



**INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN  
CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA, A. C.**

**POSGRADO EN CIENCIAS APLICADAS**

**DISTRIBUCION POTENCIAL DE LAS AVES DEL ALTIPLANO  
POTOSINO**

Tesis que presenta

**MARÍA DEL CARMEN JASSO GORDOA**

Para obtener el grado de

**Maestra en Ciencias Aplicadas**

En la opción de

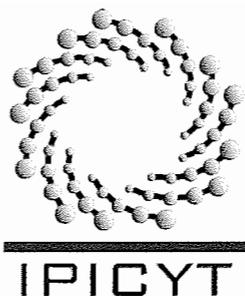
**Ciencias Ambientales**

Director de Tesis:

**Dr. Leonardo Chapa Vargas**

San Luis Potosí, S. L. P.

3 de Octubre de 2008



### Constancia de aprobación de la tesis

La tesis “Distribución potencial de las aves del altiplano potosino” presentada para obtener el Grado de de Maestra en Ciencias Aplicadas en la opción de Ciencias Ambientales fue elaborada por la Ing. María del Carmen Jasso Gordo y aprobada el 3 de Octubre de 2008 por los suscritos, designados por el Colegio de Profesores de la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

Dr. Leonardo Chapa Vargas  
Director

Dr. Manuel David Sánchez Hermosillo  
Asesor de la tesis

M. en C. Gabriel Vázquez Ulloa  
Asesor de la tesis

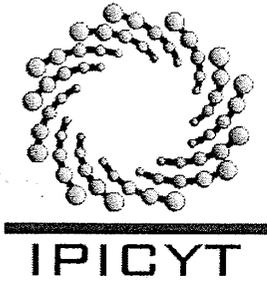


### **Créditos Institucionales**

Esta tesis fue elaborada en la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C., bajo la dirección de Dr. Leonardo Chapa Vargas.

Durante la realización del trabajo el autor recibió una beca académica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (209522).

Este trabajo pudo concretarse gracias al financiamiento del proyecto otorgado por los Fondos Mixtos del Estado de San Luis Potosí FOMIX: FMSLP-2005-C01-24.



# Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

## Acta de Examen de Grado

El Secretario Académico del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., certifica que en el Acta 022 del Libro Primero de Actas de Exámenes de Grado del Programa de Maestría en Ciencias Aplicadas en la opción de Ciencias Ambientales está asentado lo siguiente:

En la ciudad de San Luis Potosí a los 3 días del mes de octubre del año 2008, se reunió a las 16:00 horas en las instalaciones del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., el Jurado integrado por:

<b>Dr. David Manuel Sanchez Hermosillo</b>	<b>Presidente</b>	<b>SEDARH</b>
<b>Dra. Elisabeth Huber- Sannwald</b>	<b>Secretaria</b>	<b>IPICTY</b>
<b>M. en C. Gabriel Vazquez Ulloa</b>	<b>Sinodal externo</b>	<b>UASLP</b>
<b>Dr. Leonardo Chapa Vargas</b>	<b>Sinodal</b>	<b>IPICTY</b>

a fin de efectuar el examen, que para obtener el Grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS APLICADAS  
EN LA OPCIÓN DE CIENCIAS AMBIENTALES**

sustentó la C.

**María del Carmen Jasso Gordo**

sobre la Tesis intitulada:

***Distribución Potencial de las Aves del Altiplano Potosino***

que se desarrolló bajo la dirección de

**Dr. Leonardo Chapa Vargas**

El Jurado, después de deliberar, determinó

**APROBARLA**

Dándose por terminado el acto a las 18:15 horas, procediendo a la firma del Acta los integrantes del Jurado. Dando fé el Secretario Académico del Instituto.

A petición de la interesada y para los fines que a la misma convengan, se extiende el presente documento en la ciudad de San Luis Potosí, S.L.P., México, a los 3 días del mes de octubre de 2008.

**L.C.C. Ivonne Lizette Cuevas Velez**  
Jefa del Departamento de Asuntos Escolares

**Dr. Marcial Bonilla Maldonado**  
Secretario Académico



## Dedicatorias

A Julián

*Realmente soy un soñador práctico; mis sueños no son bagatelas en el aire.  
Lo que yo quiero es convertir mis sueños en realidad.*

*Mahatma Gandhi (1869-1948) Político y pensador indio*

## Agradecimientos

A mi esposo, mi principal impulsor para nunca abandonar todo lo que comienzo, gracias por tu apoyo, cuidado y amor.

A mis padres, hermanos, mi pequeño sobrino, mi abuelita y mi tío, que siempre han creído en mí y me han impulsado a enfrentar toda clase de obstáculos.

A mi suegra que ha llegado a ser como una segunda madre.

A mi suegro, cuñadas, cuñados, concuñas, concuños y sobrinos quienes me acompañaron y apoyaron en esta etapa de la maestría

A Edith, Alberto, Horacio, César, Francisco, Mónica, Margarita, Guillermo y al resto de amigos y compañeros que compartieron tantos momentos conmigo.

A Leonardo quién además de ser mi asesor, es mi amigo y con quién se que contaré para toda la vida.

A Karina, una de las mejores personas con las que me he podido topar en la vida, gracias por tu ayuda, compañía y amistad incondicional.

A Soria que siempre está disponible para ofrecer una palabra de aliento y entusiasmo.

A todos mis maestros del IPICYT, en especial a la Dr. Elizabeth Huber-Sannwald y al Dr. Joel Flores Rivas de quienes aprendí grandes lecciones.

Al M.C. Gabriel Vázquez Ulloa mi profesor desde la licenciatura en quién tengo una gran confianza y agradezco que haya accedido a asesorarme en el presente trabajo.

Al Dr. David M. Sánchez Hermosillo por sus acertados comentarios y sugerencias para llevar a cabo esta investigación.

A todas las personas involucradas en este proyecto por su ayuda y apoyo en mi trabajo de campo.

Al IPICYT, CONACYT y COPOCYT por proporcionar fondos e impulsar la investigación.

## Lista de tablas

Tabla 1. Coberturas temáticas usadas en el análisis. ....	17
Tabla 2. Categorización de la distribución de especies. ....	23
Tabla 3. Categorización del nivel de representatividad de especies por ANP's federales, estatales y AICAS. ....	24
Tabla 4. Nivel de vulnerabilidad. ....	24
Tabla 5. Metas y objetivos de conservación que fueron utilizadas para el diseño de un sistema de reservas. ....	27
Tabla 6. Especies registradas en el inventario y en la NOM-059-2001. ....	30
Tabla 7. Especies no reportadas en el presente estudio pero si por Howell y Webb (1995) para la zona. ....	33
Tabla 8. Precisión de los modelos de distribución potencial para cada especie. ....	35
Tabla 9. Áreas de distribución de especies de aves según Nature Serve y el presente estudio. ....	39

## Lista de figuras

Fig. 1. Sistema de Áreas Naturales Protegidas Federales de México.....	3
Fig. 2 Áreas Naturales Protegidas federales y estatales de San Luis Potosí. ....	4
Fig. 3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México y en San Luis Potosí. ....	6
Fig. 4. Ecorregiones de la zona de estudio. ....	14
Fig. 5. Ubicación del área de estudio, mostrando los 28 municipios que abarca. ....	15
Fig. 6. Ejemplo de una curva operada por el receptor (ROC). ....	21
Fig. 7. Unidades de planeación utilizadas. ....	28
Fig. 8. Curva de acumulación de especies.....	31
Fig. 9. Propuestas de sistemas de reservas obtenidas con las 2 corridas de Marxan. ....	41
Fig. 10. Sistema de reservas final.....	42

## Lista de anexos

Anexo1. Inventario avifaunístico.....	59
Tabla 1. Especies registradas durante todo el estudio.....	60
Anexo 2. Modelos de distribución potencial.....	75
Figura 1. Modelos de distribución potencial.....	76
Anexo 3. Análisis de omisiones de conservación.....	93
Tabla 2. Áreas de distribución de las aves en la zona de estudio.....	94
Tabla 3. Niveles de representatividad de las áreas de distribución de las aves en las ANP's federales y estatales en la zona de estudio.....	98
Tabla 4. Niveles de representatividad de las áreas de distribución de las aves en las AICA's en la zona de estudio.....	102
Tabla 5. Niveles de distribución protección y vulnerabilidad de las aves en la zona de estudio.....	106
Anexo 4. Análisis de omisiones de conservación para el nuevo sistema de reservas.....	110
Tabla 6. Niveles de representatividad de las áreas de distribución de las aves en el sistema de reservas propuesto.....	111

## Resumen

México cuenta con un área muy extensa de zonas áridas y semiáridas en donde se distribuye una gran cantidad de especies endémicas. Muchas de ellas se encuentran en peligro o amenazadas, por lo que se es de suma importancia el realizar acciones para conocer el estado actual de dicha biodiversidad.

El área de trabajo elegida fue el altiplano y centro potosino, que cuenta con pocos estudios ornitológicos. La metodología de campo consistió en obtener registros visuales y auditivos de las aves y georreferenciarlas por medio de un geoposicionador (GPS). Al finalizar esta etapa se registraron 152 especies, 7 de las cuales no habían sido reportadas anteriormente para la zona de estudio.

Con la base de datos obtenida y coberturas temáticas de variables predictivas se generaron modelos de distribución potencial para 81 especies de aves. Al ser comparados estos modelos con los existentes (guías de campo y Nature Serve) las distribuciones aquí reportadas son más restringidas. Los modelos potenciales de distribución posteriormente fueron utilizados para evaluar los niveles de protección que brindan actualmente tanto las ANP's como las AICAS a la avifauna de la región, y se determinó que dichas áreas brindan un nivel de protección insuficiente. Finalmente con la ayuda de un algoritmo de inteligencia artificial (Marxan) se realizó el primer ejercicio para identificar un nuevo portafolio de reservas. La propuesta final aquí presentada provee de mayores niveles de protección a la avifauna de la región.

Adicionalmente se sugiere incrementar la interacción entre las instituciones educativas, el gobierno federal, estatal y la sociedad en general, ya que sin esta asociación la conservación de la biodiversidad no será posible.

## **Abstract**

Mexico has extensive areas of arid and semi-arid environments that are inhabited by large numbers of endemic species. Many of these species are in danger or threatened. Therefore, research should determine what is the state of these resources. The study area chosen for the current study was the portion of the state of San Luis Potosí that belongs to the Mexican plateau, a region underrepresented among ornithological studies. The field methodology consisted of georeferencing visual and aural bird records with a GPS throughout the study area. A total of 152 species were recorded. These included seven species that had not been previously reported for the study area.

The database obtained in the field was used in combination with several thematic maps to generate 81 potential distribution models. These maps were compared with existing distribution maps from field guides and from Nature Serve. The distributions generated through the current study were more restricted than those previously reported in the literature. The potential distribution models were then used to evaluate the protection levels that Natural Protected Areas, and Important Bird Areas provide to the regional avifauna. It was determined that these areas offer insufficient protection. Finally with the use of an artificial intelligence algorithm (Marxan), a first exercise was conducted to identify a new system of reserves. The final proposal presented here provides larger protection to the regional avifauna than the current system of protected areas.

Additionally, it is suggested that increasing the interaction between education institutions, the federal and state governments, and the society will promote the conservation of regional biodiversity.

## Contenido

Constancia de aprobación de la tesis .....	II
Créditos institucionales .....	III
Copia del acta de examen.....	IV
Dedicatorias.....	V
Agradecimientos.....	VI
Lista de tablas.....	VII
Lista de figuras.....	VIII
Lista de anexos .....	IX
Resumen.....	X
Abstract .....	XI
I. Introducción.....	1
I.1. Objetivo general.....	10
I.2. Objetivos particulares .....	10
I.3. Hipótesis.....	11
II. Materiales y métodos.....	12
II.1. Área de estudio.....	12
II.2. Obtención de la información georreferenciada de aves de las zonas áridas y semiáridas de san luis potosí.....	16
II.3. Variables bioclimáticas .....	17
II.4. Curvas de acumulación de especies .....	18
II.5. Modelación de la distribución.....	19
II.6. Modelos de distribución potenciales “nature serve” .....	21
II.7. Análisis de omisiones de conservación.....	22
II.8. Diseño de un sistema de reservas .....	26
III. Resultados .....	30
III.1. Inventario.....	30

III.1.1. Esfuerzo de muestreo.....	30
III.1.2. Riqueza de aves .....	30
III.1.3. Curva de acumulación de especies .....	31
III.2. Modelos de distribución potenciales .....	34
III.3. Modelos de distribución potenciales reportados por nature serve.....	36
III.4. Análisis de omisiones de conservación.....	40
III.4.1. Distribución de las especies .....	40
III.4.2. Nivel de protección .....	40
III.5. Diseño de reservas.....	40
IV. Discusión .....	43
IV.1. Implicaciones de manejo .....	48
V. Conclusiones generales .....	50

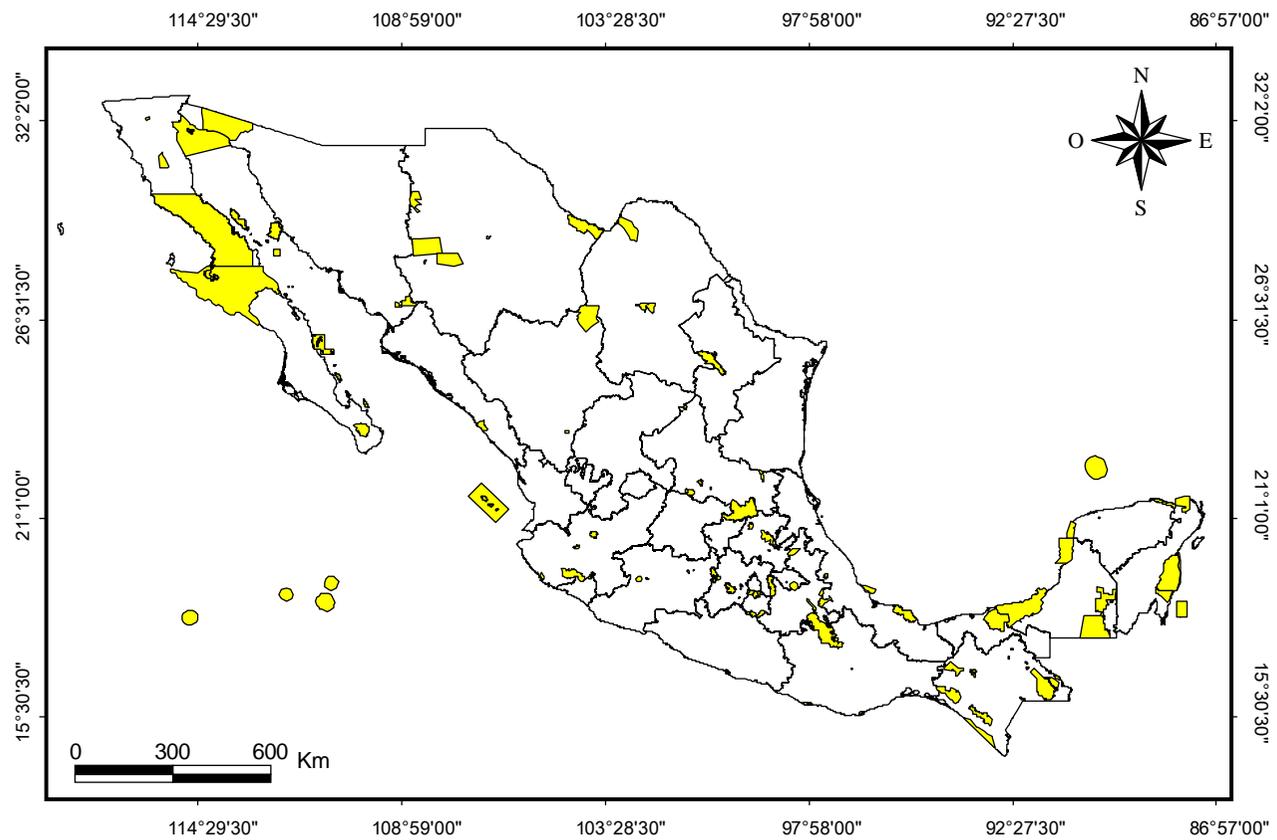
## I. INTRODUCCIÓN

México es considerado un país megadiverso y está catalogado dentro de los 25 en el mundo con excepcionales concentraciones de especies endémicas. La mayoría de estos países experimentan aceleradas tasas de cambio de uso del suelo (Mittermeier *et al.*, 1998; CONABIO, 2008). En México existen extensas zonas de alta riqueza biológica, de las cuales las áridas-semiáridas cubren cerca del 30% de la superficie total nacional (Rzedowski, 1978; Palacio-Prieto *et al.*, 2000), y proveen de características especiales para la avifauna en particular, de tal suerte que las aves endémicas presentes en estas zonas corresponden al 10% de las 1060 especies de la avifauna nacional (Flores y Navarro, 1993; Navarro y Benítez, 1993). El estado de San Luis Potosí es de gran importancia para las aves de este tipo de ambientes ya que el 48% de su superficie corresponde a zonas áridas-semiáridas (Palacio-Prieto *et al.*, 2000). Para dichas zonas Rzedowski (1981) clasifica a la vegetación como matorrales xerófilos los cuales pueden existir en todo tipo de condiciones topográficas y con distinta composición florística. Estas comunidades vegetales incluyen: mezquital; huizachal; matorrales micrófilo, submontano, espinoso, xerófilo, rosetófilo y cracicaule, y zacatales.

En el Estado de San Luis Potosí han sido escasos los intentos por estimar con precisión su biodiversidad y los patrones de distribución de la misma. En el caso de las aves existen pocos registros antiguos, muy localizados y con baja resolución espacial (Martínez de la Vega, 1999). Howell y Webb (1995) reportan cerca de 500 especies de aves para el estado con 35 endemismos y 300 especies para las áreas áridas y semiáridas (zonas Altiplano y Centro), de las cuales cerca de 200 son terrestres diurnas, mientras que el resto son nocturnas o acuáticas. La serie disponible de mapas de distribución de aves mexicanas más confiable (Howell y Webb, 1995) presenta limitaciones ya que además de tener baja resolución, están basados en la recopilación de registros diversos a partir de los cuales se realizó una extrapolación a sitios con condiciones similares en todo el país.

Para conservar la biodiversidad de México se ha establecido a nivel federal el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP, Fig. 1) que cubre el 11.56% del territorio nacional (CONANP, 2008) y los sistemas estatales de áreas protegidas. En el estado de San Luis Potosí las áreas naturales protegidas (ANP's) cubren el 8.1% del territorio estatal divididas en 6 áreas federales (2 en el altiplano) en 1,044.7 km<sup>2</sup> y 13 áreas estatales (3 en el altiplano) en 4,003.4 km<sup>2</sup> (Fig. 2). De esta superficie, únicamente el 12% corresponde a las zonas áridas-semiáridas (CONANP, 2008). Adicionalmente, para el estado se han identificado seis Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), 3 de las cuales se encuentran en el altiplano (Fig. 3), y una es compartida con Nuevo León y Zacatecas (Arizmendi y Márquez, 1999; CONABIO, 2008; CONANP, 2008).

El SINAP presenta algunas limitaciones que justifican la necesidad de fortalecerlo. El decreto de áreas protegidas generalmente se ha basado en criterios no biológicos, es decir, sin objetivos claros que definan prioridades y metas de conservación para los diferentes *taxa* en base a estudios sólidos y recientes, por lo tanto, las áreas protegidas frecuentemente sobre-representan áreas de baja accesibilidad. También se han decretado zonas en las cuales es difícil implementar la conservación ya que se encuentran localizadas en zonas de alto riesgo ecológico. Como ejemplo de ello podemos citar a la ANP federal Parque Nacional Gogorrón que fue decretado hace 78 años cerca de la incipiente zona industrial de la ciudad de San Luis Potosí. Sin embargo cuando se instituyó oficialmente nunca se tomó en cuenta el peligro que representaría el crecimiento de la industria, por lo que en la actualidad el Parque Nacional Gogorrón, ha sufrido cambios en el uso del suelo en una superficie considerable para satisfacer la demanda de servicios y crear nuevas empresas (Luna *et al.*, 1999; Margules y Pressey, 2002; CONANP, 2008).



Simbología

ANP's federales

División política Estatal de México

FUENTE: CONABIO, 2008      Datum: NAD 1983  
 CONANP, 2008      Elaboró: Jasso Gordo  
 Proyección: Geográfica      M. del C.

Fig. 1. Sistema de Áreas Naturales Protegidas Federales de México.

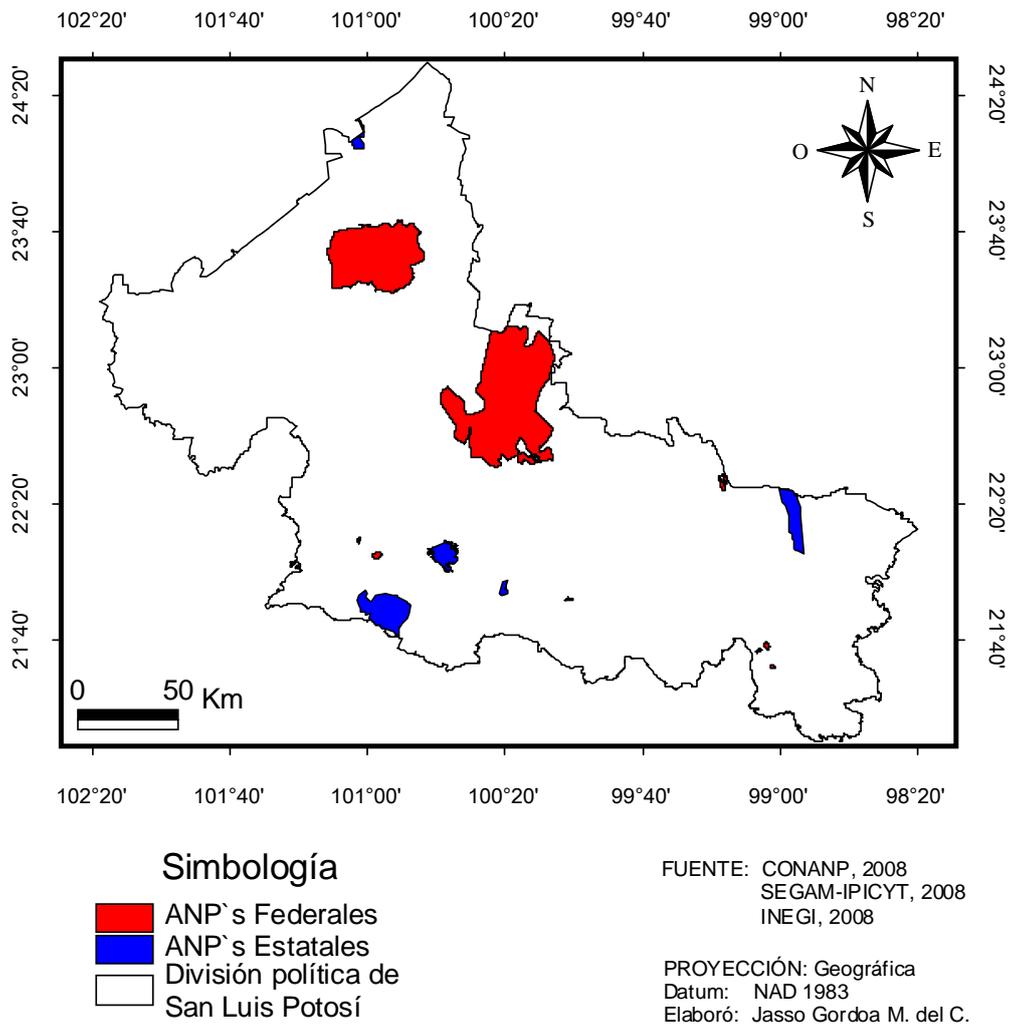


Fig. 2 Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales de San Luis Potosí.

En el mejor de los casos el criterio para el decreto de una ANP es la presencia de *taxa* muy particulares y no la alta diversidad y/o la presencia de procesos ecológicos importantes. Con la publicación en 1988 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, SEMARNAT, 2007) se estableció que las ANP's deben contar con programas publicados de conservación y manejo, sin embargo solamente el 34% de las ANP's a nivel nacional cuenta con estos planes de manejo. Otro problema común es la falta de actualización en la información disponible. En México es importante actualizar frecuentemente la información ya que a partir de los años 70's se han reducido y fragmentado los hábitats de la flora y fauna debido a las altas tasas de

deforestación, y el consecuente incremento en las áreas agrícolas, urbanas y pastizales para alimentación de ganado (Morrone, 1994; Álvarez-Castañeda *et al.*, 1995; Maserá *et al.*, 1997; Luna *et al.*, 1999; Mendoza *et al.*, 1999; Bocco *et al.*, 2001; Morrone y Escalante, 2002; Morrone *et al.*, 2002).

Como respuesta a la problemática que persiste alrededor de las áreas naturales protegidas en el país, se estableció la iniciativa para identificar Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) para la conservación (Arriaga *et al.*, 2000). La metodología para la identificación de estas áreas prioritarias consistió en la implementación de talleres de trabajo con especialistas de todo el país. Como producto de estos talleres se generó un mapa en escala 1:1'000,000 con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km<sup>2</sup>, las cuales corresponden a más de la cuarta parte del territorio mexicano. También se generaron fichas técnicas para las regiones prioritarias, mismas que aparecen en el portal de internet de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)) y pueden ser consultadas de forma pública.

