M		
<i>Icterus abeillei</i>	M	E	
<i>Icterus parisorum</i>	M		

<i>Cacicus melanicterus</i>	R	E		
<i>Carpodacus cassinii</i>	M			
<i>Carpodacus mexicanus</i>	R	E		
<i>Carpodacus frontalis</i>	R			
<i>Loxia stricklandi</i>	R	E		
<i>Carduelis pinus</i>	R			
<i>Carduelis notata</i>	R			
<i>Carduelis psaltria</i>	R,M			
<i>Carduelis hesperophilus</i>	R			
<i>Coccothraustes abeillei</i>	R	Q		
<i>Passer domesticus</i>	R			