De forma similar se identificaron 230 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS, Arizmendi y Márquez, 1999) mediante talleres con expertos. Sin embargo, pese a este tipo de esfuerzos de conservación, los criterios para la elección de áreas en su mayoría se basan en experiencias de investigadores. Esta metodología no está basada en criterios biológicos acerca de los elementos ecológicos que se deben conservar. Otro riesgo es que podrían haberse elegido zonas de manera subjetiva que corresponden a los sitios más frecuentados por los expertos. En resumen, México es un país de alta biodiversidad y con pocos estudios que evidencien los procesos del ecosistema en todos sus niveles y muchos sitios pueden omitirse con las metodologías usadas para establecer RTP y AICAS.

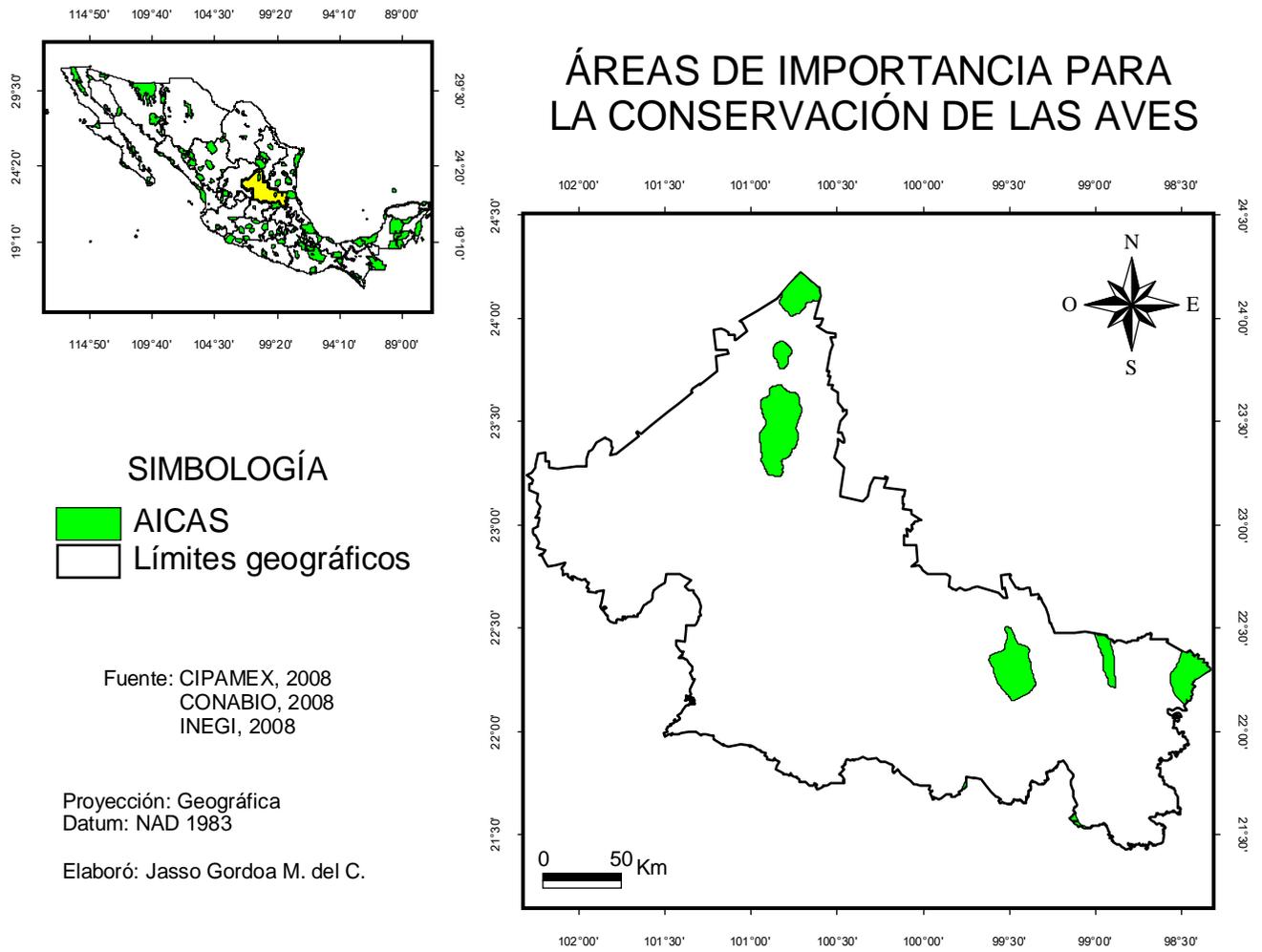


Fig. 3 Áreas de importancia para la conservación de las aves en México y en San Luis Potosí.

Tanto las RTP como las AICAS son esfuerzos de conservación a nivel nacional muy valiosos, sin embargo los estudios a una escala más pequeña cobran vital importancia ya que la información generada tiene mayor exactitud y detalle. Una desventaja potencial de los estudios a escalas pequeñas consiste en que podría tomar un tiempo prolongado recabar una base de datos sólida y poder realizar análisis con dicha base.

Una forma de mejorar la calidad de la información con la que se cuenta para identificar sitios prioritarios para su conservación consiste en generar mapas de distribuciones de especies y procesos ecológicos y utilizar estos mapas para identificar sitios con una alta riqueza de especies (Margules y Pressey, 2002). Recientemente, en la búsqueda de los mejores métodos para identificar áreas potenciales de distribución de especies se ha usado información referente a la localización de especímenes individuales. Sin embargo, para muchas especies, existe una relativa escasez de datos y poca disponibilidad de ellos, además de problemas relacionados con sesgos debidos a la limitada accesibilidad a los sitios (Peterson *et al.*, 1998). Considerando el enorme esfuerzo requerido para conocer los requerimientos de hábitat de cada especie, se han desarrollado algoritmos que modelan las distribuciones potenciales de especies con base en registros individuales de especímenes que cuentan con una alta precisión espacial. Estos modelos relacionan a los registros con las variables ambientales que ocurren en los sitios de los que provienen estos registros (Carroll *et al.*, 1999; Manel, 1999a,b; Peterson y Cohoon, 1999; Cowley, 2000; Peterson *et al.*, 1998, 2002).

En años recientes, se ha manifestado gran interés en el desarrollo de modelos cuantitativos de nichos de especies y relaciones especie-ambiente para caracterizar la distribución de especies puesto que permiten tomar decisiones con bases de datos limitadas. Los algoritmos usan estas bases de datos para generar resultados confiables (Grand *et al.* 2007). Existe una gran variedad de algoritmos para este propósito a los cuales se les denomina métodos de

inteligencia artificial, y clasifican distintos patrones en datos espaciales y temporales heterogéneos (Michalski y Chilausky, 1980). Algunos de estos métodos incluyen los modelos lineales generalizados, modelos gaussianos, modelos aditivos generalizados y algoritmos genéticos (Peterson *et al.*, 1999; Peterson y Vieglais, 2001; Anderson *et al.*, 2002; Phillips *et al.*, 2006). Dependiendo del tipo de análisis que se requiera llevar a cabo se puede escoger entre uno y otro método. El uso de algoritmos puede basarse en registros de presencia-ausencia (Guisan *et al.*, 2002), redes neuronales (Manel *et al.*, 1999a), ó algoritmos basados únicamente en presencias como MaxEnt, (Phillips *et al.*, 2006, [www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent](http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent)). Los modelos basados únicamente en presencias representan la distribución espacial del nicho ecológico fundamental de la especie (todos los intervalos abióticos sin interacción donde ésta podría estar) de la especie, mientras que los basados en presencia-ausencia identifican de modo más aproximado la distribución del nicho ecológico efectivo (conjunto de condiciones y recursos que permite a una especie el mantenimiento de una población viable incluso con depredadores y competidores). Sin embargo, éstos últimos requieren de más tiempo y detalle para generar los registros de ausencia (Zaniewski *et al.*, 2002; Soberón y Peterson, 2005).

Además de los algoritmos para generar modelos de distribución, existen otros para realizar el diseño de sistemas de reservas. El propósito principal en el diseño de un sistema de reservas es contribuir en la conservación de la diversidad biológica de una región determinada mediante la planificación, dicha actividad ha sido llevada a cabo en México por distintas organizaciones como la Comisión de Áreas Naturales de Protegidas (CONANP), CONABIO, SEMARNAT, Pronatura, e instituciones académicas de alto nivel (Ceballos *et al.*, 2002; Ceballos *et al.*, 2005; Carwardine *et al.*, 2007).

Existen diversos programas computacionales diseñados para la selección de portafolios de conservación, la herramienta que se seleccionó fue MARXAN

2.0.2 (Ball y Possingham, 2000, [www.ecology.uq.edu.au/marxan.htm](http://www.ecology.uq.edu.au/marxan.htm)), que utiliza en un algoritmo llamado "recocido simulado" (*simulated annealing*). Este programa se basa en un algoritmo que encuentra soluciones eficientes, al seleccionar un sistema de áreas compacto y coherente que a su vez incrementa la representatividad de los objetivos de conservación.

Para poder realizar el diseño de reservas en el área de estudio, se eligió estudiar a las aves ya que son relativamente fáciles de identificar visual y auditivamente, son de los grupos taxonómicos más estudiados a nivel mundial, muchas de ellas son consumidores secundarios o terciarios y por lo tanto pueden servir como buenos indicadores de la salud de los ecosistemas (Stotz *et al.*, 1996; Arizmendi y Márquez, 1999; Villaseñor y Santana, 2003) y la preservación de este grupo de organismos posiblemente garantiza la sobrevivencia de otros grupos (Margules y Pressey, 2000). Por ejemplo, en la época de anidamiento, la distribución de las poblaciones de aves migratorias depende de interacciones entre factores locales del hábitat, y del paisaje regional y continental (Chapa y Robinson, en prensa), por lo que al hacer uso de grandes extensiones, si estas son protegidas, se verán beneficiadas otras especies (Holmes y Sherry, 1988; Probst y Weinrich, 1993).

## **1.1. OBJETIVO GENERAL**

El objetivo general del trabajo fue modelar la distribución de las aves diurnas del altiplano-centro potosino y utilizar estos modelos para evaluar el nivel de protección que las ANP's y AICAS proveen, para realizar el diseño de un sistema de reservas que garantice un nivel adecuado de protección para la mayoría de las aves de la región.

## **1.2. OBJETIVOS PARTICULARES**

- 1.- Obtener registros de aves en campo y mapas temáticos de vegetación, topografía, clima, precipitación, modelo digital de elevación, pendiente, exposición, poblados y caminos.
- 2.- Utilizar los registros de aves georreferenciados de aves y las capas temáticas para con la ayuda de sistemas de información geográfica y algoritmos de inteligencia artificial generar modelos potenciales de distribución de aves.
- 3.- Comparar las distribuciones que se generaron con distribuciones existentes (provenientes de la literatura científica – guías de campo, artículos científicos y libros especializados).
- 4.- Evaluar la precisión de los modelos de distribución.
- 5.- Realizar un análisis de omisiones de conservación de aves en las ANP's y AICAS a partir de los modelos potenciales de distribución.
- 6.- Realizar el diseño de un sistema de reservas basado en los modelos potenciales de distribución.

### **1.3. HIPÓTESIS**

Se probaron las siguientes hipótesis:

- 1.- Es posible recopilar información en el campo útil para generar modelos de distribución de aves en un tiempo relativamente corto (un año de muestreo).
- 2.- La distribución de las especies de aves del altiplano potosino será más restringida que la reportada por guías de campo, artículos científicos y libros especializados.
- 3.- La precisión de los modelos de distribución será razonable ya que estarán basados en información de capas temáticas que representan sus nichos ecológicos fundamentales y en registros recientes.
- 4.- El nivel de protección que las ANP's y AICAS en la zona de estudio proveen a las aves es insuficiente.
- 5.- Las áreas de reserva que se logren identificar no coincidirán en gran parte con las ya existentes.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

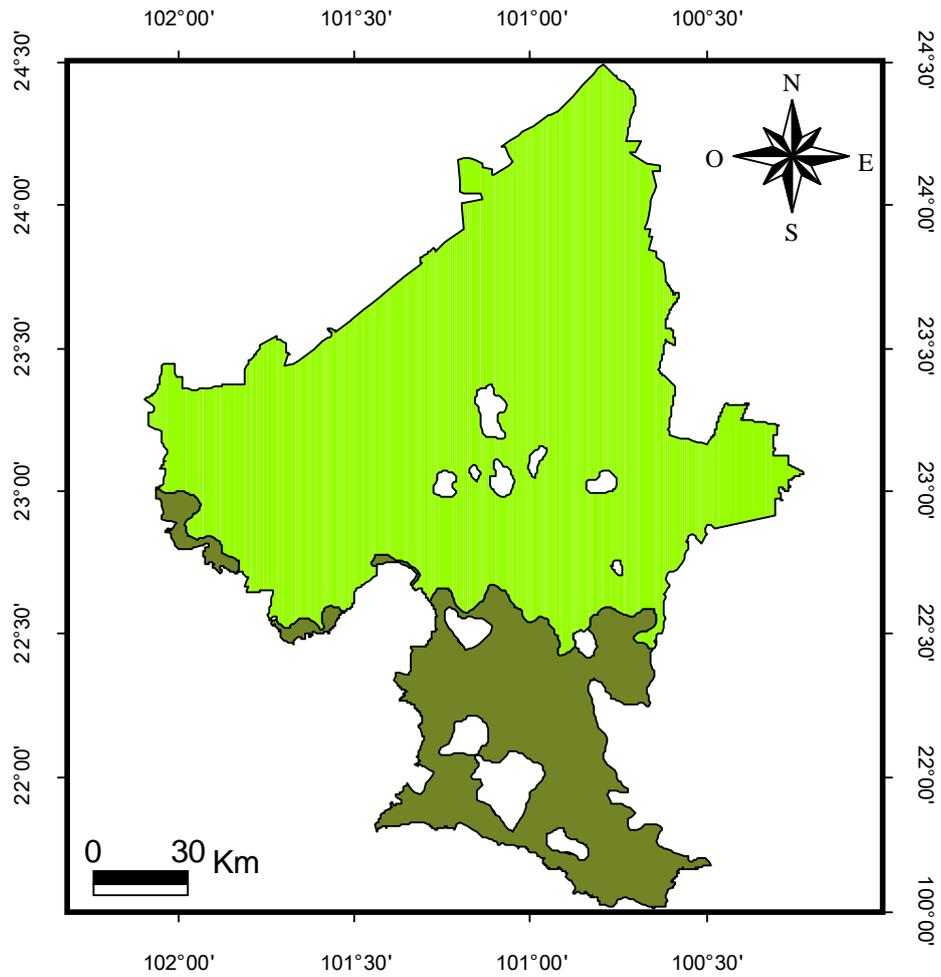
### II.1. Área de estudio.

El estado de San Luis Potosí abarca de 21° 10' a 24° 29', de latitud norte y de 98° 20' a 102° 18' de longitud oeste, cuenta con una superficie de 61,165 km<sup>2</sup>, de los cuales aproximadamente 29,062.4 km<sup>2</sup> pertenecen a las zonas áridas y semiáridas, ecorregiones clasificadas como “Matorral mexicano central” y “Matorral de la meseta central” según el Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF, 2007, Fig.4). Una ecorregión es definida como un área extensa de tierra o agua que contiene un ensamble geográfico distintivo de comunidades naturales las cuales comparten la mayoría de sus especies con dinámicas e interacciones ecológicas así como condiciones ambientales similares en formas que son críticas para su persistencia (Dinerstein *et al*, 2000). Estas dos ecorregiones fueron elegidas por albergar un gran número de especies endémicas, presentar condiciones aisladas del resto del Desierto Chihuahuense, por las bajas elevaciones y valles de la sub-Sierra Madre Occidental y cinturón sub-transvolcánico de México, resultando en diversidades florísticas y faunísticas distintivas (WWF, 2007).

El área de estudio abarca 28 municipios (Fig. 5) presenta altitudes de 300 a 2500 msnm (INEGI 2000) con inclinaciones que van del 0 al 40% y tiene un área de alrededor de 32, 946 km<sup>2</sup>. El clima en las zonas semiáridas es seco semicálido y seco templado con temperaturas que varían de 14°C a 22°C, y precipitaciones anuales de 320 mm a 676 mm. Los suelos dominantes son xerosoles en los planos y litosoles en las sierras, con textura media a fina, y la profundidad varía de somera a profunda. Su aprovechamiento es ganadero, agrícola de riego y temporal. En las zonas áridas el clima es: seco semicálido y seco semicálido templado, con porcentaje invernal de lluvia mayor al 18%, temperatura media anual de 14.9°C a 17.2°C, y una precipitación pluvial de 288.1 mm a 317.9 mm. Los suelos predominantes son: xerosol cálcico y háplico,

Litosol y Zolonchak órtico, en menor grado se tiene Regosol calcárico, la textura predominante es de media a fina y la profundidad varía de somera en las serranías a profunda en los bajíos. El aprovechamiento ganadero es principalmente bajo pastoreo de caprinos y en pequeña escala se tiene agricultura de riego. La agricultura de temporal se realiza con el aprovechamiento de abanicos aluviales donde se captan escurrimientos de lluvia (INEGI, 2000).

Se eligió a esta región como zona de estudio ya que se trata de un área amplia, pero a su vez es posible realizar un análisis más detallado que los ya existentes (ej. AICAS, CONABIO, 2008). Esta área, además de presentar una avifauna única, contiene grandes variaciones ecológicas y un gran número de microrregiones, por lo tanto existe un número considerable de endemismos. Finalmente la región alberga varias especies de aves vulnerables o sujetas a protección especial (ej. *Cairina moschata*, *Accipiter striatus*, *A. cooperi*, *Parabuteo unicinctus*, *Buteo swainsoni*, *Spizella wortheni*).



**ECORREGIONES**

**Simbología**

- Matorral de la Meseta Central
- Matorral Mexicano Central

Fuente: WWF, 2008

Proyección: Geográfica

Datum: NAD 1983

Elaboró: Jasso Gordo M. del C.

Fig. 4. Ecorregiones de la zona de estudio.

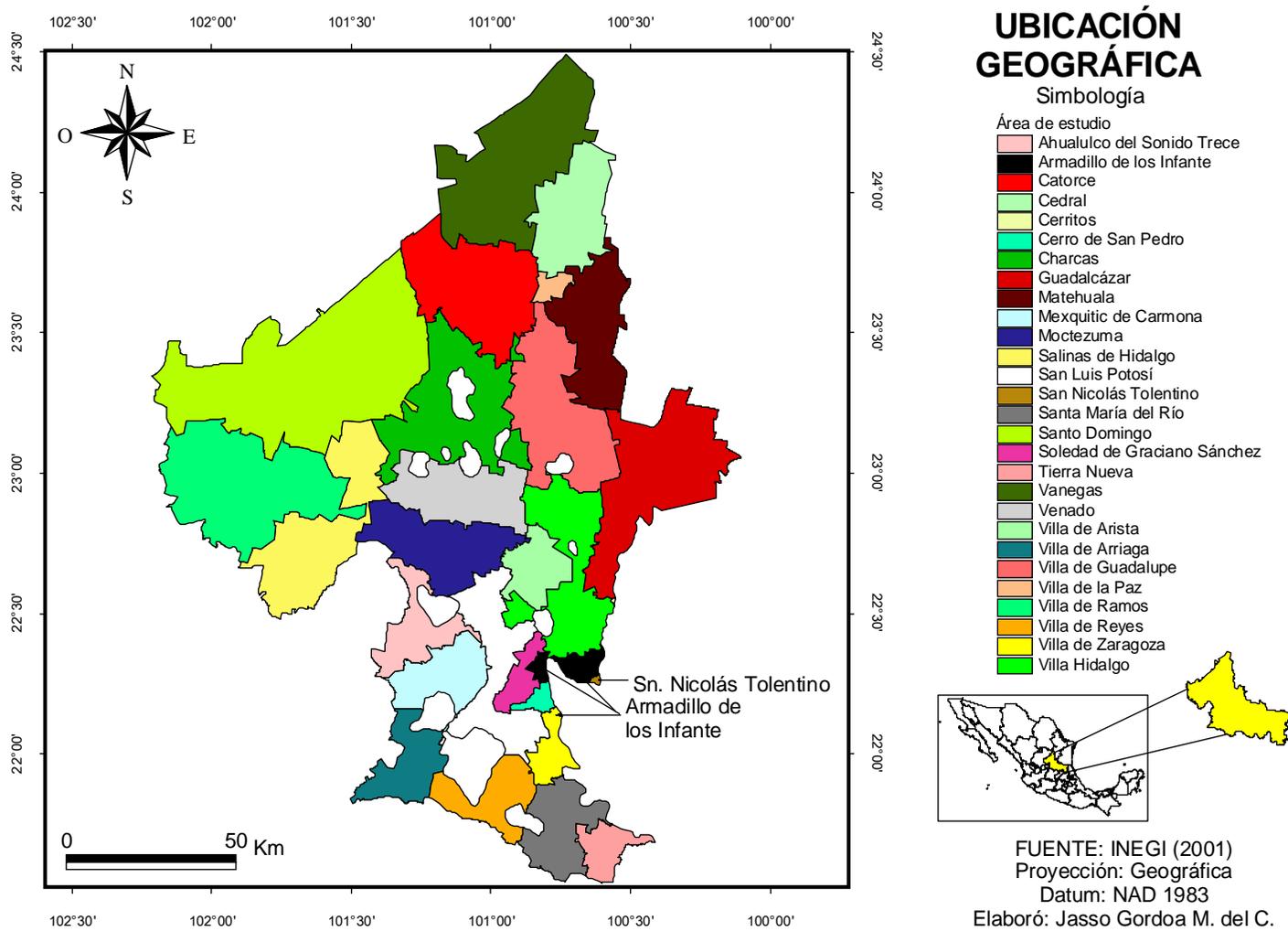


Fig. 5. Ubicación del área de estudio, mostrando los 28 municipios que abarca.

## **II.2. Obtención de la información georreferenciada de aves de las zonas áridas y semiáridas de San Luis Potosí.**

Se obtuvieron registros visuales y auditivos de aves a partir de Diciembre de 2006 y hasta Febrero 2008 en la región de estudio. Para cada registro se anotó el nombre de la especie y con ayuda de un geoposicionador (GPS) se obtuvieron las coordenadas geográficas. Los recorridos se realizaron tanto en caminos, como fuera de estos para evitar posibles sesgos que pudieran resultar de muestrear únicamente a lo largo de brechas.

Los muestreos en el campo se llevaron a cabo a lo largo y ancho de la zona elegida procurando permanecer porcentajes de tiempo en cada tipo de comunidad vegetal que fueron proporcionales al porcentaje de cobertura de cada uno de estos hábitats dentro de la región de estudio. Los puntos de registro se mapearon en un Sistema de Información Geográfica ArcView 3.3 (Esri, 1998) y ArcGis 9.2 (Esri, 2007). Adicionalmente Chapa-Vargas y Monzalvo-Santos (comunicación personal) llevaron a cabo desde Mayo de 2006 capturas de aves por medio de redes de niebla en el municipio de Villa de la Paz, San Luis Potosí, dichos registros se incorporaron a la base de datos generada.

### II.3. Variables bioclimáticas

Se utilizaron las variables disponibles en la base de datos WorldClim (descrita en detalle en Hijmans *et al.* 2005, [www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)) con una resolución de 1 Km para generar los modelos de distribución.

Las variables utilizadas fueron las siguientes:

<b>Fuente: WorldClim</b>	
Temperatura mínima por mes.	BIO10 = Temperatura promedio del cuatrimestre más caliente.
Temperatura máxima por mes.	BIO11 = Temperatura promedio del cuatrimestre más frío.
Precipitación promedio por mes. BIO1 = Temperatura media anual.	BIO12 = Precipitación anual.
BIO2 = Rango medio anual (promedio mensual de máxima temperatura-mínima temperatura).	BIO13 = Precipitación del mes más caliente.
BIO3 = Isothermalidad	BIO14 = Precipitación del mes más frío.
BIO4 = Temperatura estacional (desviación estándar*100).	BIO15 = Precipitación estacional (coeficiente de variación).
BIO5 = Máxima temperatura de mes más caliente.	BIO16 = Precipitación del cuatrimestre más húmedo.
BIO6 = Mínima temperatura del mes más frío.	BIO17 = Precipitación del cuatrimestre más seco.
BIO7 = Rango anual de temperatura.	BIO18 = Precipitación del cuatrimestre más caliente.
BIO8 = Temperatura promedio del cuatrimestre más húmedo.	BIO19 = Precipitación del cuatrimestre más frío.
BIO9 = Temperatura promedio del cuatrimestre más seco.	
<b>Fuente: INEGI</b>	
Modelo digital de elevación (MDE) (INEGI, 2008).	Exposición en grados radiales (esta cobertura se generó a partir del MDE utilizando el programa ERDAS 8.4, ERDAS Inc. 2002).
Pendiente (esta cobertura se generó a partir del MDE utilizando el programa ERDAS 8.4, ERDAS Inc. 2002).	Caminos-brechas y poblaciones

Tabla 1. Coberturas temáticas usadas en el análisis.

Además se incluyó la coberturas en formato raster de vegetación (división del área de estudio en una matriz de celdillas, generalmente cuadradas) obtenida mediante el método de clasificación supervisada a partir de imágenes Landsat ETM de 2006 (Chapa-Vargas y Monzalvo-Santos, comunicación personal).

Las coberturas fueron remuestreadas a pixeles de 30 m x 30 m de resolución para que el análisis reflejara la resolución espacial de la base de datos con la que se trabajó.

#### **II.4. Curvas de acumulación de especies**

Para conocer si el esfuerzo de muestreo fue adecuado, se generó una curva de acumulación de especies. Una función de acumulación de especies es una curva no decreciente que representa el número acumulado esperado de especies diferentes encontradas dentro de un área geográfica como una función de la medida del esfuerzo (Díaz-Francés y Soberón 2005). Para la predicción de la riqueza de especies de un sitio, considerando la curva de acumulación conocida, Soberón y Llorente (1993) sugieren tres modelos: el logístico, el exponencial y el de *Clench*. Estos dos últimos modelos son útiles para describir situaciones en las cuales el área evaluada es pequeña, los taxones son bien conocidos, o los colectores acumulan experiencia, la cual incrementa la posibilidad de detectar nuevas especies conforme se incrementa el tiempo invertido en el campo, lo cual se ajusta a lo obtenido. Díaz-Francés y Soberón (2005) describieron en forma algorítmica, un análisis estadístico alternativo basado en un método probabilístico, que aporta rigor matemático a las ideas de Soberón y Llorente (1993) y mejora la estimación de los modelos, así desarrollaron el programa *Species accumulation functions*, el cual se utilizó en este estudio. Así se generó la curva de acumulación de especies en la que el número de salidas a campo sirvió como unidad de esfuerzo de muestreo (cada una tuvo una duración promedio de 2 días y en horarios similares) y la curva generada es la predicción del número de especies esperadas en función del número acumulado de muestras.

## II.5. Modelación de la distribución

Existe amplia bibliografía donde se han probado los distintos algoritmos junto con la precisión que poseen en estimar la distribución de especies (Peterson *et al.* 2002; Anderson *et al.* 2003, Ortega-Huerta y Peterson 2004; Peterson *et al.* 2007; Loiselle *et al.*, 2008). Se eligió Maxent (Phillips *et al.*, 2006) ([www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent](http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent)) ya que requiere únicamente información sobre la presencia de las especies y porque un reciente análisis lo avala y recomienda (Elith *et al.*, 2006). Se decidió usar Maxent sobre otros algoritmos de uso común como GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Prediction, [www.lifemapper.org/desktopgarp](http://www.lifemapper.org/desktopgarp), Stockwell y Peters, 1999) ya que presenta menor sobrepredicción (Phillips *et al.*, 2006; Benito de Pando y Peñas de Giles, 2007) y porque para los datos recabados Maxent demostró mayor precisión en la predicción de los modelos de distribución comparado con los modelos que se generaron con GARP.

La modelación se realizó con la versión 3.2.1 de Maxent, se trata de un método de “aprendizaje artificial” que aplica el principio de máxima entropía, es decir, que todos los valores tienen la misma probabilidad de ocurrir. El algoritmo busca la distribución más cercana a la homogeneidad pero restringiéndose según la información biológica disponible y las condiciones ambientales del área de estudio y así calcula la distribución geográfica más probable para una especie a partir de información incompleta. El resultado es un mapa en el que cada celda posee un valor de probabilidad que oscila entre 0 y 100. Dicho mapa expresa el valor de idoneidad del hábitat para la especie en función de las variables ambientales. Un valor alto de la función de distribución en una celda, indica que ésta presenta condiciones muy favorables para la presencia de la especie, mientras que un valor bajo indica lo contrario. Maxent puede utilizar variables cualitativas, otorgando a cada valor de la variable un peso relativo al número total de puntos de presencia que contiene (Phillips *et al.*, 2006; Benito de Pando y Peñas de Giles, 2007).

Para elaborar modelos de distribución con Maxent se sugiere reservar el 25% de los registros de la base de datos para usar en el análisis de precisión del modelo resultante. De esta manera, antes de correr el algoritmo se indica en el programa que debe elegirse de manera aleatoria un 25 % de los registros para ser reservados y utilizados posteriormente en la prueba. Esto permite al programa efectuar algunos análisis estadísticos simples. La mayor parte de los análisis empleados usan un umbral para hacer una predicción binaria, estando las condiciones adecuadas por arriba de dicho umbral y las inadecuadas por debajo. Maxent genera la curva operada por el receptor (Fig. 6, ROC, por sus siglas en inglés). Dicha curva es generada al dividir la base de datos en dos porciones, una para el entrenamiento, como un proceso en el cuál se usan los puntos conocidos para extraer la información ambiental que ocurre en su localización y posteriormente extrapolarlos a toda la región, otra para la evaluación del modelo. Es normal que la línea roja (entrenamiento) muestre una mayor área sobre la curva (AUC por sus siglas en inglés) que la línea azul (evaluación del modelo generado). La línea roja muestra el “ajuste” del modelo a los datos de entrenamiento y es la auténtica prueba de la capacidad que tienen los modelos de predecir. La línea turquesa muestra lo que se esperaría si el modelo no fuese mejor que el azar. Si la línea azul se ubicase por debajo de la línea turquesa, entonces esto indicaría que el modelo tiene un desempeño más bajo de lo que lo haría un modelo aleatorio. Mientras más cerca se encuentre la línea azul del tope superior izquierdo, mejor será el modelo para predecir las presencias contenidas en la muestra de prueba de los datos.

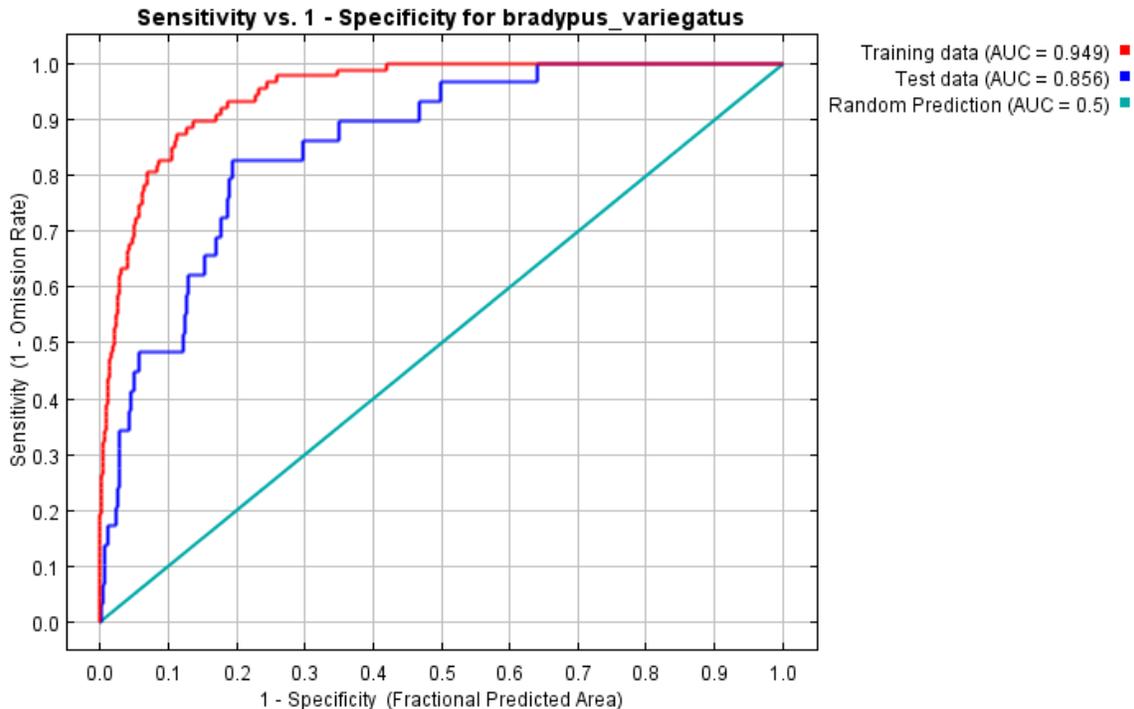


Fig. 6. Ejemplo de una curva operada por el receptor (ROC).

## II.6. Modelos de distribución potenciales "Nature Serve"

Ridgely *et al.*, (2007), a través de "Nature Serve" generaron mapas digitales de distribución de aves en norte, centro y Suramérica, dichos mapas fueron creados a base de compilar información contenida en artículos y libros científicos donde se reportan avistamientos y distribuciones de aves ([www.natureserve.org/getData/birdMaps.jsp](http://www.natureserve.org/getData/birdMaps.jsp)), debido a que se trata de una compilación de toda la información disponible, estos son los mapas más precisos disponibles de manera pública para especies mexicanas.

Después de obtener los modelos de distribución potenciales de "Nature Serve" se cuantificaron las áreas que cada especie ocupa en la zona de estudio con base en los modelos generados y los mapas de "Nature Serve". Posteriormente se realizó una comparación estadística mediante una prueba de *t* para muestras independientes y comparar las áreas de distribución según ambas bases de datos.

## **II.7. Análisis de omisiones de conservación**

Una omisión de conservación es cuando la distribución de una o varias especies se encuentra por debajo de un porcentaje determinado dentro de las ANP's o AICAS (Csuti, 1994). Generalmente este es un porcentaje que se considera como mínimo para garantizar la viabilidad de la especie. La metodología propuesta originalmente por Scott *et al.*, (1993) fue la base para determinar las omisiones de conservación en el área de estudio.

En primer lugar, se cuantificó y categorizó el área y proporción de la zona de estudio que ocupa cada una de las especies cuyas distribuciones fueron modeladas.

La categorización presentada en las tablas 2, 3 y 4, se realizó conforme a lo sugerido por el Manual de análisis de omisiones de conservación (Scott *et al.*, 1993) y tomando en cuenta información contenida en la Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-059-SEMARNAT-2001-Protección ambiental lista de especies en riesgo.

Según Scott *et al.* (1993) para cada elemento (especies en este caso) que se esté evaluando, debe cuantificarse primero el área que usa y sacar el porcentaje de la distribución en relación al área que se esté trabajando, para poder identificar elementos con 10%, 20% y hasta 50% de distribución en el área y categorizarlas en un estatus 1 ó 2 lo que representa el nivel de representatividad (1= menor representatividad, 2= mayor representatividad).

La NOM-ECOL-059-SEMARNAT-2001 establece el método de evaluación de riesgo de extinción de las especies silvestres en México dentro del cual se incluye el criterio para categorizar en base a la amplitud de la distribución del taxón en México. Dicho criterio establece 4 categorías o gradaciones:

- I)** Muy restringida: se aplica tanto para especies microendémicas como para especies principalmente extralimitales con escasa distribución en México (menor a 5% del territorio nacional).
- II)** Restringida: incluye especies cuyo ámbito de distribución en México se encuentra entre el 5 y el 15% del territorio nacional.

- III) Medianamente restringida o amplia: especies cuyo ámbito de distribución es mayor que el 15%, pero menor que el 40% del territorio nacional.
- IV) Ampliamente distribuidas o muy amplias: especies cuyo ámbito de distribución es igual o mayor que el 40% del territorio nacional.

El criterio anterior fue modificado para aplicarlo a escala regional (área de estudio) y en combinación con la metodología propuesta por Scott *et al.* (1993), además de los conocimientos adquiridos sobre la distribución de las especies de la zona se establecieron los límites en los diferentes niveles de distribución, representatividad y vulnerabilidad mostrados en las tablas 2, 3 y 4.

Posteriormente se procedió a sobreponer las coberturas de ANP's federales y estatales, así como las AICAS sobre los mapas de distribución potencial generados (81 modelos) lo cual permitió evaluar el nivel de representatividad (proporción de la distribución de cada especie que se encuentra dentro de ellas) que las ANP's y AICAS proveen a cada una de las especies de aves modeladas y así poder identificar omisiones en la conservación.

<b>Nivel de distribución</b>	<b>% distribución en el área</b>	<b>Símbolo</b>
Restringida	<10	<b>a</b>
Baja	11 a 20	<b>b</b>
Intermedia	21 a 50	<b>c</b>
Amplia	>50	<b>d</b>

Tabla 2. Categorización de la distribución de especies.

<b>Nivel de representatividad</b>	<b>% protección por ANP + AICA</b>	<b>Símbolo</b>
Mínimo	<10	<b>a</b>
Razonable	11 a 20	<b>b</b>
Mediano	21 a 50	<b>c</b>
Alto	>50	<b>d</b>

Tabla 3. Categorización del nivel de representatividad de especies por ANP's federales, estatales y AICAS.

<b>Nivel de distribución</b>	<b>Nivel de representatividad por ANP's federales, estatales y AICAS</b>	<b>Nivel de vulnerabilidad</b>
a	a	1
	b	1
	c	2
	d	2
b	a	1
	b	1
	c	2
	d	2
c	a	2
	b	2
	c	3
	d	4
d	a	2
	b	2
	c	4
	d	4

Tabla 4. Nivel de vulnerabilidad.

El nivel de vulnerabilidad se diseñó con el propósito de que fuera útil para identificar candidatos para las acciones de conservación. Los valores 1 y 2 de vulnerabilidad corresponden a las especies más vulnerables por tener distribuciones restringidas y/o estar poco representadas dentro de las ANP's y AICAS, por lo tanto estos valores identifican especies de alta prioridad para conservar mediante el incremento de su representatividad, las especies con índice

3 son aquellas cuyo incremento en conservación es deseable y las especies con índice 4 tienen un buen nivel de representatividad y el incremento en sus niveles de protección no es prioritario.

## II.8. Diseño de un sistema de reservas

Para llevar a cabo la planeación de la conservación, se propuso utilizar una metodología que cumpliera con los siguientes requisitos:

- 1.- Que se basara en criterios biológicos, en este caso se utilizaron los modelos de distribución potencial de la avifauna de la región de estudio.
- 2.- Que definiera y estableciera unidades de planeación.
- 3.- Que identificara y seleccionara objetivos de conservación (porcentajes de distribución de especies individuales de aves).
- 4.- Que identificara y excluyera zonas que representan una gran amenaza y pueden afectar el costo de la conservación y la viabilidad de los objetivos de conservación, estos son sitios que se identificaron *a priori* como no aptos para el establecimiento de áreas prioritarias.
- 5.- Que asignara metas de conservación basadas en la distribución espacial de las especies de aves y en las especies listadas en la NOM-059-Semarnat.
- 6.- Que utilizara una herramienta eficiente para la selección de sitios, específicamente el programa Marxan (Ball y Possingham 2000).
- 7.- Que definiera un sistema de áreas prioritarias para la conservación que pueda ser evaluado en un futuro por expertos en una fase posterior a la elaboración del presente documento.

En primer lugar, se realizó la definición de objetivos de conservación (proteger un porcentaje mínimo requerido de la distribución de una especie o especies representada en el nuevo sistema de áreas prioritarias). Los objetivos de conservación sirven para identificar áreas prioritarias. Para establecer el listado con los objetivos de conservación se consultó la NOM-059-Semarnat y parte de los resultados del análisis de omisiones de conservación que se generaron. Los criterios utilizados para los objetivos de conservación se muestran en la tabla 5.

<b>METAS DE CONSERVACION</b>	<b>Objetivos de conservación</b>
0%	Aves con distribución amplia
2.5%	Aves con distribución baja e intermedia
5%	Aves con distribución restringida
7.5%	Aves en la NOM-059-SEMARNAT

Tabla 5. Metas y objetivos de conservación que fueron utilizadas para el diseño de un sistema de reservas.

Se generó una cubierta con las unidades de planeación dentro de la zona de estudio. Para esto se eligieron hexágonos ya que su número de lados permite una buena identificación de parches y conexiones entre ellos (Ball y Possingham 2000). Se eligió 35 km<sup>2</sup> como el área para cada hexágono o unidad de planeación (Fig. 7), este tamaño asegura la representatividad de los tipos de vegetación en la región de estudio (observación personal). Estas unidades de planeación fueron intersecadas (dos líneas y/o superficies cortadas o cruzadas entre sí) con los modelos de distribución potencial de cada especie en formato raster (modelos Maxent, ver arriba), para posteriormente, utilizando el programa ArcView 3.3 (ESRI, 1998) calcular el área total de ocurrencia en cada unidad de planeación para cada una de las especies. El resultado de este proceso constituyó uno de los insumos para implementar el diseño de un sistema de reservas utilizando Marxan.

En un mapa electrónico de vegetación generado por Chapa-Vargas y Monzalvo-Santos (comunicación personal) para San Luis Potosí se identificaron extensiones amplias de agricultura, sobrepastoreo y asentamientos humanos. Estos sitios fueron delimitados y excluidos *a priori* en una de las corridas de Marxan (ver abajo) para evitar que éste eligiese dichas zonas como reservas.

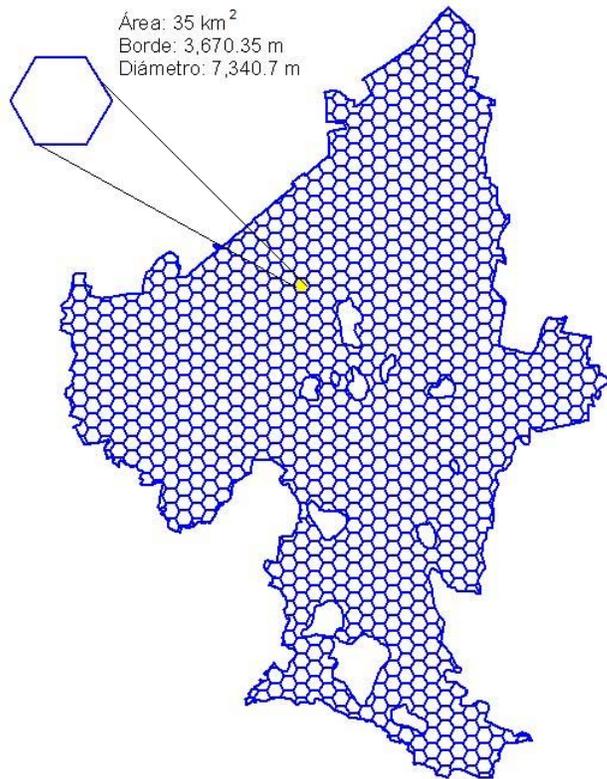


Fig. 7. Unidades de planeación utilizadas.

Para correr el programa Marxan se fijaron las siguientes condiciones:

- 1.- Selección de la opción "boundary cost" (costo de los límites) con valor de 10. El costo de los límites. Eligiendo esta opción se asegura que las unidades de planeación (hexágonos) contiguas o muy cercanas que tengan características de costos y diversidad semejantes sean elegidas.
- 2.- Selección de la opción "clumps". La opción de aglomerados busca las aglomeraciones parciales de los hexágonos.
- 3.- Se utilizaron las opciones de aglomeraciones para 4 especies que tienen grandes territorios que incluyen a *Buteo swainsonii*, *Accipiter striatus*, *A. cooperii*, *Parabuteo unicinctus*, así como para una especie depredadora de tamaño intermedio, *Lanius ludovicianus* y otra especie de tamaño intermedio poco abundante *Cardinalis sinuatus*.

Se realizaron dos corridas, para la primera se especificó que el tamaño mínimo de los aglomerados fuese de tres veces el tamaño del hexágono (105 km<sup>2</sup>), y que se eligieran por lo menos dos aglomerados sin restricciones de distancias mínimas entre ellos. Para la segunda corrida, se usó el mapa de uso de suelo y vegetación para identificar los hexágonos donde ocurren grandes extensiones de agricultura, sobrepastoreo, zonas urbanas, y zonas mineras para excluirlas *a priori* del análisis. Para esta corrida también se usó la herramienta de cambio de estatus para marcar la región de pastizales en los que se distribuyen los perritos de la pradera (*Cynomys mexicanus*) como conservada *a priori* ya que se trata de un ecosistema único y prioritario por estar amenazado por el cambio de uso de suelo, además de ser el hábitat del gorrión de Worthen, *Spizella wortheni* (especie listada como amenazada en la NOM-059-Semarnat). En esta segunda corrida también se especificó que el tamaño mínimo de los aglomerados fuese tres veces el tamaño del hexágono (105 km<sup>2</sup>), que se eligieran por lo menos dos aglomerados y una distancia mínima entre aglomerados de 40 km. Así se crearon 2 sistemas de reservas cada uno con 10 corridas de 250,000 iteraciones. Al terminar se seleccionó la mejor opción (mayor porcentaje de protección) de las diez corridas y se utilizó la herramienta de cambio de estatus para eliminar hexágonos que hayan sido seleccionados pero que hayan estado aislados de los demás hexágonos seleccionados, y a la vez asegurándose de que al eliminar estos hexágonos no se dejaran de cumplir las metas de conservación (ver arriba).

Como siguiente paso se digitalizó la vegetación natural que ocurre en cada uno de los dos grupos de unidades de planeación seleccionadas y se utilizaron estos dos grupos de polígonos como sistemas alternativos de reservas propuestos.

Finalmente a cada uno de los sistemas de reservas obtenidos se les aplicó la metodología antes descrita para el análisis de omisiones de conservación para así conocer el nivel de protección que cada una de las propuestas estaría ofreciendo.

### III. RESULTADOS

#### III.1. Inventario

##### III.1.1. Esfuerzo de muestreo

Entre Diciembre de 2006 y Enero de 2008, se acumuló un total de 2,250 horas de muestreo en campo y 1000 horas-red, obteniéndose un total de 7,013 registros de aves.

##### III.1.2. Riqueza de aves

Se registró un total de 152 especies de aves (Anexo 1), lo cual representa el 14% de la riqueza avifaunística del país y 63% de las especies estimadas para el área de estudio por Howell y Webb (1995). Dicha riqueza está distribuida en 16 órdenes y 42 familias. Las familias con mayor número de especies fueron Emberizidae (17), Tyrannidae (15), Parulidae (12) e Icteridae (11). Siete de las especies registradas no habían sido reportadas anteriormente en el área (*Agelaius phoeniceus*, *Turdus grayi*, *Myiarchus tyrannulus*, *Pitangus sulphuratus*, *Leptotila verreauxi*, *Junco hyemalis* y *Melospiza melodia*), adicionalmente, cinco de las especies registradas se encuentran enlistadas en la NOM-059-2001 (Tabla 6).

Nombre científico	Categoría	Distribución
<i>Cairina moschata</i>	En peligro de extinción	No endémica
<i>Accipiter striatus</i>	Sujeta a protección especial	No endémica
<i>Accipiter cooperi</i>	Sujeta a protección especial	No endémica
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Sujeta a protección especial	No endémica
<i>Buteo swainsoni</i>	Sujeta a protección especial	No endémica

Tabla 6. Especies registradas en el inventario y en la NOM-059-2001.

### III.1.3. Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies no fue asintótica, lo que sugirió que el esfuerzo de muestreo no fue suficiente para registrar a todas las especies presentes en el área. Los resultados mostraron que los modelos Exponencial y Logarítmico son los más adecuados para los datos obtenidos en el inventario (Fig. 8). El modelo Exponencial predijo que es posible encontrar 200 especies. En este sentido, la cantidad de especies reportada (152 especies) indica que falta un 24.5% (48 especies) de especies por registrar.

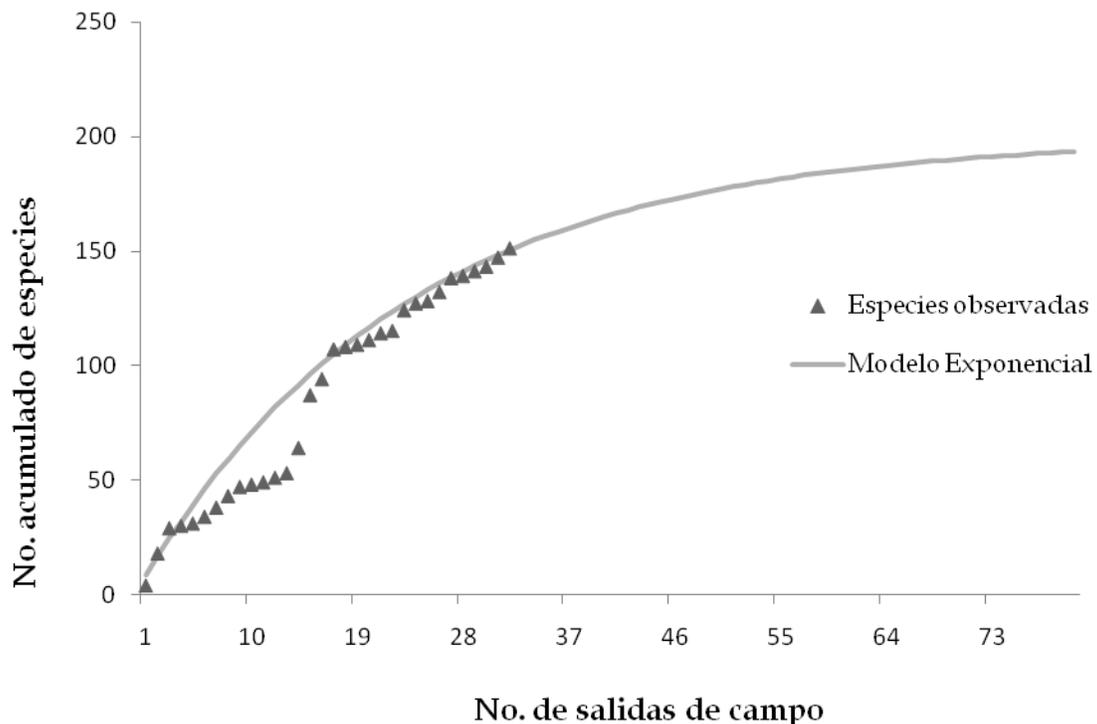


Fig. 8. Curva de acumulación de especies.

Del anexo 1, se tomaron las especies que no fueron registradas en el presente estudio pero sí por Howell y Webb (1995), así se creó la tabla 7, dividiendo en las que están posiblemente presentes, ya que los hábitats donde fueron reportados presentan una elevada superficie en el estado, por ej., matorral micrófilo subinermes, inermes, cracicaules, y en las especies que sí reporta Howell y

Webb (1995) para la zona, pero con poca probabilidad de ser avistadas, ya que requieren de hábitats muy restringidos como es el pino-encino, encino-pino, mezquital y/o pastizal.

<b>Posiblemente presentes en el área de estudio</b>	<b>Especies representadas en Howell y Webb (1995) para la zona, pero con poca probabilidad de ser avistadas</b>	
<i>Pandion haliaetus</i>	<i>Falco columbarius</i>	<i>Vireo huttoni</i>
<i>Buteo albonotatus</i>	<i>Falco femoralis</i>	<i>Poecile sclateri</i>
<i>Limosa fedra</i>	<i>Falco peregrinus</i>	<i>Baeolophus wollweberi</i>
<i>Calidris melanotos</i>	<i>Falco mexicanus</i>	<i>Sitta carolinensis</i>
<i>Coccyzus americanus</i>	<i>Pluvialis squatarola</i>	<i>Certhia americana</i>
<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	<i>Pluviales dominica</i>	<i>Cistothorus platensis</i>
<i>Selasphorus rufus</i>	<i>Bartramia longicauda</i>	<i>Myadestes townsendi</i>
<i>Selasphorus sasin</i>	<i>Hylocharis leucotis</i>	<i>Myadestes occidentalis</i>
<i>Chloroceryle americana</i>	<i>Calothorax lucifer</i>	<i>Catharus ustulatus</i>
<i>Empidonax wrightii</i>	<i>Archilochus alexandri</i>	<i>Catharus guttatus</i>
<i>Vireo gilvus</i>	<i>Selasphorus platycercus</i>	<i>Anthus spragueii</i>
<i>Cyanolyca pumilo</i>	<i>Sphyrapicus thyroideus</i>	<i>Ptilogonys cinereus</i>
<i>Corvus cryptoleucus</i>	<i>Sphyrapicus varius</i>	<i>Peucedramus taeniatus</i>
<i>Progne subis</i>	<i>Picoides villosus</i>	<i>Dendroica nigrescens</i>
<i>Tachycineta bicolor</i>	<i>Contopus cooperi</i>	<i>Dendroica townsendi</i>
<i>Riparia riparia</i>	<i>Contopus pertinax</i>	<i>Dendroica occidentalis</i>
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	<i>Contopus sordidulus</i>	<i>Mniotilta varia</i>
<i>Petrochelidon fulva</i>	<i>Empidonax trailii</i>	<i>Piranga flava</i>
<i>Cistothorus palustris</i>	<i>Empidonax minimus</i>	<i>Piranga ludoviciana</i>
<i>Sialia currucoides</i>	<i>Empidonax hammondii</i>	<i>Junco phaeonatus</i>
<i>Oreoscoptes montanus</i>	<i>Empidonax affinis</i>	<i>Icterus galbula</i>
<i>Anthus rubescens</i>	<i>Empidonax occidentalis</i>	<i>Carpodacus cassinii</i>
<i>Vermivora virginiae</i>	<i>Empidonax fulvifrons</i>	<i>Carduelis pinus</i>
<i>Vermivora crissalis</i>	<i>Vireo Cassini</i>	
<i>Setophaga ruticilla</i>		
<i>Seiurus noveboracensis</i>		
<i>Pipilo chlorurus</i>		
<i>Aimophila botterii</i>		
<i>Aimophila ruficeps</i>		
<i>Spizella breweri</i>		
<i>Calamospiza melanocorys</i>		
<i>Melospiza georgiana</i>		
<i>Zonotrichia leucophrys</i>		
<i>Pheucticus melanocephalus</i>		
<i>Passerina amoena</i>		
<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>		
<i>Euphagus cyanocephalus</i>		

Tabla 7. Especies no reportadas en el presente estudio pero si por Howell y Webb (1995) para la zona.

### **III.2. Modelos de distribución potenciales**

De las 152 especies registradas, únicamente para 81 fue posible generar modelos de distribución potencial (Anexo 2), debido a que para las restantes 71 no se cumplió con el número de registros necesarios para generar modelos mediante el algoritmo Maxent. Adicionalmente el algoritmo requiere que la distribución de registros para cada especie no se concentre en un área pequeña.

Del total de modelos generados, para 40 de ellos fue posible evaluar su precisión resultando con exactitudes de entre 76% y 93% (Tabla 8). Para los restantes 41 modelos no fue posible evaluar la precisión mediante la curva de respuesta de operación debido a que no se contó con el mínimo de registros para implementarla.

<b>Especie</b>	<b>Precisión (%)</b>
1 <i>Bubulcus ibis</i>	86.1
2 <i>Coragyps atratus</i>	90.5
3 <i>Cathartes aura</i>	84.4
4 <i>Caracara cheriway</i>	87.6
5 <i>Falco sparverius</i>	85.9
6 <i>Charadrius vociferus</i>	89.6
7 <i>Columba livia</i>	76.6
8 <i>Zenaida macroura</i>	87.1
9 <i>Columbina inca</i>	85.9
10 <i>Geococcyx californianus</i>	83.6
11 <i>Melanerpes aurifrons</i>	84
12 <i>Colaptes auratus</i>	83.4
13 <i>Sayornis saya</i>	76.7
14 <i>Pyrocephalus rubinus</i>	86.7
15 <i>Myiarchus cinerascens</i>	76.5
16 <i>Myiarchus tyrannulus</i>	80.2
17 <i>Tyrannus vociferans</i>	80.3
18 <i>Zenaida asiatica</i>	89.5
19 <i>Lanius ludovicianus</i>	77.5
20 <i>Aphelocoma coerulescens</i>	90.4
21 <i>Corvus corax</i>	82
22 <i>Hirundo rustica</i>	92.3
23 <i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	83.4
24 <i>Thryomanes bewickii</i>	85.5
25 <i>Polioptila caerulea</i>	88
26 <i>Mimus polyglottos</i>	84.1
27 <i>Toxostoma curvirostre</i>	79.8
28 <i>Phainopepla nitens</i>	77.8
29 <i>Dendroica coronata</i>	77.2
30 <i>Pipilo fuscus</i>	83.1
31 <i>Amphispiza bilineata</i>	78.1
32 <i>Melospiza lincolnii</i>	87.5
33 <i>Cardinalis sinuatus</i>	86.9
34 <i>Sturnella neglecta</i>	86.6
35 <i>Quiscalus mexicanus</i>	86.9
36 <i>Molothrus aeneus</i>	84.6
37 <i>Molothrus ater</i>	89.3
38 <i>Carpodacus mexicanus</i>	84.7
39 <i>Carduelis psaltria</i>	89
40 <i>Passer domesticus</i>	93.4

Tabla 8. Precisión de los modelos de distribución potencial para cada especie.

### **III.3. Modelos de distribución potenciales reportados por Nature Serve**

Las áreas de distribución basadas en Nature Serve fueron mayores a las estimadas por los modelos de distribución generadas durante el desarrollo del presente proyecto ( $T=-11.86$ ;  $gl= 79$ ;  $p<0.0001$ , Tabla 9).

<b>Especie</b>	<b>Área modelos de Nature Serve (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área modelos del presente estudio (km<sup>2</sup>)</b>
<i>Callipepla squamata</i>	32943.7	29768.4
<i>Ardea herodias</i>	32943.7	21843.6
<i>Ardea alba</i>	32943.7	22878.2
<i>Egretta thula</i>	32943.7	29580.7
<i>Bubulcus ibis</i>	32943.7	24128.7
<i>Plegadis chihi</i>	32943.7	984.6
<i>Coragyps atratus</i>	32943.7	11373.4
<i>Cathartes aura</i>	32943.7	27561.1
<i>Elanus leucurus</i>	27534.1	25305.1
<i>Accipiter striatus</i>	32943.7	27587.5
<i>Accipiter cooperi</i>	32943.7	29209.4
<i>Parabuteo unicinctus</i>	32943.7	29156.7
<i>Buteo swainsoni</i>	32943.7	16622.3
<i>Buteo jamaicensis</i>	32943.7	29062.2
<i>Caracara cheriway</i>	6147.6	29393.5
<i>Falco sparverius</i>	32943.7	11253.9
<i>Fulica americana</i>	32943.7	4695.9
<i>Charadrius vociferus</i>	32943.7	11941.9
<i>Actitis macularia</i>	32943.7	1940.6
<i>Columba livia</i>	32943.7	10887.6
<i>Zenaida asiatica</i>	32943.7	21199.0
<i>Zenaida macroura</i>	32943.7	25574.8
<i>Columbina inca</i>	32943.7	14449.7
<i>Geococcyx californianus</i>	32922.7	12288.7
<i>Cynanthus latirostris</i>	5821.8	25697.9
<i>Melanerpes aurifrons</i>	32943.7	16952.9
<i>Picoides scalaris</i>	32943.7	5706.5
<i>Colaptes auratus</i>	6450.4	11268.7
<i>Sayornis nigricans</i>	32943.7	25153.3
<i>Sayornis phoebe</i>	32943.7	25710.6
<i>Sayornis saya</i>	32943.7	17234.2
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	32943.7	16314.4
<i>Myiarchus cinerascens</i>	32943.7	8425.3
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	32943.7	8062.0
<i>Pitangus sulphuratus</i>	32943.7	18656.3
<i>Tyrannus vociferans</i>	32746.1	13923.1
<i>Tyrannus verticalis</i>	32943.7	28716.6
<i>Lanius ludovicianus</i>	32943.7	13675.0

<i>Vireo belli</i>	32943.7	18860.5
<i>Aphelocoma coerulescens</i>	32943.7	5702.8
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	23345.9	31120.1
<i>Corvus corax</i>	32943.7	28949.3
<i>Eremophila alpestris</i>	32943.7	26245.3
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	32943.7	4103.3
<i>Hirundo rustica</i>	32943.7	24267.9
<i>Auriparus flaviceps</i>	32943.7	15670.9
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	32943.7	12355.2
<i>Catherpes mexicanus</i>	32943.7	23882.7
<i>Thryomanes bewickii</i>	32943.7	7259.7
<i>Regulus calendula</i>	32943.7	29277.3
<i>Polioptila caerulea</i>	32943.7	11679.9
<i>Polioptila melanura</i>	32866.0	10182.9
<i>Sialia sialis</i>	7079.0	8584.9
<i>Turdus grayi</i>	32943.7	12497.9
<i>Mimus polyglottos</i>	32943.7	17465.2
<i>Toxostoma curvirostre</i>	32943.7	16333.4
<i>Bombycilla cedrorum</i>	32943.7	22658.2
<i>Phainopepla nitens</i>	29592.4	11074.5
<i>Vermivora ruficapilla</i>	32943.7	28463.0
<i>Dendroica coronata</i>	32943.7	12539.7
<i>Wilsonia pusilla</i>	32943.7	22626.3
<i>Pipilo fuscus</i>	32943.7	14359.4
<i>Aimophila cassinii</i>	32943.7	21690.5
<i>Spizella passerina</i>	32943.7	16997.2
<i>Spizella pallida</i>	32943.7	23250.1
<i>Spizella wortheni</i>	31350.1	3.4
<i>Chondestes grammacus</i>	32943.7	6057.5
<i>Amphispiza bilineata</i>	32830.2	14803.9
<i>Melospiza lincolni</i>	32943.7	332.5
<i>Cardinalis cardinalis</i>	32943.7	16491.2
<i>Cardinalis sinuatus</i>	32943.7	6058.6
<i>Passerina caerulea</i>	32943.7	19916.5
<i>Passerina versicolor</i>	32943.7	31389.9
<i>Agelaius phoeniceus</i>	32943.7	14384.5
<i>Sturnella neglecta</i>	32943.7	15393.8
<i>Quiscalus mexicanus</i>	32943.7	25630.4
<i>Molothrus aeneus</i>	32943.7	23430.6
<i>Molothrus ater</i>	32943.7	19166.6

<i>Carpodacus mexicanus</i>	32943.7	26347.4
<i>Carduelis psaltria</i>	32943.7	12874.4
<i>Passer domesticus</i>	32943.7	25653.4

Tabla 9. Áreas de distribución de especies de aves según Nature Serve y el presente estudio.

### **III.4. Análisis de omisiones de conservación**

#### **III.4.1. Distribución de las especies**

El 5% de las especies modeladas tienen una distribución baja, el 8% tienen una distribución razonable, 33% tienen una distribución intermedia y el resto de las especies (54%) tienen una distribución amplia en el área de estudio (Anexo 3).

#### **III.4.2. Nivel de protección**

En cuanto a los niveles de protección dados por las ANP's federales y estatales (Anexo 3) el 69% de las especies reciben una baja protección, 30% tienen una razonable protección, el 1% de las especies tienen una protección intermedia y no existe especie alguna con alta protección.

En cuanto al nivel de protección que proporcionan las AICAS se encontró que el 98% de las especies tienen un nivel de protección bajo, el 1% de las especies tienen un nivel de protección razonable, el 1% de las especies tienen un nivel de protección mediano y ninguna especie recibe una protección alta (Anexo 3).

El nivel de vulnerabilidad resultante de la combinación del nivel de distribución y la protección proporcionada por ANP's federales, estatales y AICAS, mostró que el 11% de las especies tienen un índice de vulnerabilidad 1 (el más alto), el 88% de las especies tiene un nivel de vulnerabilidad 2 (alta vulnerabilidad), el 1% de las especies tienen un nivel de vulnerabilidad de 3 (intermedio) y ninguna especie tiene un nivel bajo de vulnerabilidad de 4 (Anexo 3).

### **III.5. Diseño de reservas**

Por medio de la metodología empleada se logró identificar 2 diferentes sistemas de reservas. La propuesta (A) cubre 3,844.6 km<sup>2</sup> mientras que la propuesta (B) tiene una extensión de 3,505 km<sup>2</sup> (Fig. 9). Se debe destacar que las metas de conservación

establecidas se cumplieron al 100% en cada una de las especies en ambas propuestas.

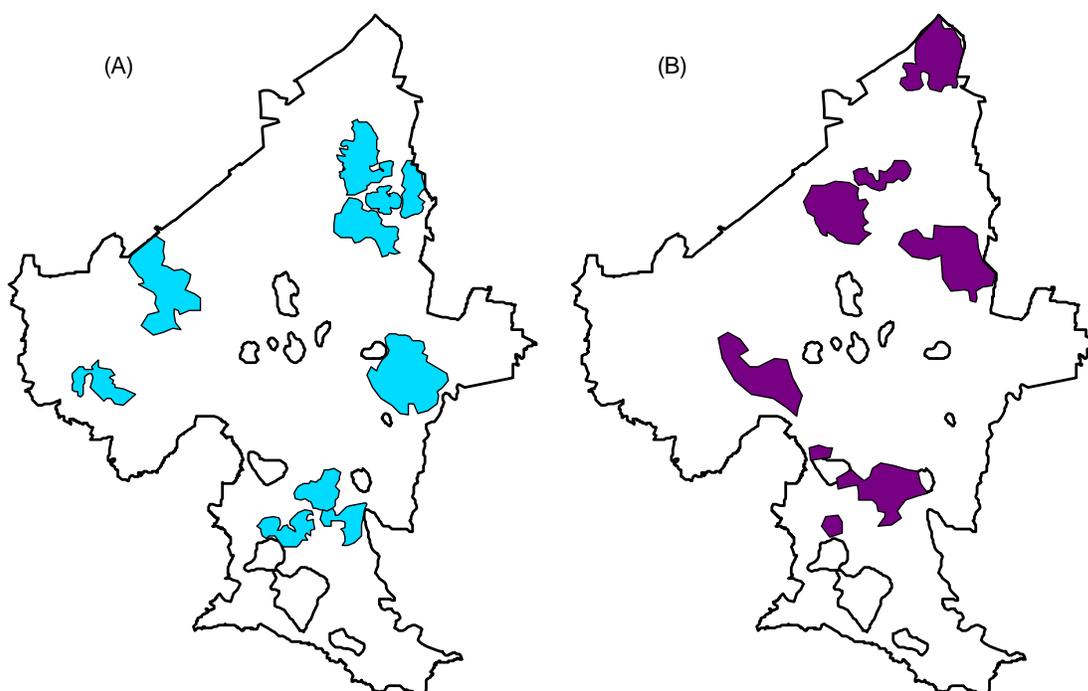


Fig. 9. Propuestas de sistemas de reservas obtenidas con las 2 corridas de Marxan.

La propuesta (A) representa el 11.7% del área de estudio y la propuesta (B) el 10.6%. A ambas áreas se les aplicó la metodología antes descrita para el análisis de omisiones de conservación, para poder conocer los diferentes niveles de representatividad que tentativamente podrían ofrecer si fuesen decretadas.

En cuanto a los niveles de representatividad dados por el sistema de reservas (A, Fig. 9) el 6% de las especies reciben un nivel bajo, 92% tienen un nivel razonable, el 2% de las especies tienen un nivel intermedio y no existe especie alguna con nivel alto.

Los niveles de representatividad dados por el sistema de reservas (B, Fig. 9) el 11% de las especies reciben un nivel bajo, 89% tienen un nivel razonable, 0% de las especies tienen un nivel intermedio y 0% con nivel alto.

La propuesta (B) cuenta con una zona de pastizal extenso (Fig. 9) y como se detalló en la metodología fue elegida por la presencia de *Spizella wortheni* y *Cynomys mexicanus*, sin embargo ofrece menor protección en comparación con la propuesta (A). Por lo que a la propuesta (A) se le agregó dicha zona (Fig. 10), delimitada con ayuda del mapa de vegetación y uso de suelo.

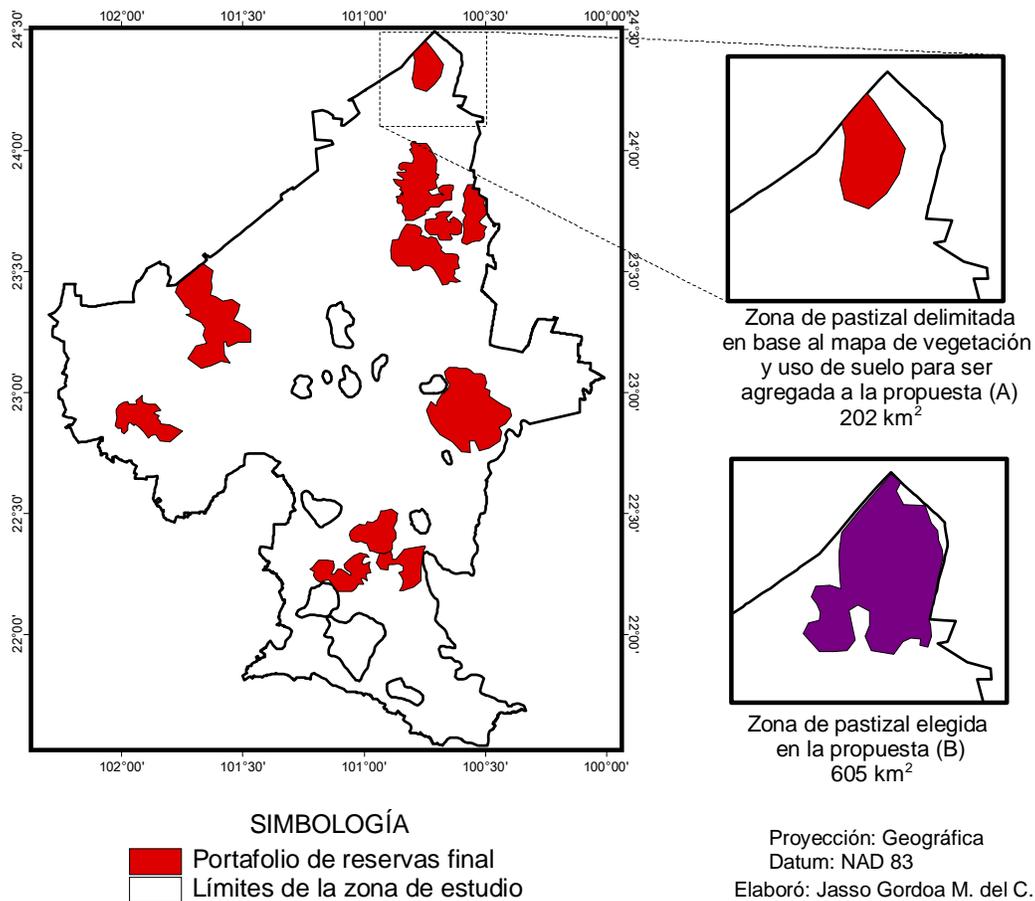


Fig. 10. Sistema de reservas final.

La propuesta final tiene un área de 4,072.8 km<sup>2</sup> (12.4% del área) y ofrece los siguientes niveles de representatividad: el 1% de las especies reciben un nivel bajo, 94% nivel razonable, 4% nivel intermedio y 1% con nivel alto.

#### IV. DISCUSIÓN

Durante el inventario que se realizó fue posible identificar una gran riqueza avifaunística. A pesar de que el área muestreada únicamente representa poco más de 1.6% de la superficie del territorio nacional, se detectaron 152 especies, las cuales representan 30.58% de la avifauna estatal y 14.3% de la avifauna presente en el país (Howell y Webb, 1995). Esto es notable si se considera el limitado periodo de muestreo. El altiplano y centro de San Luis Potosí, por su posición geográfica y topografía, presentan una gran variedad de ambientes, que incluye al menos 10 tipos de vegetación (Rzedowsky, 1978, 1981) lo cual explica la gran riqueza avifaunística que esta región alberga.

No se logró llegar a la asíntota en la curva de acumulación de especies, y se estimó que faltan alrededor de 48 especies por registrar. La estructura vegetal influye las detecciones de aves, ya que la detectabilidad disminuye en microhábitats con follajes densos o en el dosel (Buckland *et al*, 1993). Por otro lado, el esfuerzo de muestreo por comunidad vegetal sugiere que el inventario para algunos hábitats pudo haber sido limitado; se dedicó poco tiempo al inventario del bosque de galería, chaparral, pastizales naturales y zonas urbanas ya que estos ambientes representan una porción mínima de la superficie total de estudio.

Un trabajo de campo más intensivo y que abarque un período de tiempo mayor podría revelar la presencia de avifauna de distribución restringida y/o poblaciones muy pequeñas, así como que las investigaciones futuras incluyan un mayor esfuerzo de muestreo en primavera y verano, ya que estos periodos están presentes las aves migratorias pudiendo incrementar el número de registros.

También sería recomendable suplementar los esfuerzos de muestreo con el uso de redes de niebla en todos los tipos de comunidades vegetales ya que permiten registrar especies que son poco detectables mediante muestreos visuales y auditivos (Ralph y Scott, 1981). Este tipo de muestreos exhaustivos tanto para la

avifauna como para otros *taxa* proporcionaría registros por hábitat y permitiría mejorar el conocimiento de la distribución espacial y temporal, así como patrones de diversidad por tipo de hábitat. También es recomendable estimar parámetros poblacionales que sirvan como base para las estrategias de manejo para la conservación.

La modelación de la distribución de la fauna a través de algoritmos de inteligencia artificial es importante ya que genera información biogeográfica útil, mediante el uso de datos ambientales (Fielding y Bell, 1997, Carroll *et al.*, 1999, Anderson *et al.*, 2002, Guisan *et al.*, 2002, Anderson *et al.*, 2003, Loiselle *et al.*, 2007, Lobo, 2008). Los modelos de distribución únicamente reflejan las condiciones ambientales similares a donde las especies fueron registradas.

Las pruebas de precisión que generan los algoritmos tienen algunas limitaciones (Fielding y Bell 1997; Lobo 2008) ya que en ocasiones pueden no detectar falsos positivos (sobrepredicción) y falsos negativos (sobreajustado, Fielding y Bell 1997; Anderson *et al.* 2003). Las causas de dichos errores de los algoritmos pueden deberse a limitaciones de las técnicas de modelaje de cada programa y factores ecológicos que impiden que se registren especies dentro de su nicho ecológico fundamental (Araujo y Pearson, 2005). El algoritmo más adecuado es aquel que tenga la menor cantidad de falsos negativos en sus predicciones (Anderson *et al.* 2003). Para la base de datos con que se trabajó, Maxent cumplió con este requisito; los 40 modelos cuya exactitud fue evaluada tuvieron una precisión mayor a 70 %, y debido a que las distribuciones que se generaron fueron más restringidas que las disponibles en la literatura (Ridgely *et al.*, 2007), también es posible concluir que los falsos positivos son menores. Por lo tanto los resultados son confiables y pueden ser útiles para su aplicación en esfuerzos de conservación para la región. Adicionalmente, la información generada puede ser útil en muchos campos de estudio como taxonomía, sistemática, biogeografía, distribución geográfica, variación geográfica, paleontología, anatomía, morfología, dimorfismo

sexual, características como edad y sexo, biología molecular, ecomorfología, biología de la conservación, etología, entre otras (Peterson *et al.* 1998).

Las áreas calculadas por el método empleado en este estudio son más restringidas que las reportadas por otras fuentes (Ridgely *et al.*, 2007). Los resultados obtenidos representan un avance con respecto a los modelos disponibles ya que se utilizaron registros de campo recientes que incluyen todos los tipos de vegetación y poseen una mayor resolución espacial. Los modelos disponibles en la literatura, por otro lado, presentan limitaciones por no estar basados en estudios exhaustivos ni llevados a cabo a largo plazo, utilizar información proporcionada por habitantes locales o investigadores, lo que restringe el conocimiento a una sola región y muchos de ellos se han basado en registros de museos, que pueden no reflejar las condiciones ambientales actuales. Finalmente, los modelos que se generaron tienen la limitación de que no son útiles para generar estrategias a nivel global, adicionalmente, a escalas más pequeñas, la resolución es limitada. Por ejemplo, para varios de los tipos de hábitats estudiados existen niveles de disturbio debidos a los patrones de sobrepastoreo y dichos niveles de disturbio no son detectables en las cubiertas predicativas que se utilizaron.

La base de datos que se logró obtener es el resultado de uno de los primeros esfuerzos a nivel estatal por conocer la diversidad avifaunística actual de la región. Esta información es representativa de la avifauna de zonas desérticas debido a que contiene registros de la mayoría de las especies. Investigaciones como ésta, son primordiales en la planeación de la conservación y manejo de recursos de la vida silvestre puesto que actualmente las estrategias para fomentar la conservación usan a especies “sombrija”, ya que por la falta de conocimiento sobre la mayoría de las especies, de financiamiento y principalmente por la necesidad de actuar rápido, se diseñan estrategias de conservación enfocadas en una especie para la que al menos se conocen sus requerimientos básicos de hábitat, en este caso las

aves, y al conservarlas permite la protección de muchas otras especies que comparten el mismo hábitat.

Hasta la fecha no se habían realizado análisis sobre la contribución real en materia de conservación que proveen las ANP's federales, estatales y AICAS en San Luis Potosí, los resultados obtenidos sugieren que estos instrumentos de conservación no representan adecuadamente a la avifauna del área; 99% de estas especies según el análisis de omisiones de conservación pertenecen a la categoría de mayor vulnerabilidad por contar con una baja representatividad dentro de las zonas de conservación. Es posible que lo mismo suceda para otros grupos taxonómicos. Posiblemente la falta de criterios biológicos, o el uso de criterios poco fundamentados en el momento de identificar las zonas de protección de flora y fauna hayan generado estas limitaciones. De manera similar, estudios previos en el país reportan un bajo nivel de protección proporcionado por las ANP's para los recursos naturales de Tamaulipas (Cantú *et al.* 2005), y un nivel de protección aceptable proporcionado por las ANP's únicamente para 7 de las especies de aves de la región fronteriza de Chihuahua y Coahuila (Chapa Vargas *et al.* 2005). Es posible que lo mismo ocurra en otros estados del país, lo cual ilustra la necesidad de realizar estudios similares a escalas estatales y ecorregionales en otras entidades.

El análisis que se realizó permitió identificar un sistema de áreas prioritarias que incrementarían sustancialmente el nivel de protección a la avifauna regional. Debido a que el presente estudio se basó únicamente en información avifaunística, es importante llevar a cabo investigaciones adicionales para asegurar que otros grupos taxonómicos no estén poco representados (Margules y Pressey 2000). Además es importante que una vez que se han identificado sitios prioritarios, se apliquen acciones para la conservación en estos sitios. En San Luis Potosí, por ejemplo, únicamente las ANP's de Wiricuta y Real de Guadalcázar cuentan con un plan de manejo, y por lo tanto esta es un área del conocimiento en la que existe una gran cantidad de trabajo pendiente.

El sistema de reservas final que se generaron representan una proporción de área mayor a la que actualmente ocupan las ANP's federales, estatales y AICAS. El manejo de estas áreas por lo tanto representaría un incremento sustancial en los esfuerzos de conservación surgiendo la necesidad de implementar estrategias de conservación en áreas no protegidas; para fomentar la conservación de la avifauna tanto en áreas protegidas como en las que no lo son y se requiere de trabajo en comunidades rurales, las cuáles son las poseedoras de los recursos.

Dichas comunidades no presentan las mismas características socioeconómicas e incluso poseen diferente biodiversidad, por lo que los esfuerzos de conservación acompañados de la educación ambiental deben ser bien planeados, comenzando con un diagnóstico socio-ambiental a nivel regional, cuenca, microcuenca, etc.

#### IV.1. Implicaciones de manejo

La propuesta de crear un nuevo sistema de reservas no imposibilita la realización de actividades agrícolas o pecuarias en la zona, al contrario, se requeriría de la elaboración de planes de manejo para cada nueva reserva, donde se promovería el manejo sustentable de los recursos y garantizando la preservación de la cultura local, encontrando nuevas formas de manejar los recursos y obteniendo un beneficio económico. La educación ambiental en todos los niveles de la sociedad es un punto crucial ya que si no se sabe porque se han de conservar los recursos naturales, de nada serviría un plan de manejo.

Existen muchas opciones para fomentar el manejo sustentable, algunas promovidas por instituciones como:

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR): Programa de Recuperación del Suelo de Conservación, Proárbol, Compensación Ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales, apoyo en la conservación y restauración forestal, Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales en México, sanidad forestal, pago por servicios ambientales, etc.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT): apoyo y establecimiento de unidades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMA).

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA): programa de conservación de los recursos naturales.

Asociaciones civiles: "Grupo Sierra Gorda", establecidos como su nombre lo dice en la ANP Sierra Gorda de Querétaro que atraen al turismo con la observación de aves y se complementan con actividades de recreación y gastronomía. PRONATURA A. C. institución que promueve económicamente la investigación y su vínculo con las comunidades rurales.

Finalmente, para complementar los resultados obtenidos se requieren de inventarios de fauna y flora lo más completos posibles, así como un trabajo de

índole social, donde se aclaren las tenencias de la tierra, las opiniones de cada uno de los propietarios acerca de estar en un área natural protegida y por supuesto como es percibida tal denominación. Para esto se requiere de fuentes de financiamiento en instituciones públicas y/o privadas que permitan desarrollar todos los proyectos de investigación necesarios, con la finalidad de conservar la biodiversidad, generar empleos en las zonas rurales, contar con un panorama del estado que guardan los recursos naturales de la región, y ayudar en la elaboración de planes de manejo.

## **V. CONCLUSIONES GENERALES**

El punto de partida del presente trabajo fue generar una base de datos con registros de aves en campo actualizada a partir de la cual se podría generar el conocimiento. Se lograron elaborar 81 modelos de distribución con mayor precisión que los disponibles en guías de campo y en Nature serve además de ser únicos para la región.

El nivel de representatividad en ANP's y AICAS es insuficiente. El sistema de reservas propuesto incrementaría de manera significativa el nivel de representatividad de la avifauna de la zona.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arriaga, L., Espinoza, J.M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L., Loa, E. (2000). Regiones terrestres prioritarias de México. CONABIO. México
- Anderson, R.P., Lew, D. y Peterson, A.T. (2003). Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecol. Model.* **162**, 211-232.
- Anderson, R.P., Laverde, M. y Peterson, A.T. (2002). Niche-based models of species- potential macrodistributions suggest competition and competitive release in spiny pocket mice. *Oikos* **93**, 3-16.
- Álvarez-Castañeda, S. T., Salinas-Zavala, C. A. y De Lachica, F. (1995). Análisis biogeográfico de noreste de México con énfasis en la variación climática y mastozoológica. *Acta Zool. Mex.* **66**, 59-86.
- Araujo, M.B., Densham, P.J. y Humphries, C.J. (2003). Predicting species diversity with ED: the quest for evidence. *Ecography*, *26*, 380-384.
- Arizmendi, Ma. del C. y Marquez, L. (1999). Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Ball, I.R. y Possingham, H.P. (2000). MARXAN (2.0.2). Marine Reserve Design Using Spatially Explicit Annealing, A Manual.  
[www.ecology.uq.edu.au/marxan.htm](http://www.ecology.uq.edu.au/marxan.htm)
- Benito de Pando, B. y Peñas de Giles, J. (2007). Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica. *GeoFocus* **7**, 100-119.
- Bocco, G., Mendoza, M., Velázquez, A. (2001). Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping—a tool for land use planning in developing countries. *Geomorphology* **39**, 211-219.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., y Laake, J.L. (1993). Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. London: Chapman and Hall.

- Carwardine, J., Rochester, W.A., Richardson, K.S., Williams, K.J., Pressey, R.L., Possingham, H.P. (2007). Conservation planning with irreplaceability: does the method matter?. *Biodivers. Conserv.* **16**, 245-258.
- Carroll, C., Zielinski, W.J. y Noss, R.F. (1999). Using presence-absence data to build and test spatial habitat models for the fisher in the Klamath Region, U.S.A. *Conserv. Biol.* **13**, 1344-1359.
- Ceballos, G. y Ehrlich, P.R. (2002). Mammal population losses and the extinction crisis. *Science* 296, 904 - 907.
- Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Soberón, J., Salazar, I., Fay, J.P. (2005). Global Mammal Conservation: what must we manage?. *Science* **309(5734)**, 603-607.
- Chapa-Vargas, L. y Monzalvo-Santos, K. (comunicación personal). Mapa de vegetación de San Luis Potosí.
- Chapa-Vargas, L. y Robinson, S.K. (2008). Success of a forest-nesting neotropical migratory bird: Do fragmentation effects vary with scale?. En: Landscape Ecology Research Trends. A. Dupont y H. Jacobs (Eds.). 1th Edición, Nova Science Publishers Inc., E.U.A. pp.28.
- Chapa-Vargas L., G. Ceballos, C. González-Rebeles, G. Gómez, & G. Oliva. (2005). Comparisson of two methods for classifying land use and land cover for Gap analysis at the "Rio el Grande" region of Mexico. National Gap Analysis Conference and Integracy Symposium Gap Analysis Program Reno, Nevada, E.U.A.
- Cantu, A.C., Wright, G., Scott, M.J. y Strand, E. (2005). Las áreas naturales y su protección en Tamaulipas. En: Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. G. Sánchez-Ramos, P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (eds.) 1th edición, Universidad Autónoma de Tamaulipas, pp 116-127
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (2008). [www.conanp.gob.mx](http://www.conanp.gob.mx)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2008). [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)

- Cowley, M.J.R., Wilson, R.J., León-Cortés, J.L., Gutierrez, D.C., Bulman, R. y Thomas, C.D. (2000). Habitat-based statistical models for predicting the spatial distribution of butterflies and day-flying moths in a fragmented landscape. *J. of Appl. Ecol.* **37**, 60-72.
- Csuti, B. (1994). Gap Analysis: Identification of priority areas for biodiversity management and conservation (version 1). En J.M. Scott and M.D. Jennings, editors. A handbook for Gap Analysis. Idaho Cooperative Fish and Wildlife Research Unit, University of Idaho, Moscow.
- Díaz-Francés, E. y Soberón, J. (2005). Statistical estimation and model selection of species accumulation functions. *Conservation Biology* **19(2)**, 569-573.
- DESKTOPGARP, 2007, [www.lifemapper.org/desktopgarp](http://www.lifemapper.org/desktopgarp)
- Dinerstein, E., Powell, G., Olson, D., Wikramanayake, E., Abell, R., Loucks, C., Underwood, E.C., Allnutt, T., Wettengel, W.W., Ricketts, T., Strand, H., O'Connor, S., Burgess, N. (2000). A workbook for conducting biological assessment and developing biodiversity visions for ecoregion-based conservation. 1th edition. Conservation Science Program World Wildlife Fund. Washington D. C.
- Elith, J., Graham, H.C., Anderson, P.R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, H.R., Huettmann, F., Leathwick, R.J., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, G.L., Loiselle A.B., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, Mc.C.J., Peterson, A.T., Phillips, J.S., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., Schapire, E.R., Soberón, J., Williams, S., Wisz, M., Zimmermann, E.N. (2006). Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. *Ecography* **29**, 129-151.
- Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI) (2007) ArcGIS 9.2. GIS and mapping Software, Redlands, CA, USA. [www.esri.com](http://www.esri.com).
- Environmental System Research Institute, Inc, (ESRI) (1998) ArcView/ArcGIS. GIS and mapping Software, Redlands, CA, USA. [www.esri.com](http://www.esri.com)
- ERDAS, Incorporated, 2002. USA.

- Fielding, H.A. y Bell, F.J. (1997). A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environm. Conserv.* **24**, 38-49.
- Flores-Villela, O. y Navarro, A.G. (1993). Biología y problemática de los vertebrados en México. *Ciencia* **7**, 1-112
- Guisan, A., Edwards, Jr.T.C., y Hastie, T. (2002). Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecol. Model.* **157**, 89-100.
- Grand, J., Cummings, M.P., Rebelo, T.G., Ricketts, T.G., Maile, N.C. (2007). Biased data reduce efficiency and effectiveness of conservation reserve networks. *Ecol. Lett.* **10**, 364-374
- Hijmans, R. J. *et al.* 2005. WorldClim, ver. 1.3. University of California, <http://biogeو.berkeley.edu/worldclim/worldclim.htm>.
- Holmes, R.T. y Sherry, T.W. (1988). Assessing population trends of New Hampshire forest birds: local vs. regional patterns. *The Auk* **105**, 756-768
- Howell, S.N.G. y Webb. S. (1995). A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, New York. 851 p.
- Hortal, J. y Lobo, M.J. (2008). An ED-based protocol for optimal sampling of biodiversity. *Biodiv. Conserv.* **14**, 2913-2947.
- Instituto Nacional de Geografía e Informática, INEGI (2000). [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
- Loiselle, A.B., Jorgensen, P.M., Consiglio, T., Jiménez, I., Blake, J.G., Lohmann, L.G. y Montie, O.M. (2008). Predicting species distributions from herbarium collections: does climate bias in collection sampling influence model outcomes?. *J. Biogeog.* **35**, 105-116.
- Luna, I., Alcántara, O., Espinosa, D. y Morrone, J.J. (1999). Historical relationships of the Mexican cloud forests: a preliminary vicariance model applying Parsimony Analysis of Endemicity to vascular plant taxa. *J. of Biogeogr.* **26**, 1299-1305.

- Manel, S., Dias, J.M.S., Buckton, T. y Omerod, S.J. (1999)a. Alternative methods for predicting species distribution: an illustration with Himalayan river birds. *J. App. Ecol.* **36**, 734-747.
- Manel, S. et al. 1999b. Comparing discriminant analysis, neural networks, and logistic regression for predicting species distributions: a case study with a Himalayan river bird. *Ecol. Model.* **120**, 337-347.
- Margules, C.R. y Pressey, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature* **405**, 243-253.
- Martínez de la Vega, G. (1999). Bibliografía zoológica comentada del estado de San Luis Potosí. *Acta Científica Potosina* **14(2)**, 54-120.
- Masera, O.R., Ordóñez, M.J., Dirzo, R. (1997). Carbon emissions from Mexican forests: current situation and long-term scenarios. *Climatic Change* **35**, 265-295.
- Mendoza, E., Fay, J., Dirzo, R. (1999). Deforestation in Lacandonia (southeast Mexico): evidence for the declaration of the northernmost tropical hot-spot. *Biodivers. Conserv.* **8**, 1621-1641.
- Michalski, R.S. y Chilaunsky R.L. (1980). Knowledge acquisition by encoding expert rules versus computer induction from examples: a case study involving soybean pathology. *Int.J. Man Mach. Stud.* **12**, 63-87
- Mittermeier, R.A., Myers, N., Thomsen, J.B., da Fonseca, G.A.B. y Olivieri, S. (1998). Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Cons. Biol.* **12**, 516- 520.
- Morrone, J.J. y Escalante, T. (2002). Parsimony analysis of endemism (PAE) of Mexican terrestrial mammals at different area units: when size matters. *J. Biogeogr.* **29**, 1095-1104
- Morrone, J.J., Espinosa, D. y Llorente, J. (2002). Mexican biogeogeographic provinces: preliminary scheme, general characterizations, and synonymies. *Acta Zool. Mex.* **85**, 83-108.

- Morrone, J.J. (1994). On the identification of areas of endemism. *Syst. Biol.* **43**, 438–441.
- Navarro, A. y Benítez, H. (1993). Riqueza y endemismo de las aves de México. *Ciencias* **7**, 45-54.
- Ortega-Huerta, M.A. y Peterson, A.T. (2004). Modelling spatial patterns of biodiversity for conservation prioritization in North-eastern Mexico. *Divers. Distrib.* **10**, 39–54
- Palacio-Prieto, J.L., Bocco, G., Velázquez, A., Mas, J.F., Takakai-Takaki, F., Victoria, A., Luna-González, L., Gómez-Rodríguez, G., López-García, J., Palma-Muñoz, M., Trejo-Vázquez, I., Peralta-Higuera, A., Prado-Molina, Rodríguez-Aguilar, J., Mayorga-Saucedo, A.R., González, M.F. (2000). La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. *Investigaciones Geográficas* **43** pp. 183-203.
- Peterson, A.T., Navarro-Siguënza, A.G. y Benítez-Díaz, H. (1998). The need for continued scientific collecting; a geographic analysis of Mexican bird specimens. *IBIS* **140**, 288–294.
- Peterson, A.T. y Cohoon, K.P. (1999). Sensitivity of distributional prediction algorithms to geographic data completeness. *Ecol. Model.* **17**, 159–164.
- Peterson, A.T., Soberón, J. y Sánchez-Cordero, V. (1999). Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science* **285**, 1265–1267.
- Peterson, A.T. y Vieglais, D.A. (2001). Predicting species invasions using ecological niche modeling: New approaches from bioinformatics attack a pressing problem. *Bioscience* **51**, 363–371.
- Peterson, A.T., Ball, L.G. y Cohoon, K.P. (2002). Predicting distribution of Mexican Birds using ecological niche modeling methods. *IBIS* **144**, 27–32.
- Peterson, A.T., Papes, M., y Eaton, M. (2007). Transferability and model evaluation in ecological niche modeling: a comparison of GARP and Maxent. *Ecography* **30**, 550-560

- Possingham, H.P., Ball, I.R. y Andelman, S. (2000). Mathematical methods for identifying representative reserve networks. En: S. Ferson and M. Burgman (eds) Quantitative methods for conservation biology. Springer-Verlag, New York, pp. 291-305.
- Phillips, S.J., Anderson R.P., Schapire R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol. Model.* **190**, 231-259.  
[www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent](http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent).
- Probst, J.R. y Weinrich, J. (1993). Relating kirtland's warbler population to changing landscape composition and structure. *Landscape Ecol.* **8**, 257-271
- Ralph, C.J. y Scott, J.M. (1981). Estimating Numbers of Terrestrial Birds. *Studies in Avian Biology* **6**,
- Ridgely, R.S., Allnutt, T.F., Brooks, T., McNicol, D.K., Mehlman, D.W., Young, B. E. y Zook, J.R. (2007). Digital Distribution Maps of the Birds of the Western Hemisphere. Version 3.0. NatureServe, Arlington, Virginia, USA.
- Rzedowski, J. (1978). Vegetación de San Luis Potosí, Tesis de Doctorado, Instituto Politécnico Nacional, México.
- Rzedowski, J. (1981). Vegetación de México. Limusa. México.
- Soberón, J. y Llorente, J. (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* **7(3)**, 480-488.
- Soberón, J., Peterson, A.T. (2005). Interpretation of models of fundamental ecological niches and species distributional areas. *Biodiver. Informatica* **2**, 1-10.
- Scott, J.M., Davis, F., Scuti, B., Noss, R., Butterfield, B., Groves, C., Anderson, H., Caicco, S., D'Erchia, F., Edwards, Jr.T.C., Ulliman, J., Wright, R. (1993). Gap Analysis: A geographic approach to protection of biological diversity. *Wildlife Monogr.* **123**, 1-41.
- Stotz, D.F., Fitzpatrick, J.W., Parker III, T.A., Moskovits, D.K. (1996). Neotropical Birds Ecology and Conservation. University of Chicago Press. EUA. 478 p.

Villaseñor, G.J.F. y Santana, C.E. (2003). El monitoreo de poblaciones: herramienta necesaria para la conservación de aves en México, En: Conservación de aves, experiencias en México, ed. Héctor Gómez de Silva y Adrián Oliveras de Ita. Edt. CIPAMEX, CONABIO, Nacional Fish and Wildlife Foundation, 224-237

WWF (2007). <http://www.worldwildlife.org/science/ecoregions.cfm>

Zaniewski, A.E., Lehmann, A., Overton, J.McC. (2002). Predicting species spatial distributions using presence-only data: a case study of native New Zealand ferns. *Ecol. Model.* **157**, 261-280.

# ANEXO 1

## Inventario avifaunístico

Orden	Familia	Subfamilia	Fuente	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación
Anseriformes	Anatidae	Anatinae	P, H	<i>Cairina moschata</i>	Pato Real	A, MMI
			P, H	<i>Anas acuta</i>	Pato Golondrino	A
			P, H	<i>Anas crecca</i>	Norteño	A
Galliformes	Odontophoridae		M, H	<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa	MC, MR, MS, P, I, MMS, P
Podicipediformes	Podicipedidae		P, H	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor	P
			M, H	<i>Ardea herodias</i>	Garzón Cenizo	A, P
Ciconiiformes	Ardeidae		M, H	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	P, A
			M, H	<i>Egretta thula</i>	Garza nieva	P, A
			M, H	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera	P
		Threskiornithidae	Threskiornithinae	M, H	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis cariblanco
Falconiformes	Accipitridae	Accipitrinae	M, H	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Negro	MMI, MMS, I
			M, H	<i>Cathartes aura</i>	Aura Cabecirroja	MC, MR, MS, P, A
			H	<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán Pescador	A
			M, H	<i>Elanus leucurus</i>	Milano Coliblanco	P
			P, H	<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán Rastrero	A, I, MMI
Falconiformes	Accipitridae	Accipitrinae	M, H	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán Pajarero	E-P, P
			M, H	<i>Accipiter cooperi</i>	Gavilán de Cooper	E-P, P
			M, H	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla de Harris	MMI, MC, I, P, A
			P, H	<i>Buteo lineatus</i>	Aguililla	I
			P, H	<i>Buteo platypterus</i>	Pechirroja	P
			M, H	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	MMI, MC, I, P, A

Tabla 1. Especies registradas durante todo el estudio.

Orden	Familia	Subfamilia	Fuente	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación
Falconiformes	Accipitridae	Accipitrinae	H	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla Aura	MMI, MC, I
			M, H	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Colirroja	MMI, MC, I, A, PI, E-P
			P, H	<i>Buteo regalis</i>	Aguililla Real	MC
			P, H	<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila Real	P, MMI, MC
	Falconidae	Falconinae	M, H	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Común	MMS, MMC
			M, H	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	MC, MMI, MS
			H	<i>Falco columbarius</i>	Esmerejón	P
			H	<i>Falco femoralis</i>	Halcón Aplomado	P, I
			H	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	MMI, MC, I, MR, P
			H	<i>Falco mexicanus</i>	Halcón Pradeño	MMI, MC, I, MR, P, A
Gruiformes	Rallidae			Gallareta		
		M, H	<i>Fulica americana</i>	Americana	P, A	
	Heliornithidae		H	<i>Heliornis fulica</i>	Pájaro-cantil	P
Charadriiformes	Charadriidae	Charadriinae	H	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo Gris	P
			H	<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dorado americano	P
			M, H	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito Tildio	P
			P, H	<i>Charadrius montanus</i>	Chorlito Llanero	P
	Recurvirostridae		P, H	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelero americano	A, MMI
			P, H	<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta Americana	MMI
			M, H	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	A

Tabla 1. Continuación

Orden	Familia	Subfamilia	Fuente	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación
Charadriiformes	Scolopacidae	Scolopacinae	P, H	<i>Tringa solitaria</i>	Playero Solitario	A, MMI, P
			P, H	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla Menor	P
			H	<i>Bartramia longicauda</i>	Zarapito Ganga	P, A,
			H	<i>Limosa fedoa</i>	Picopando Canelo	A
			P, H	<i>Calidris pusilla</i>	Semipalmado	P
			P, H	<i>Calidris minutilla</i>	Playerito Minimo	A, MMI, A
			H	<i>Calidris melanotus</i>	Playero Pectoral	A
			P, H	<i>Gallinago gallinago</i>	Agachona Común	A, P
Columbiformes	Columbidae		M, H	<i>Columba livia</i>	Paloma Doméstica	C
			H	<i>Patagioenas fasciata</i>	Paloma Encinera	E-P, PI MC, MR, MS, P, I, MMS, P,
			M, H	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Aliblanca	A
			M, H	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	MMI, MC, MR, I MMI, MC, MMS, MS, MR,
			M, H	<i>Columbina inca</i>	Tórtola Colilarga	A, P, I, C
			P, H	<i>Columbina passerina</i>	Tortola común	I
			P, N	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	MMI, MC, I
Cuculiformes	Cuculidae	Cuculinae	H	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuco Piquiamarillo	A
			H	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cuco Piquinegro	MS
		Neomorphae	M, H	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos Mayor	MC, MR, MS, P, I, MMS, P
Strigiformes	Strigidae		P, H	<i>Micrathene whitneyi</i>	Tecolotito Enano	P
			P, H	<i>Athene cunicularia</i>	Búho Llanero	P

Tabla 1. Continuación

Orden	Familia	Subfamilia	Fuente	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Chordeilinae	P, H	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor	I
			M, H	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibri Piquiancho	MC, MR, MS, P, I, MMS, P
			H	<i>Hylocharis leucotis</i>	Colibri Orejiblanco	E-P, E, P
			P, H	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibri-serrano Gorjazul	MMI
			P, H	<i>Eugenes fulgens</i>	Colibri magnifico	I, MMI
Apodiformes	Trochilidae	Trochilinae	H	<i>Calothorax lucifer</i>	Tijereta norteña	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS
			P, H	<i>Archilochus colubris</i>	Colibri Gorjirrubí	I, E
			H	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibri Barbinegro	MC, MR, MS, P, I, MMS, P
			H	<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador Coliancho	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS, E-P, P
			H	<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador Rufo	MMI, MC, MR, E-P, PI
			H	<i>Selasphorus sasin</i>	Zumbador de allen	MMI, MC, MR, E-P, PI
Coraciiformes	Alcedinidae	Cerylinae	P, H	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín-pescador Collarejo	A
			P, H	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín-pescador Norteño	MC
			H	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín-pescador Verde	A
Piciformes	Picidae	Picinae	P, H	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Arlequin	I

Tabla 1. Continuación

Orden	Familia	Subfamilia	Fuente	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación		
Piciformes	Picidae	Picinae	M, H	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Frentidorado	MC, MR, MS, P, A		
			H	<i>Sphyrapicus thyroideus</i>	Chupasavia de Williamson	E-P, E		
			H	<i>Sphyrapicus varius</i>	Chupasavia Ventre-amarillo	E-P, E		
			P, H	<i>Sphyrapicus nuchalis</i>	Chupasavia Pechirroja	MC		
			M, H	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Listado Carpintero-velloso	MC, MR, MS, P, A		
			H	<i>Picoides villosus</i>	Mayor Varpintero	P-E, PI MMI, MC, MR, I, A,		
			M, H	<i>Colaptes auratus</i>	Collarejo	P, MS, MMS, E-P, P		
				Elaeniinae	P, H	<i>Campptostoma imberbe</i>	Mosquerito Lampiño Norteño	P, MC, MMI
					H	<i>Contopus cooperi</i>	Pibí Boreal	E-P
					H	<i>Contopus pertinax</i>	Pibí Mayor	E-P
Passeriformes	Tyrannidae	Fluvicolinae	H	<i>Contopus sordidulus</i>	Pibí Occidental	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS, E-P, P		
			P, H	<i>Empidonax virescens</i>	Mosquero Verdoso	MC		
			H	<i>Empidonax trailii</i>	Mosquero Saucero	P, MMI		
			P, H	<i>Empidonax albigularis</i>	Mosquero Gorjiblanco	MMI, E		
			H	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero Mínimo	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS, E-P, P		

Tabla 1. Continuación.

Orden	Familia	Subfamilia	Fuente	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación
Passeriformes	Tyrannidae	Fluvicolinae	H	<i>Empidonax hammondii</i>	Mosquero de Hammond	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS, E-P, P
			H	<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquero Gris	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMSE
			P, H	<i>Empidonax oberholseri</i>	Mosquero Oscuro	A, MC, I
			H	<i>Empidonax affinis</i>	Mosquero Pinero	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS, E-P, P
			H	<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero Barranqueño	E-P, A
			H	<i>Empidonax fulvifrons</i>	Mosquero Pechicnelo	P, A, E-P
			M, H	<i>Sayornis nigricans</i>	Mosquero negro	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS
			M, H	<i>Sayornis phoebe</i>	Mosquero Fibi	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS
			M, H	<i>Sayornis saya</i>	Mosquero Llanero	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS
			M, H	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS
			H	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Copetón Gorjicenizo	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS, E-P, P
			H	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS, E-P, P
			M, H	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS

Tabla 1. Continuación.

Orden	Familia	Subfamilia	Fuente	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación
Passeriformes	Tyrannidae	Tyranninae	M, H	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	MC, MR, MS, P, I, MMS, P
			M, N	<i>melancholicus</i>	Tirano Tropical	MMI, MC, I
			P, H	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano de Cassin	P, E
			P, H	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Occidental	MC
			M, N	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano Viajero	MMI, A
			M, H	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano-tijereta Rosado	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS, E-P, P
	Laniidae		M, H	<i>Lanius ludovicianus</i>	Lanio Americano	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS
	Vireonidae		M, H	<i>Vireo bellii</i>	Vireo de Bell	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS
	H	<i>Vireo cassinii</i>	Vireo de Cassin	E-P		
	H	<i>Vireo huttoni</i>	Vireo de Hutton	E-P, PI		
	H	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo Gorjeador	MMI		
	Corvidae		H	<i>Cyanolyca pumilo</i>	Gorriazul de Niebla	MC, MR, MS, P, I, MMS, P, A
	M, H	<i>Aphelocoma coerulescens</i>	Chara Azuleja	MC, MR, MS, P, A, PI, E-P		
	M, H	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara Pechigris	MC, MR, MS, P, A, PI, E-P		
	H	<i>Corvus cryptoleucus</i>	Cuervo Llanero	MC, MR, MS, P, I, MMS, E- P, P		
	M, H	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Grande	MC, MR, MS, P, I, MMS, E- P, P		
	Alaudidae		M, H	<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra Cornuda	MC, MR, I, MMS, MS, P, A

Tabla 1. Continuación.

Orden	Familia	Subfamilia	Fuente	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación	
Passeriformes	Hirundinidae	Hirundininae	H	<i>Progne subis</i>	Martín Azul	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS, E-P, P	
			H	<i>Tachycineta bicolor</i>	Arbolera	MC, MR, MS, MMI, P, I, MMS, E-P, P	
			P, H	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina Cariblanca	A, MC, MMI	
			M, H	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina-aliserrada Norteña	MC, MR, MS, P, I, MMS, P, A	
			H	<i>Riparia riparia</i>	Ribereña	A	
			H	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina Risquera	MC, MR, MS, MMI, P, I, MMS, P, A	
			H	<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina Pueblera	MC, MR, MS, MMI, P, I, MMS, P, A	
			M, H	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Ranchera	MC, MR, MS, P, I, MMS, P, A	
	Paridae			H	<i>Poecile sclateri</i>	Paro Mexicano	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS, E-P, P
				H	<i>Baeolophus wollweberi</i>	Paro Embridado	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS, E-P, P
	Remizidae			M, H	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	MC, MMI, MR, P
	Aegithalidae			P, H	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	I, MMI, P
	Sittidae	Sittinae		H	<i>Sitta carolinensis</i>	Saltapalos Pechiblanco	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS, E-P, P
	Certhiidae	Certhiinae		H	<i>Certhia americana</i>	Trepador americano	E-P

Tabla 1. Continuación.

Orden	Familia	Subfamilia	Fuente	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación	
Passeriformes	Troglodytidae		M, H	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca desértica Saltapared	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS	
			P, H	<i>Salpinctes obsoletus</i>	Roquero Saltapared	MMI, A, P	
			M, H	<i>Catherpes mexicanus</i>	Barranquero	MMI, I	
			P, H	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Saltapared de Carolina	A, MMI, P	
			M, H	<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared de Bewick	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS	
						Saltapared Continental	
			P, H	<i>Troglodytes aedon</i>	Gorjicafé	A, MMI	
	Troglodytidae		H	<i>Cistothorus platensis</i>	Saltapared Sabanero	P	
			H	<i>Cistothorus palustris</i>	Saltapared Pantanero	A	
	Regulidae		M, H	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo Sencillo	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS, E-P, P	
	Sylviidae	Polioptilinae	M, H	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita Grisilla	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS, E-P, P	
			M, H	<i>Polioptila melanura</i>	Perlita Colinegra	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS, E-P, P	
Turdidae		M, H	<i>Sialia sialis</i>	Azulejo Gorjicanelo	MC, MR, I, MMS, MS, PI, A		
		P, H	<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo Gorjazul	MC, MMI, A		

Tabla 1. Continuación.

Orden	Familia	Subfamilia	Fuente	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación	
Passeriformes	Turdidae		H	<i>Sialia currucoides</i>	Azulejo Palido	MC, MR, I, MMS, MS, PI, A	
			H	<i>Myadestes townsendi</i>	Clarín Norteño	MC, MR, MS, P, I, MMS, E-P, P	
			H	<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín Jilguero	MC, MR, MS, P, I, MMS, E-P, P	
			H	<i>Catharus ustulatus</i>	Swainson	E-P, PI	
			H	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzalito Colirrufo	E-P, PI	
			M, N	<i>Turdus grayi</i>	Zorzal pardo	A	
			P, H	<i>Turdus assimilis</i>	Zorzal Gorjiblanco	E	
			P, H	<i>Turdus migratorius</i>	Zorzal Petirrojo	E	
			Mimidae			M, H	<i>Mimus polyglottos</i>
	H	<i>Oreoscoptes montanus</i>				Cuitlacoche de Artemisa	MC, MR, MS, P, I, MMS, P
	M, H	<i>Toxostoma curvirostre</i>				Cuitlacoche Piquicurvo	MC, MR, MS, P, I, MMS, P
	P, H	<i>Toxostoma crissale</i>				Cuitlacoche Crisal	I, MMI
	Motacillidae						H
			H	<i>Anthus spragueii</i>	Bisbita de Sprague		P
	Bombycillidae			M, H	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Ampelis Americano	MC, MR, I, MMS, MS, P, A
	Ptilogonatidae			H	<i>Ptilogonys cinereus</i>	Capulinero Gris	MS, PI, E-P
				M, H	<i>Phainopepla nitens</i>	Capulinero Negro	MC, MR, MS, P, A
	Peucedramidae			H	<i>Peucedramus taeniatus</i>	Chipe Ocotero	MC, MR, MS, P, I, MMS, E-P
	Parulidae			P, H	<i>Vermivora peregrina</i>	Chipe Peregrino	MMI, P

Tabla 1. Continuación.

Orden	Familia	Subfamilia	Fuente	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación
Passeriformes	Parulidae		P, H	<i>Vermivora celata</i>	Chipe Corona-naranja	MMI, A, I
			M, H	<i>Vermivora ruficapilla</i>	Chipe de Nashville	MC, MR, MS, P, I, MMS
			H	<i>Vermivora virginiae</i>	Chipe de Virginia	MC, MR, MS, P, I, MMS
			H	<i>Vermivora crissalis</i>	Chipe Colimense	MC, MR, MS, P, I, MMS
			P, H	<i>Dendroica petechia</i>	Chipe Amarillo	MC
			M, H	<i>Dendroica coronata</i>	Chipe Rabadilla-amarilla	E-P, E
			H	<i>Dendroica nigrescens</i>	Chipe Negrigris	MC, MR, MS, P, I, MMS, E-P
			H	<i>Dendroica townsendi</i>	Chipe de Townsend	MC, MR, MS, P, I, MMS, E-P
			H	<i>Dendroica occidentalis</i>	Chipe Cabeciamarillo	E-P, E
			P, H	<i>Dendroica fusca</i>	Chipe Gorjinaranja	I
			P, H	<i>Dendroica dominica</i>	Chipe Rabadilla-amarilla	I
			H	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe Trepador	MC, MR, MS, P, I, MMS, E-P
			H	<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito Migratorio	MMI
			H	<i>Seiurus noveboracensis</i>	Chipe-sulero	A, MS
			P, H	<i>Oporornis philadelphia</i>	Chique Llorón	I
			P, H	<i>Oporornis tolmiei</i>	Chipe de tolmiei	A, I
			M, H	<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe de Wilson	P, MMI, MC
	P, H	<i>Myioborus pictus</i>	Pavito Aliblanco	E		

Tabla 1. Continuación.

Orden	Familia	Subfamilia	Fuente	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación
Passeriformes	Parulidae		P, H	<i>Icteria virens</i>	Gritón Pechiamarillo	I
			H	<i>Piranga flava</i>	Tángara Encinera	E-P, PI
	Thraupidae		P, H	<i>Piranga rubra</i>	Tángara Roja	A, P
			H	<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara Occidental	E-P
			P, H	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero Collarejo Rascador	MMI, A, MMI MMI, MC, MR, I, A, P, MS,
			H	<i>Pipilo chlorurus</i>	Coliverde	MMS
			P, H	<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	Rascador ojirrojo	MMI MMI, MC, MR, I, A, P, MS,
			M, H	<i>Pipilo fuscus</i>	Rascador Arroyero	MMS
			M, H	<i>Aimophila cassinii</i>	Zacatonero de Cassin	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS
		Emberizidae	H	<i>Aimophila botterii</i>	Zacatonero de Botterii	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS
			H	<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero Cornirrufo	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS
			M, H	<i>Spizella passerina</i>	Gorrión Cejiblanco	PI, P, MMI MMI, MC, MR, I, A, P, MS,
			M, H	<i>Spizella pallida</i>	Gorrión Palido	MMS MMI, MC, MR, I, A, P, MS,
			H	<i>Spizella breweri</i>	Gorrión de Brewer	MMS
			M, H	<i>Spizella wortheni</i>	Gorrión de Worthen	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS
			P, H	<i>Spizella atrogularis</i>	Gorrión Barbinegro	MMI, P

Tabla 1. Continuación.

Orden	Familia	Subfamilia	Fuente	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación
Passeriformes	Emberizidae		P, H	<i>Pooecetes gramineus</i> <i>Chondestes</i>	Gorrión Coliblanco	S
			M, H	<i>grammacus</i>	Gorrión Arlequin	P, A, MMI MMI, MC, MR, I, A, P, MS,
			M, H	<i>Amphispiza bilineata</i> <i>Calamospiza</i>	Gorrión Gorjinegro	MMS
			H	<i>melanocorys</i> <i>Passerculus</i>	Gorrión Alipalido	MC, MR, MS, P, I, MMS, P, A
			P, H	<i>sandwichensis</i> <i>Ammodramus</i>	Gorrión sabanero	MMI
			P, H	<i>savannarum</i>	Gorrión Chapulin	I, MMI
			P, N	<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor	MC, MMI
			M, H	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	A, MMI
			H	<i>Melospiza georgiana</i> <i>Zonotrichia</i>	Gorrión Pantanero Gorrión	A
			H	<i>leucophrys</i>	Coroniblanco	MMI
			P, N	<i>Junco hyemalis</i>	Junco ojioscuro	E
			H	<i>Junco phaeonatus</i>	Junco Ojilumbre Escribano	PI, E-P
			P, H	<i>Calcarius ornatus</i>	Cuellicastaño	MMI
			M, H	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal Norteño	MC, MR, MS, P, MMS
			M, H	<i>Cardinalis sinuatus</i> <i>Pheucticus</i>	Cardenal Desértico	MC, MR, MS, P, MMS
			H	<i>melanocephalus</i>	Picogrueso Tigrillo	MC, MR, MS, P, I, MMS, P, A
			M, H	<i>Passerina caerulea</i>	Picogrueso Azul	MC, MR, MS, P, I, MMS, P, A
			H	<i>Passerina amoena</i>	Colorín Lazulita	MC, MR, MS, P, I, MMS, P
			P, H	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín Azul	MMI

Tabla 1. Continuación.

Orden	Familia	Subfamilia	Fuente	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación	
Passeriformes	Cardinalidae		M, H	<i>Passerina versicolor</i>	Colorín Morado	MC, MR, MS, P, I, MMS, P	
			P, H	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	P MC	
	Icteridae		M, N	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	P, A	
			P, H	<i>Sturnella magna</i>	Pradero Común	MMI	
			M, H	<i>Sturnella neglecta</i>	Pradero Occidental	MMI	
			H	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Tordo Cabeciamarillo	A	
			H	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo de Brewer	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS	
			M, H	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS	
			M, H	<i>Molothrus aeneus</i>	Vaquero Ojirrojo	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS	
			M, H	<i>Molothrus ater</i>	Vaquero Cabecicafé	MMI, MC, MR, I, A, P, MS, MMS	
			P, H	<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de Wagler	I	
			P, H	<i>Icterus spurius</i>	Bolsero Castaño	MMI, A, P	
			P, H	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero Cumulado	MC, MMI	
			P, H	<i>Icterus bullockii</i>	Bolsero de Bullock	A, I, MMI	
			H	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore	MS, PI, E-P	
			P, H	<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero Tunero	MMI, A, MC	
		Fringilidae	Carduelinae	H	<i>Carpodacus cassinii</i>	Fringílido de Cassin	MC, MR, MS, P, I, MMS, E-P

Tabla 1. Continuación.

Orden	Familia	Subfamilia	Fuente	Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación	
Passeriformes			M, H	<i>Carpodacus</i>	Fringílido	MC, MR, MS, P, I, MMS, P,	
				<i>mexicanus</i>	Mexicano	A	
			M, H	H	<i>Carduelis pinus</i>	Dominico Pinero	MC, MR, MS, P, I, MMS, E- P, P
						<i>Carduelis psaltria</i>	Dominico Dorsioscuro
	Passeridae	M, H	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	C		

Tabla 1. Continuación.

#### Fuente

M= Con modelos de distribución potencial generado en el presente trabajo.

H= Presencia de la especie predicha por Howell y Webb (1995) para la zona de estudio.

P= Pocos registros y sin modelo de distribución potencial generado.

N= No reportado en la literatura para la zona de estudio, registro nuevo.

#### Tipo de vegetación

MC= Matorral cracicaule.

MR= Matorral rosetófilo.

MS= Matorral submontano.

MMS= Matorral micrófilo subinermes.

E-P= Encino-pino.

A= Agricultura.

I= Isotal.

P= Pastizal.

MMI= Matorral micrófilo inermes.

# ANEXO 2

## Modelos de distribución potencial

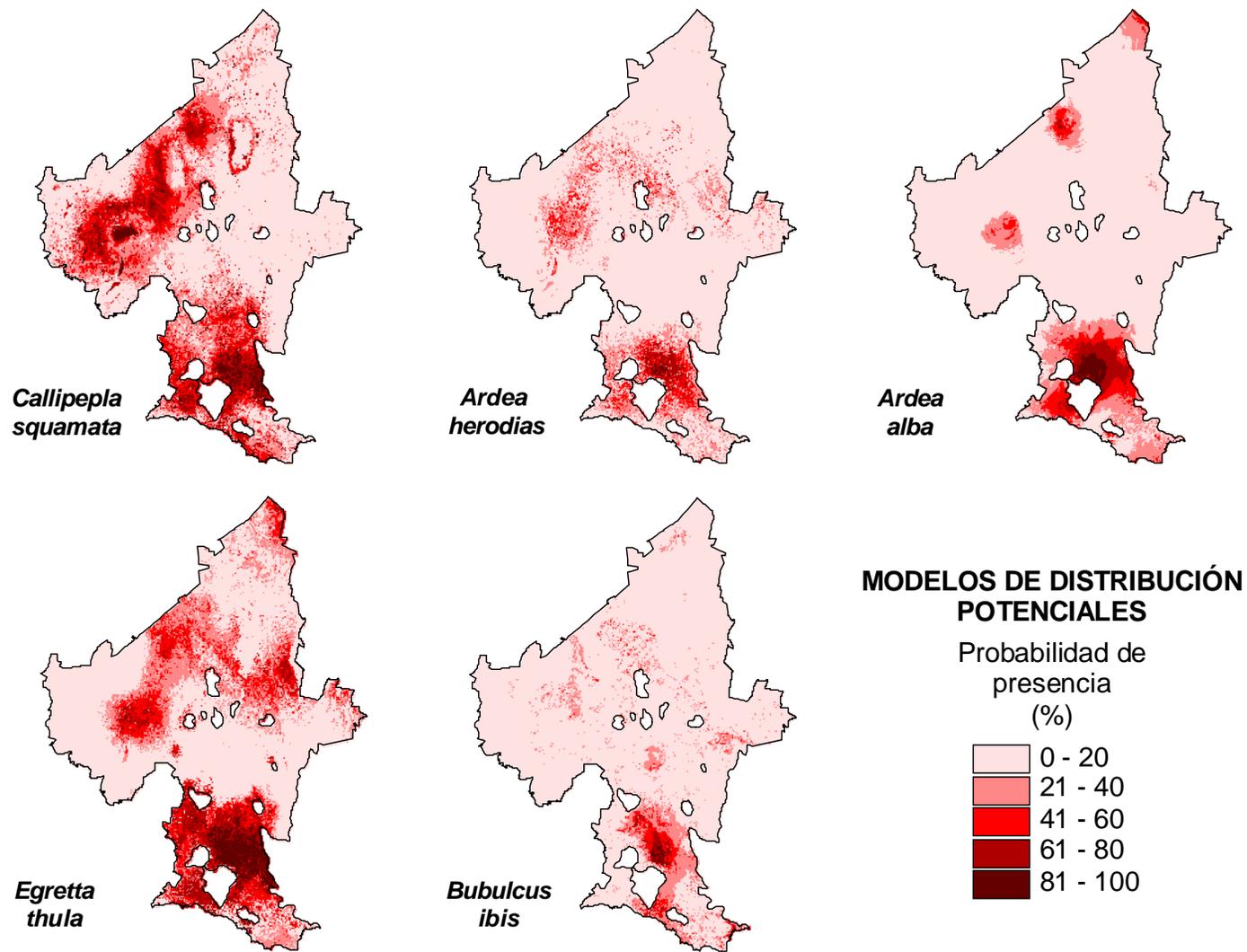


Fig. 1. Modelos de distribución potenciales

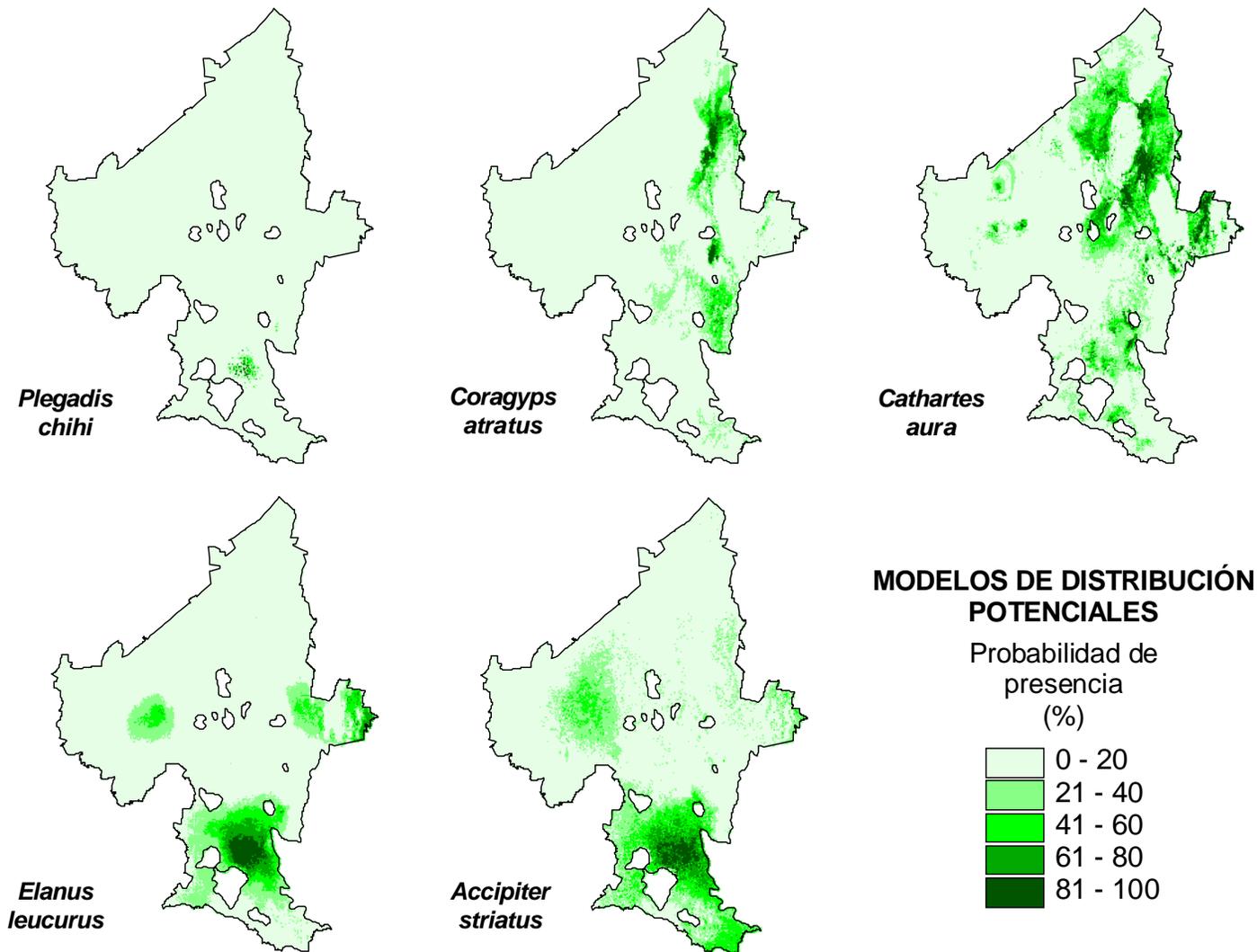


Fig. 1. Continuación.

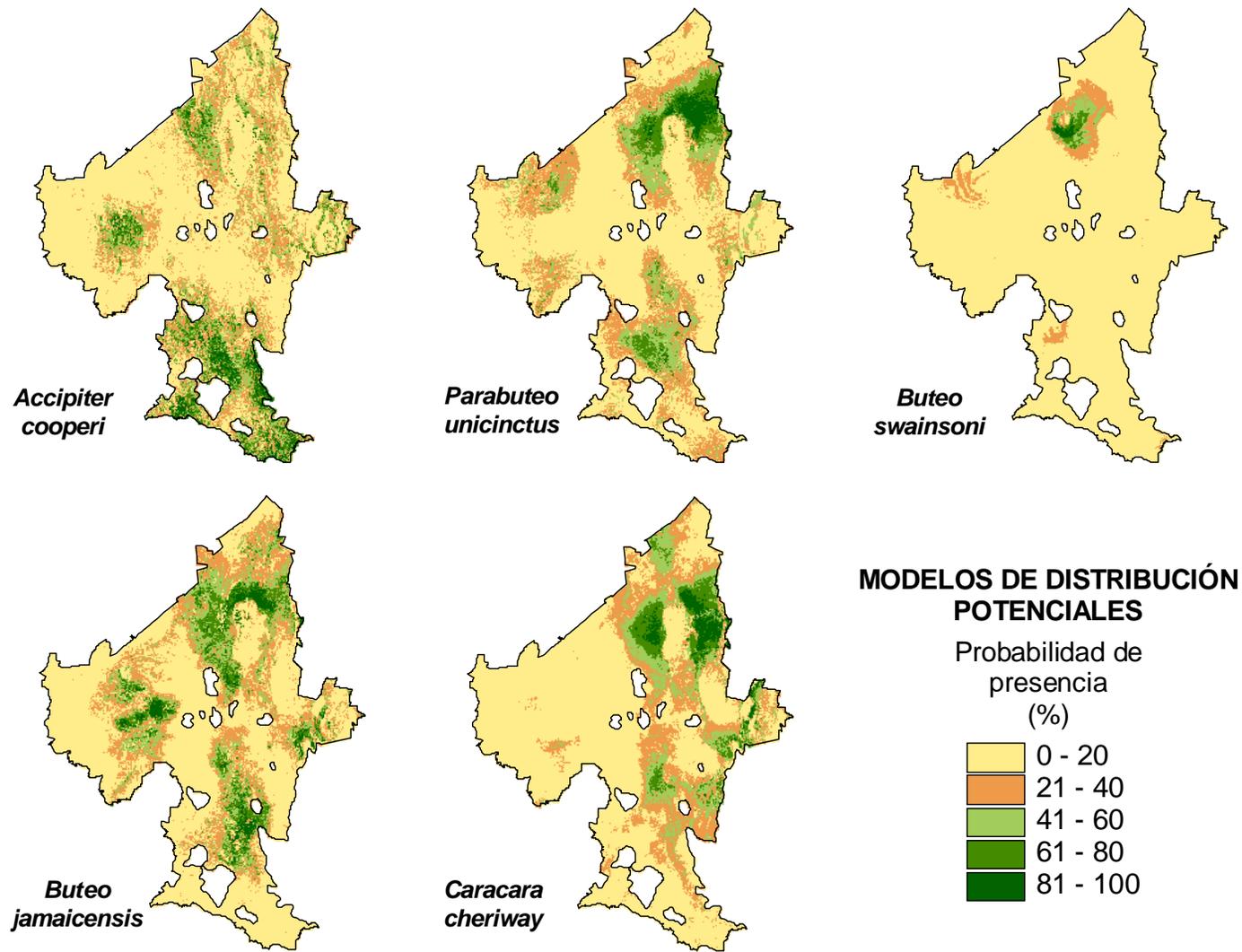


Fig. 1. Continuación.

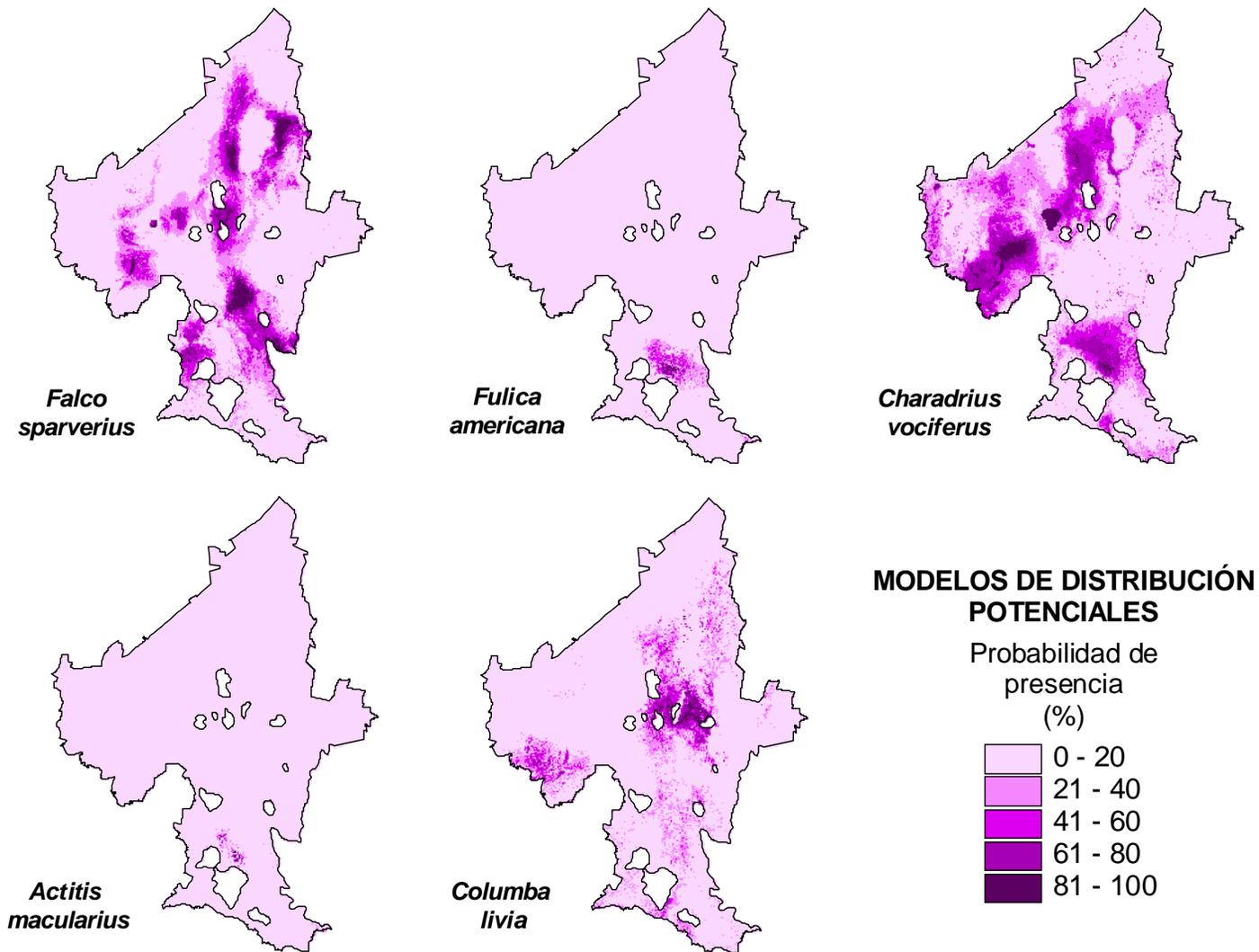


Fig. 1. Continuación.

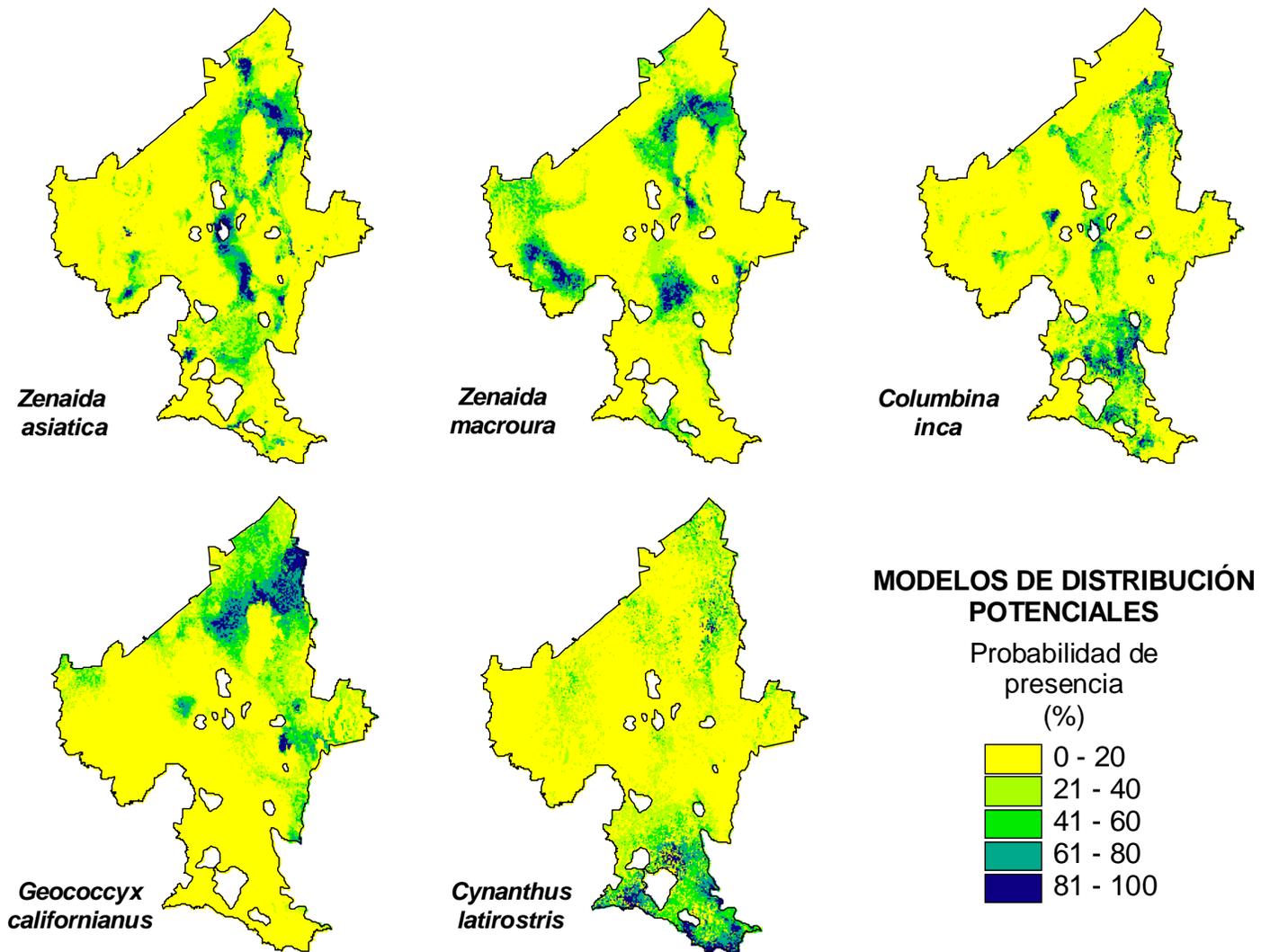


Fig. 1. Continuación.

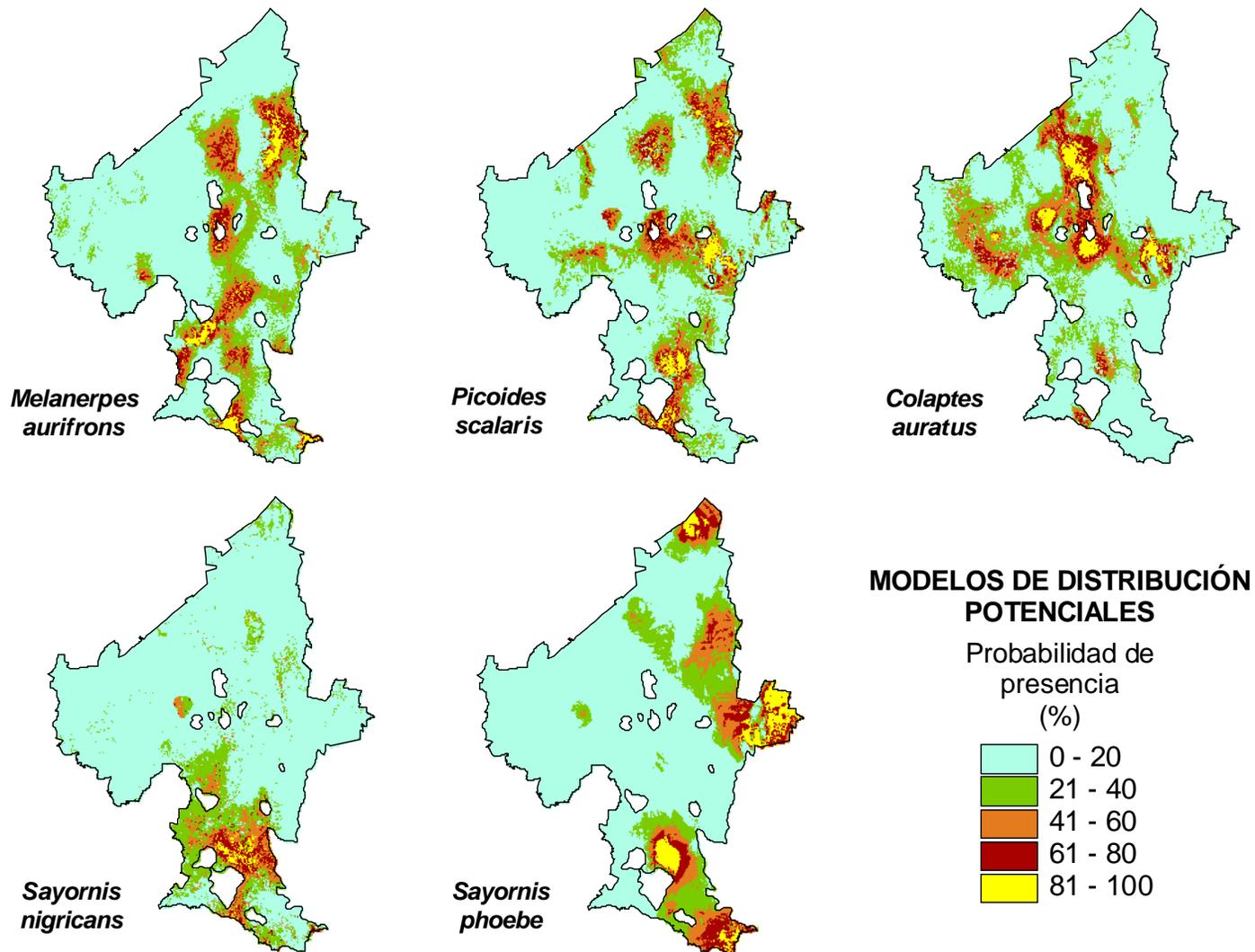


Fig. 1. Continuación.

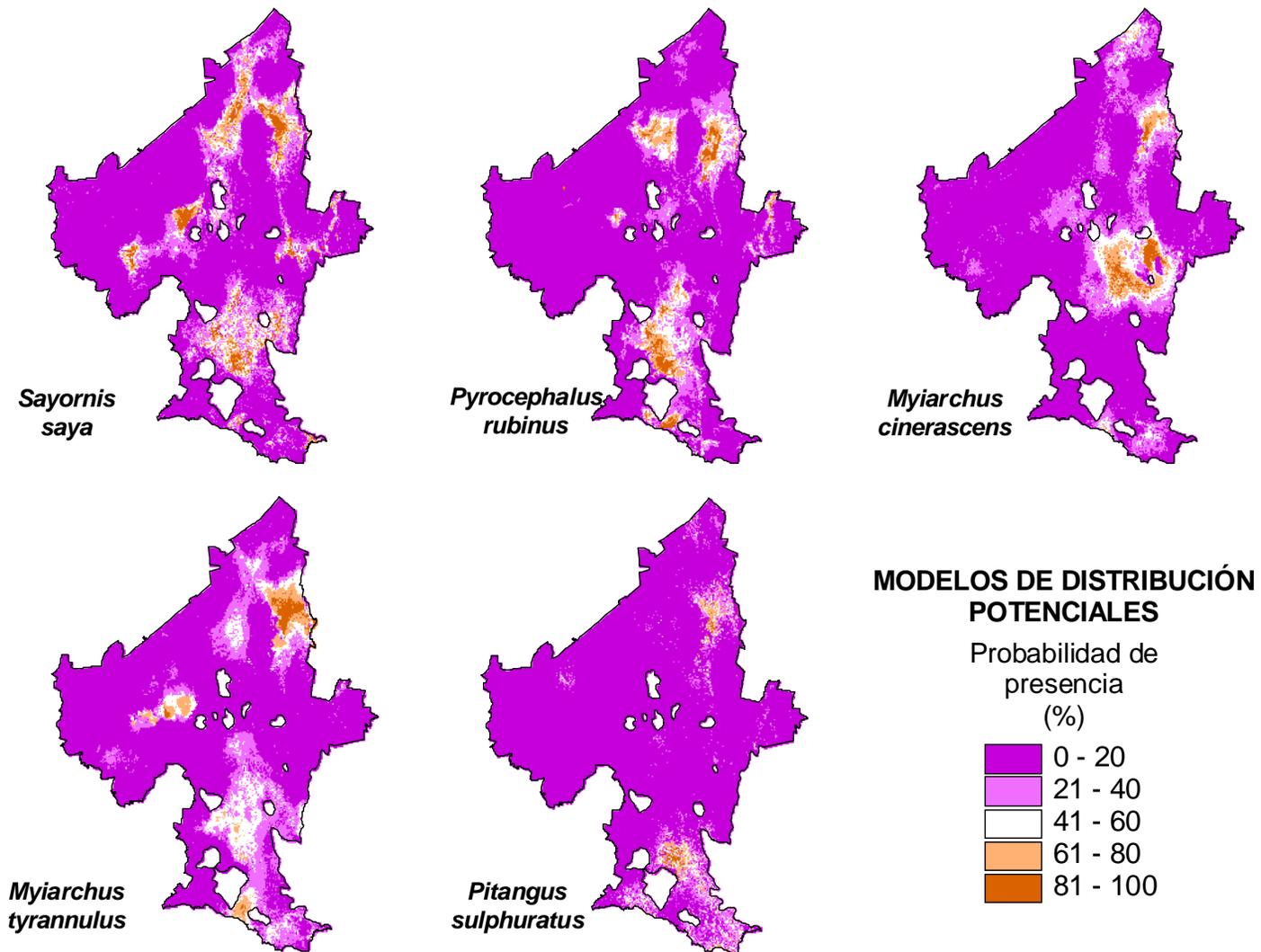


Fig. 1. Continuación.

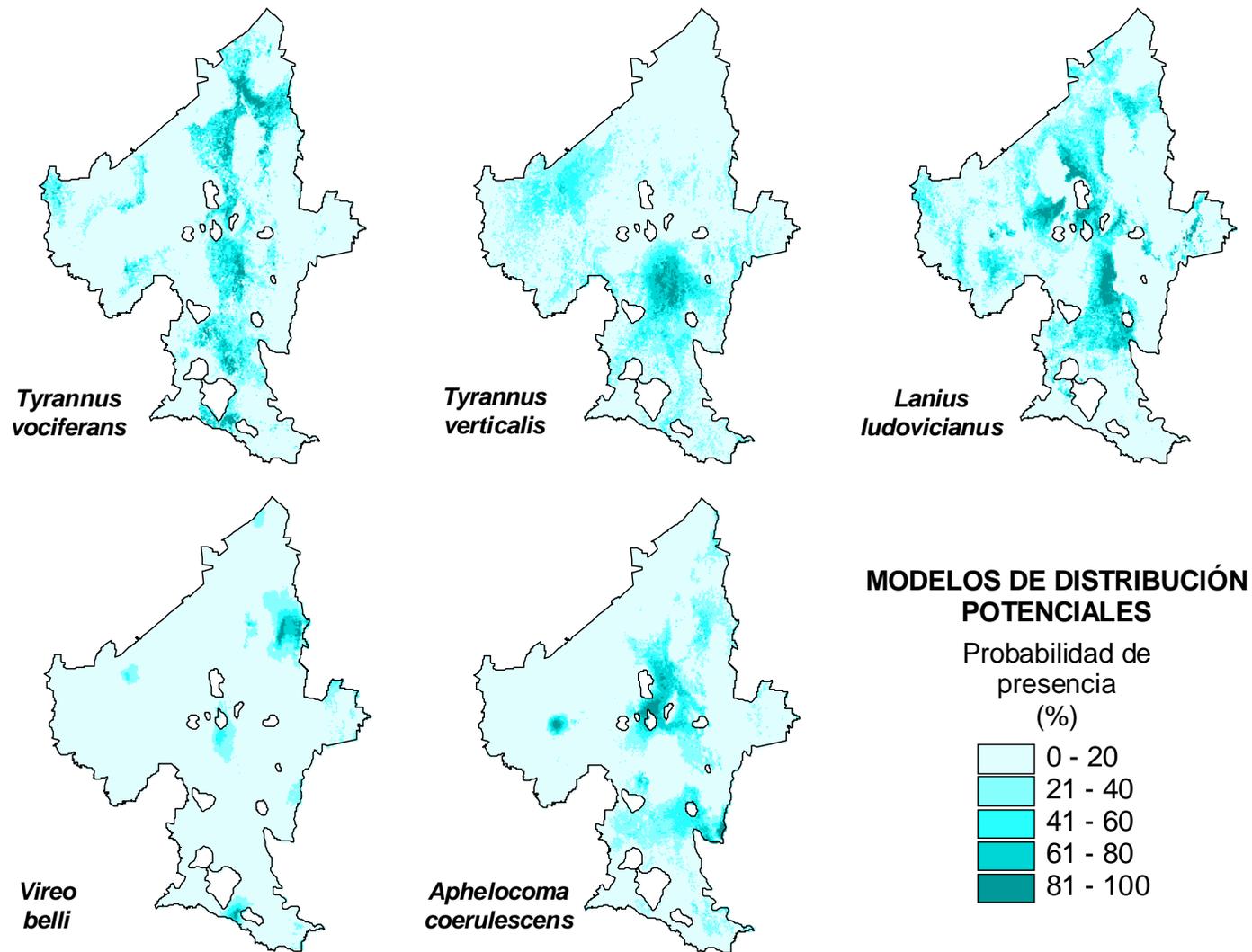


Fig. 1. Continuación.

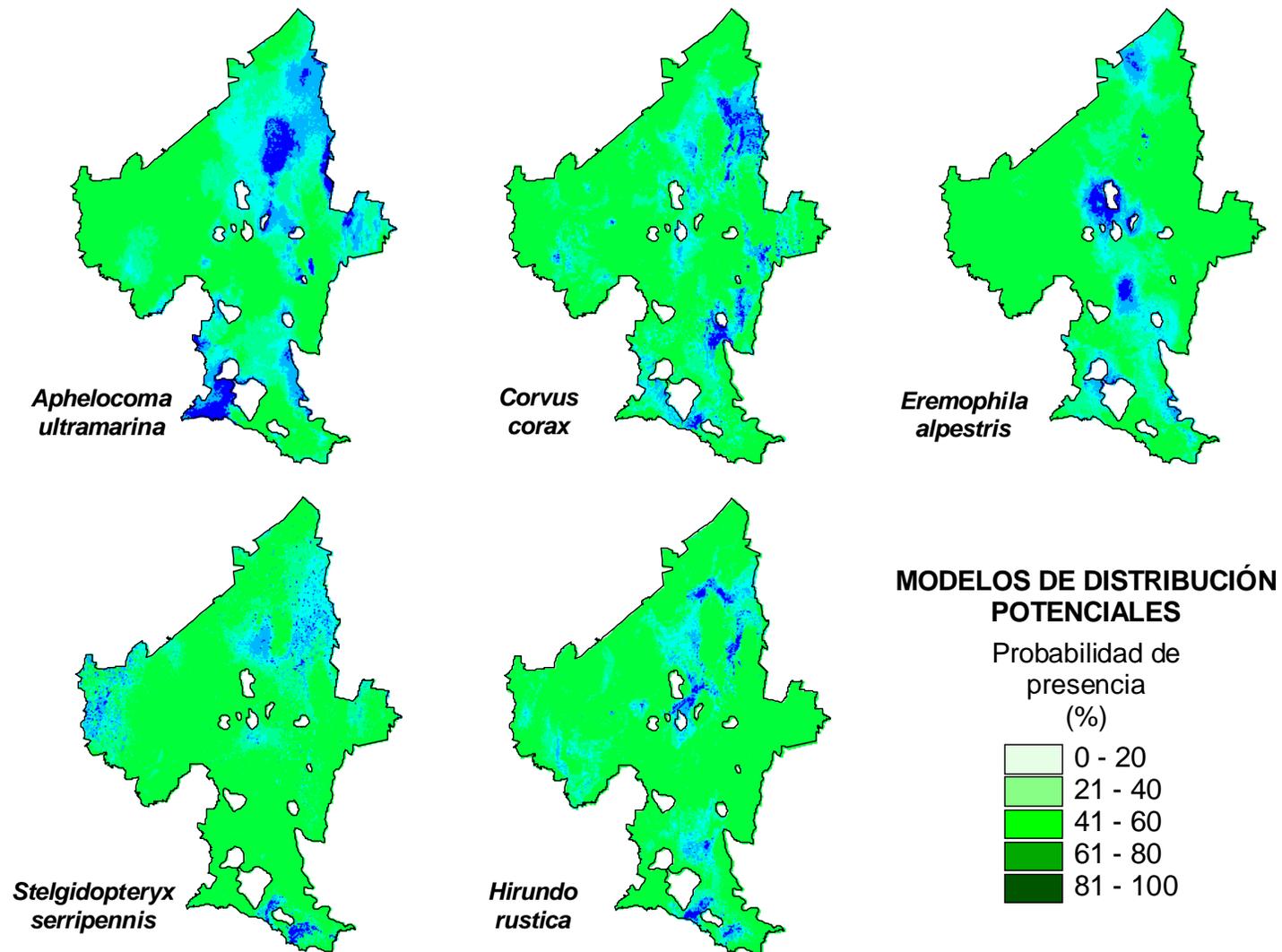


Fig. 1. Continuación.

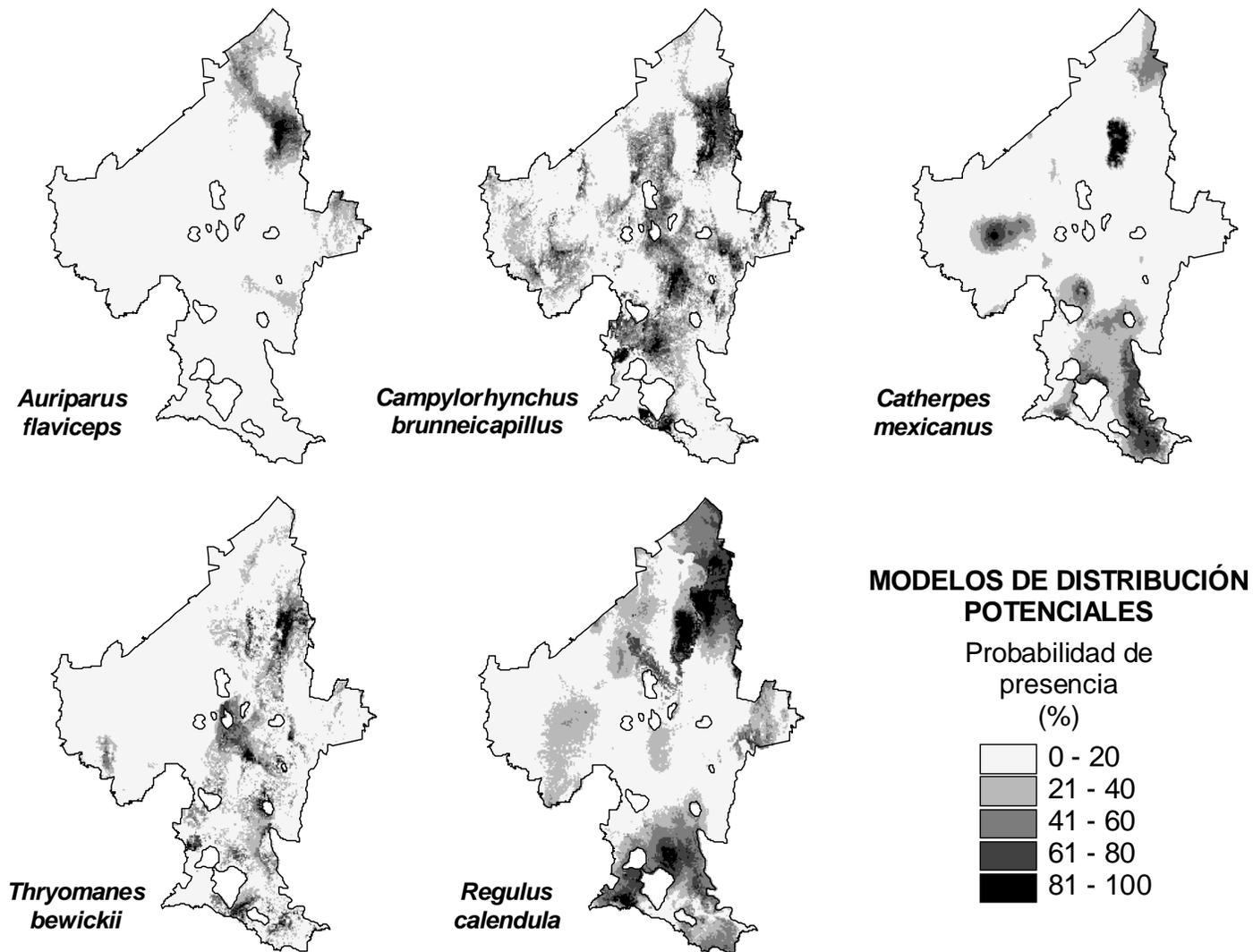


Fig. 1. Continuación.

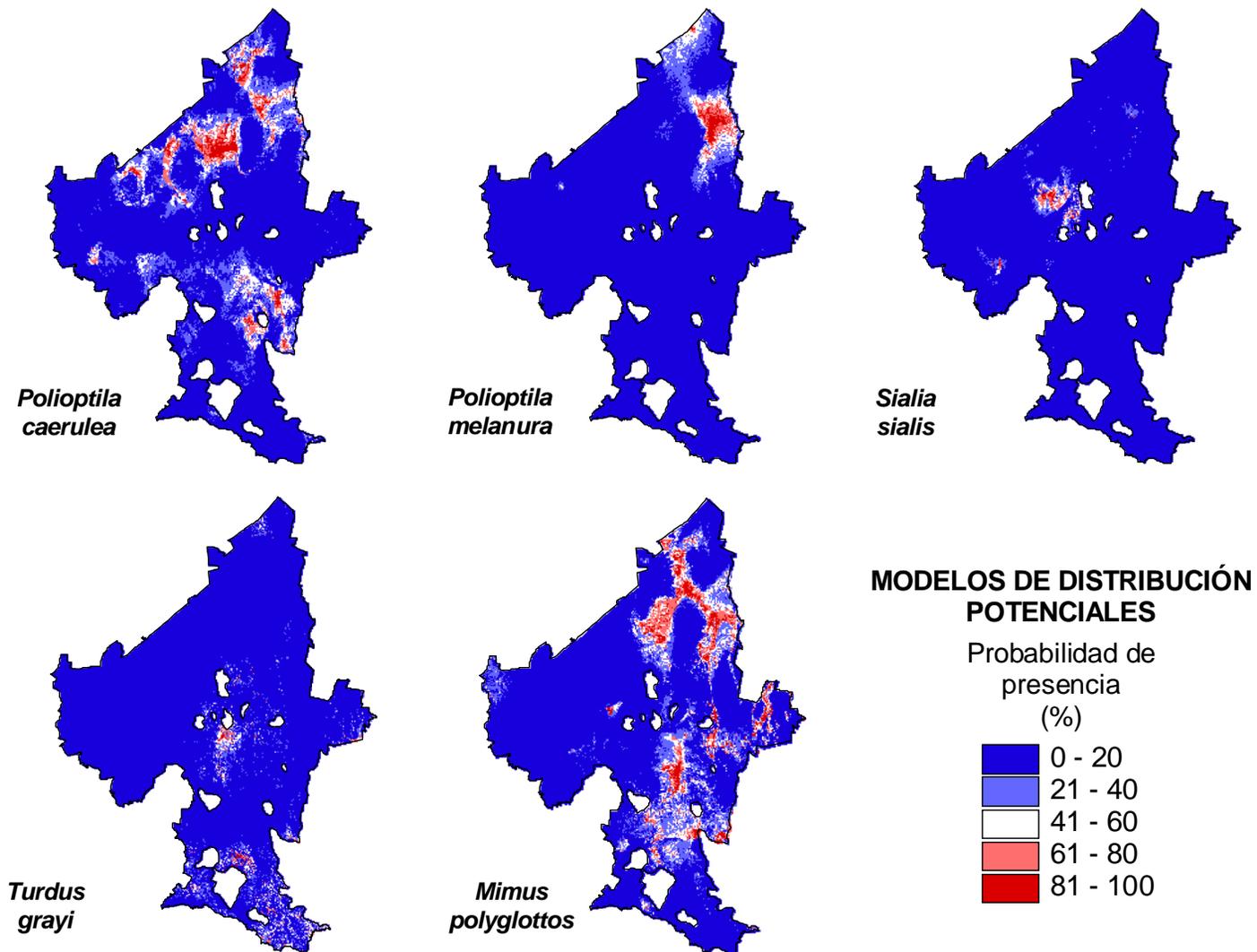


Fig. 1. Continuación.

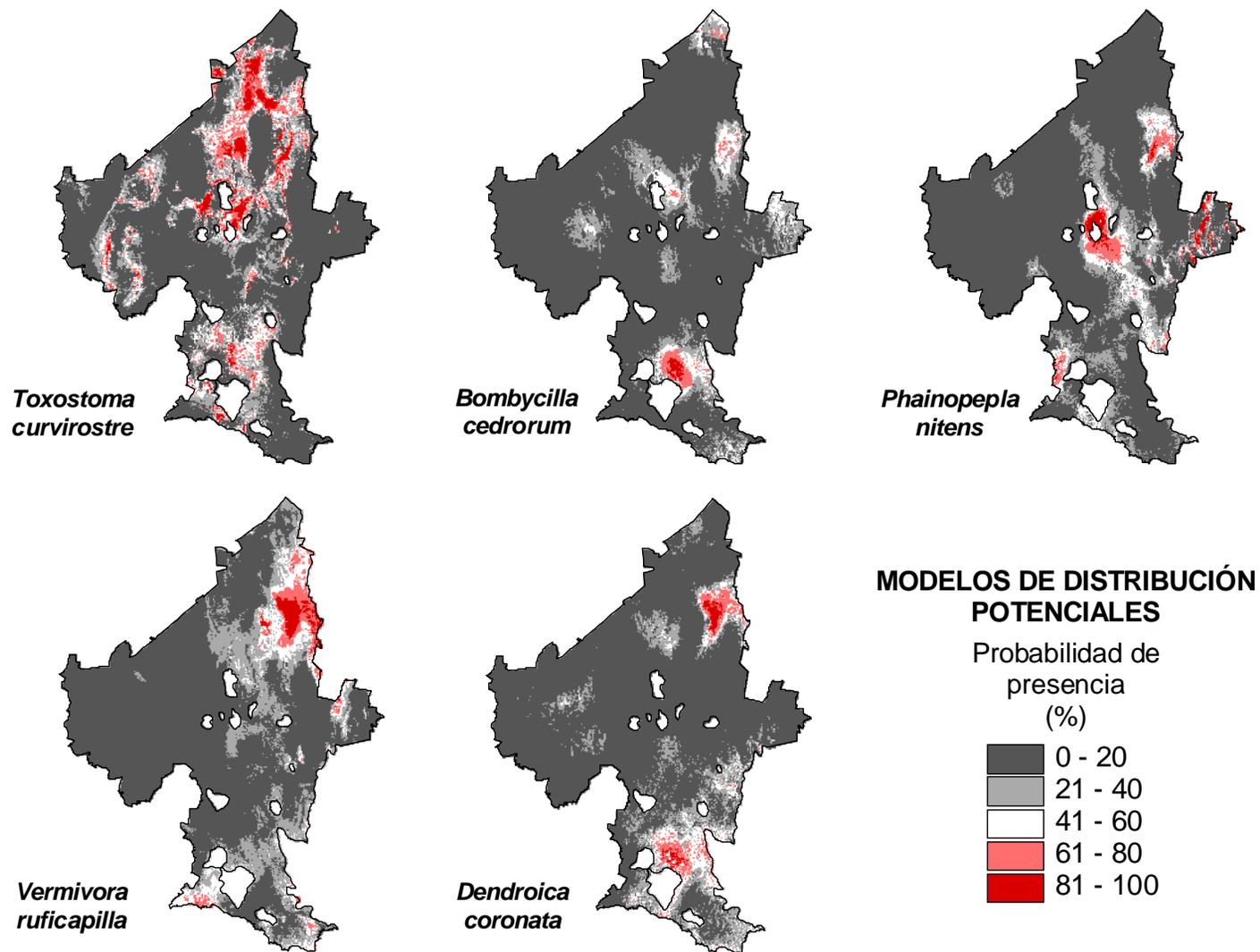


Fig. 1. Continuación.

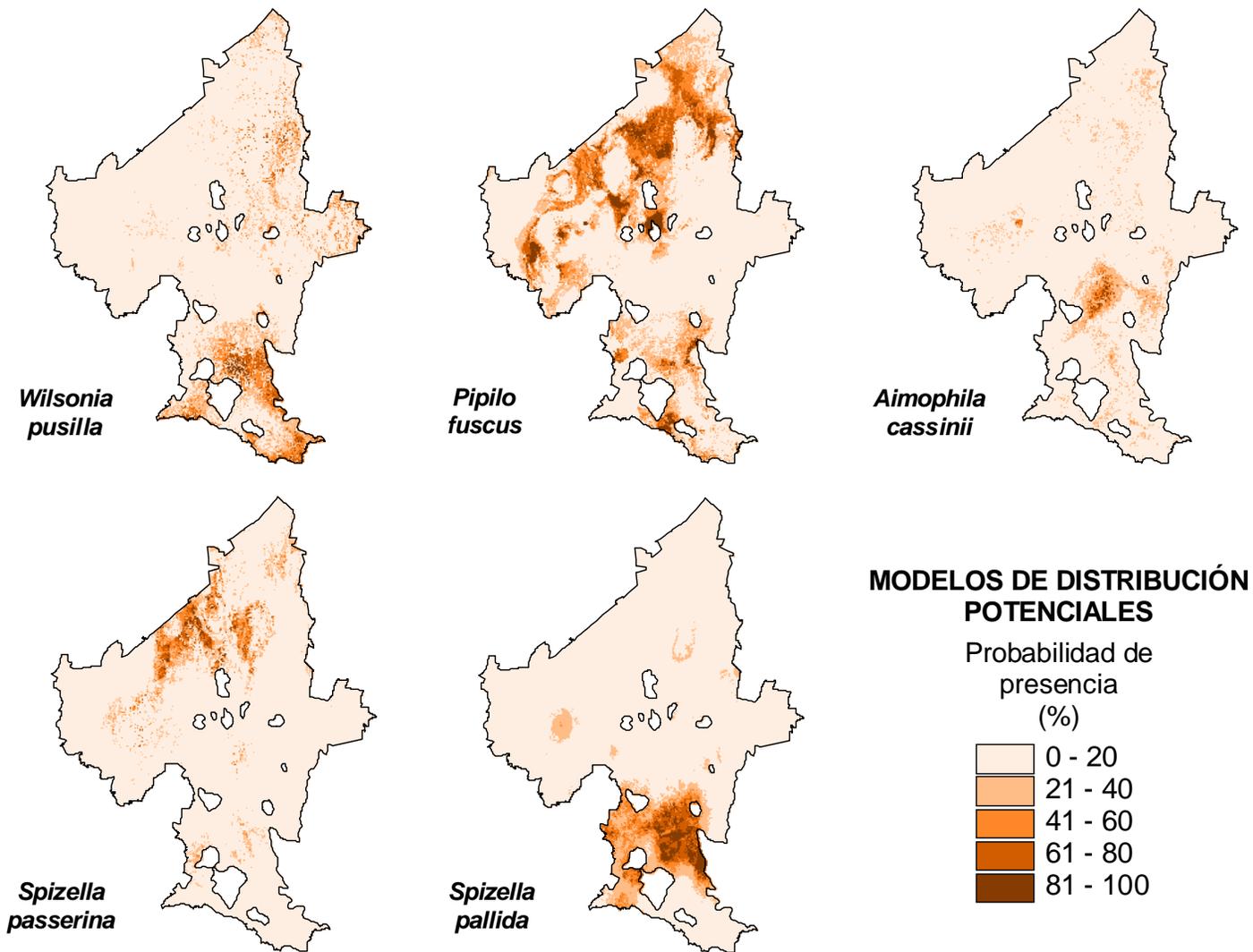


Fig. 1. Continuación.

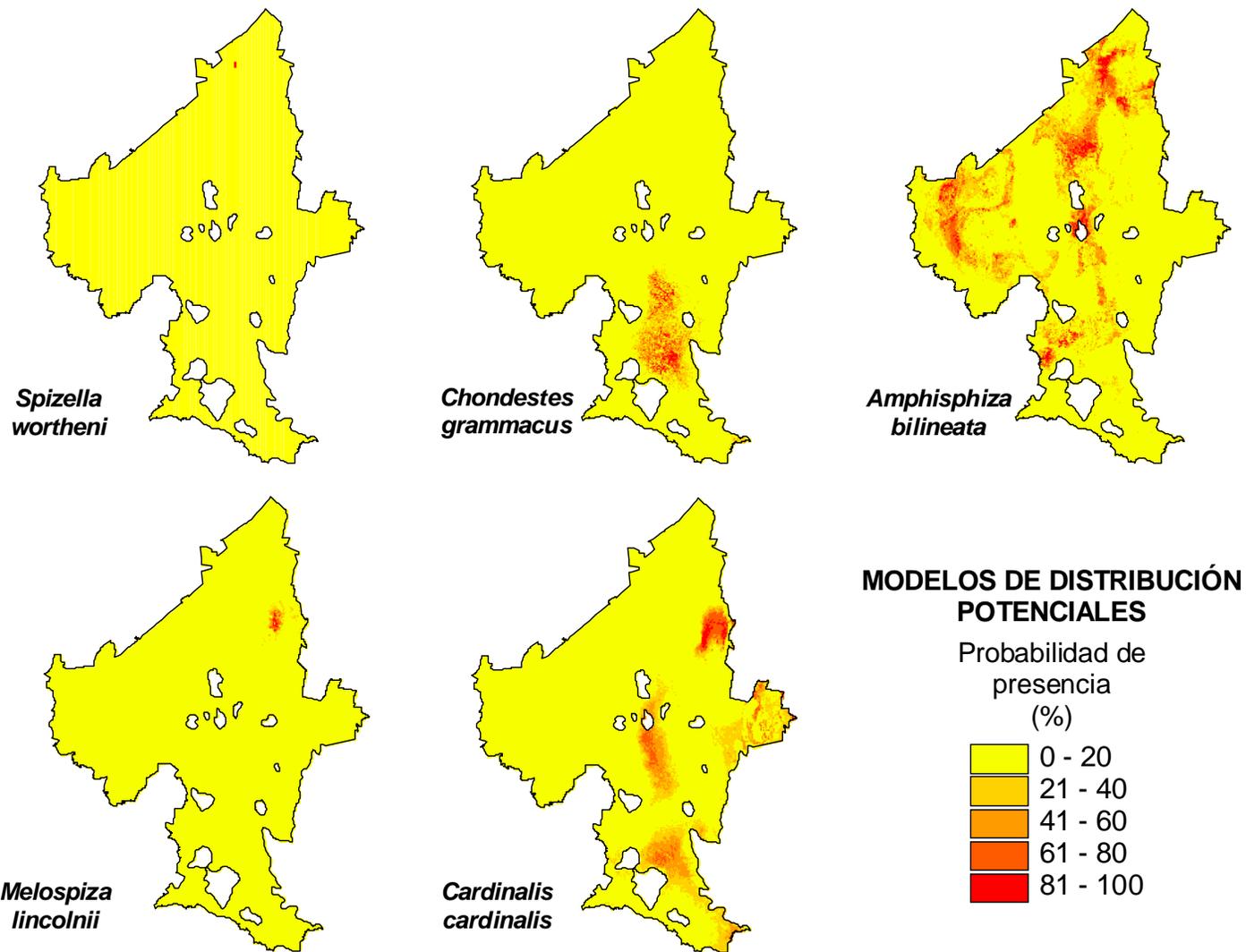


Fig. 1. Continuación.

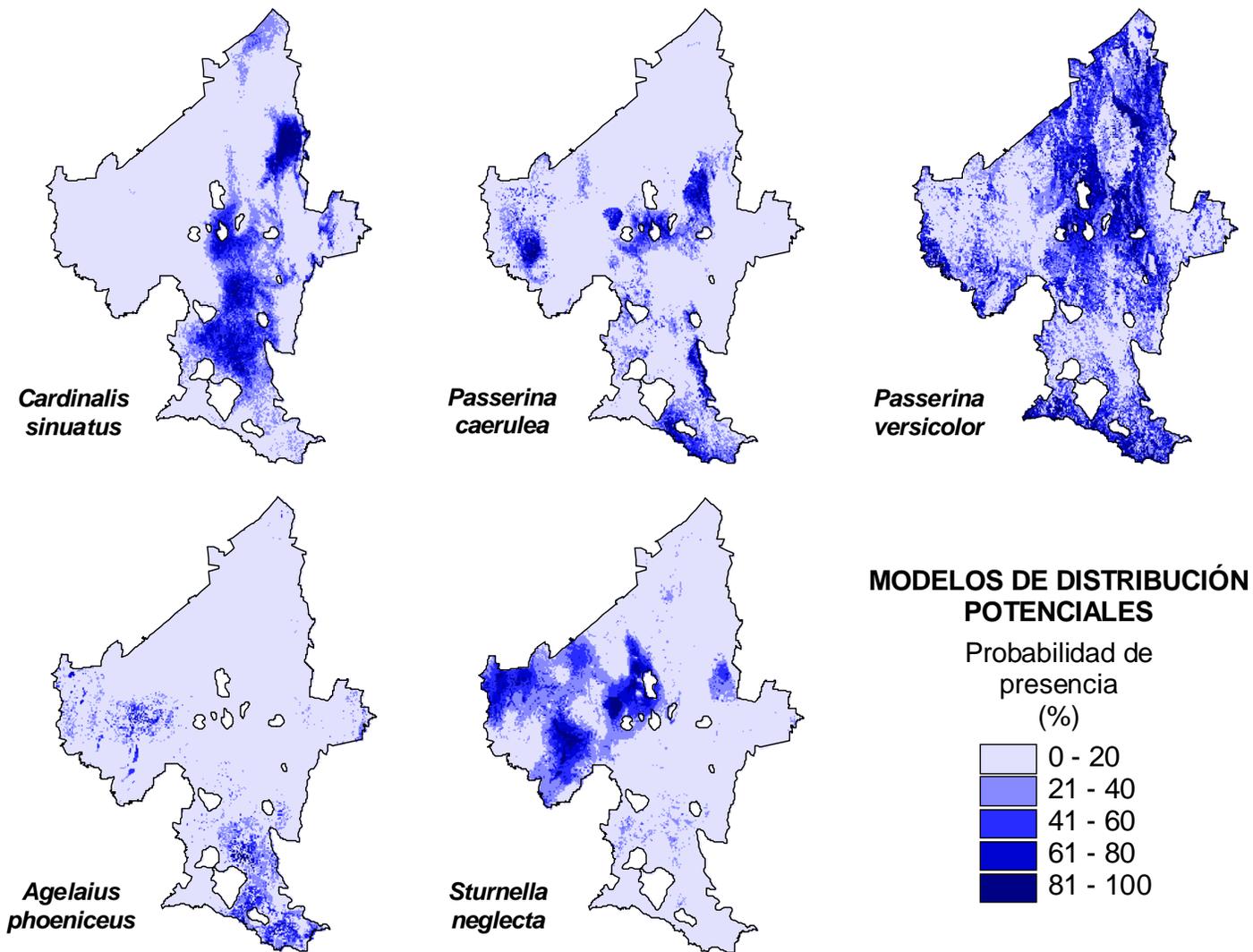


Fig. 1. Continuación.

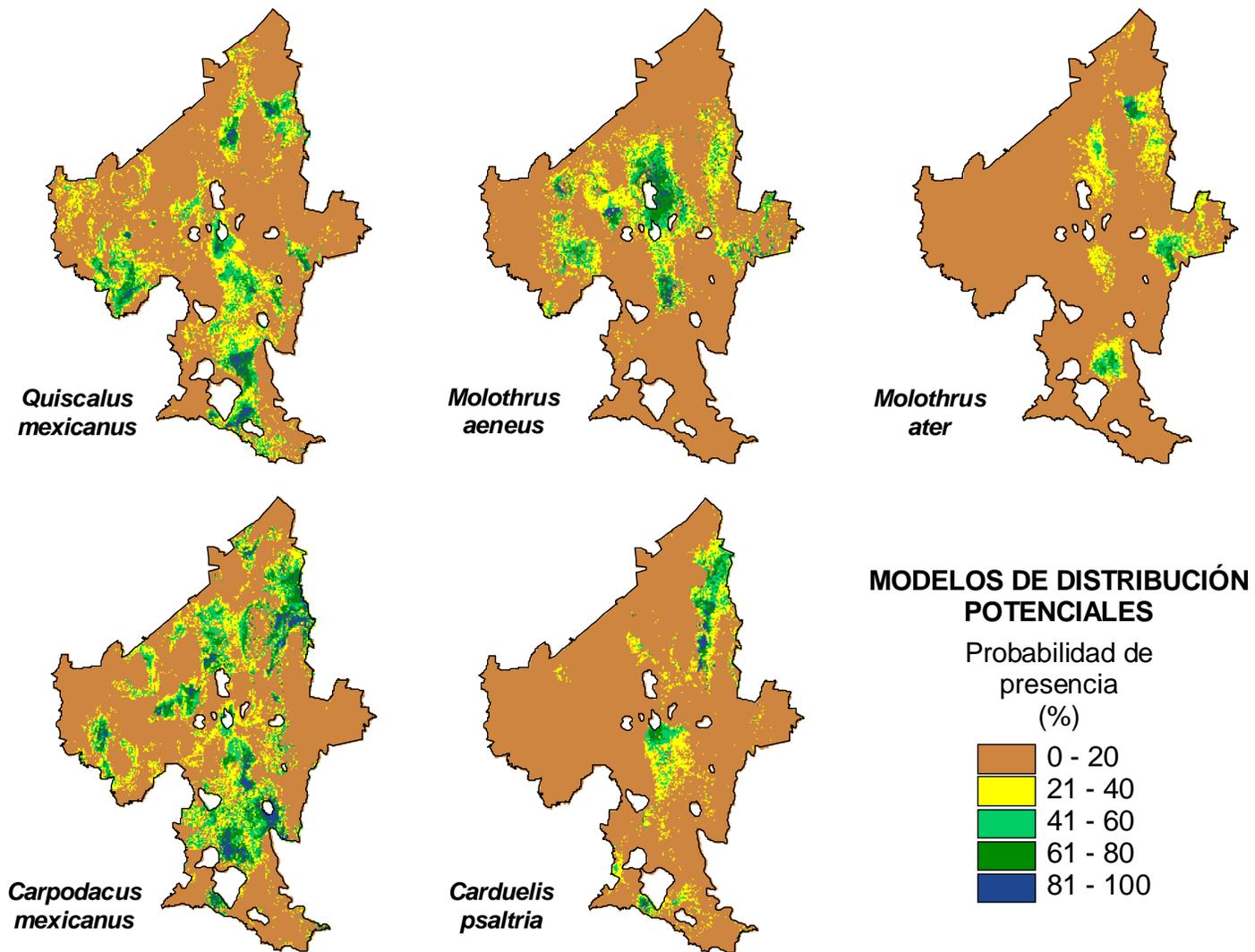


Fig. 1. Continuación.

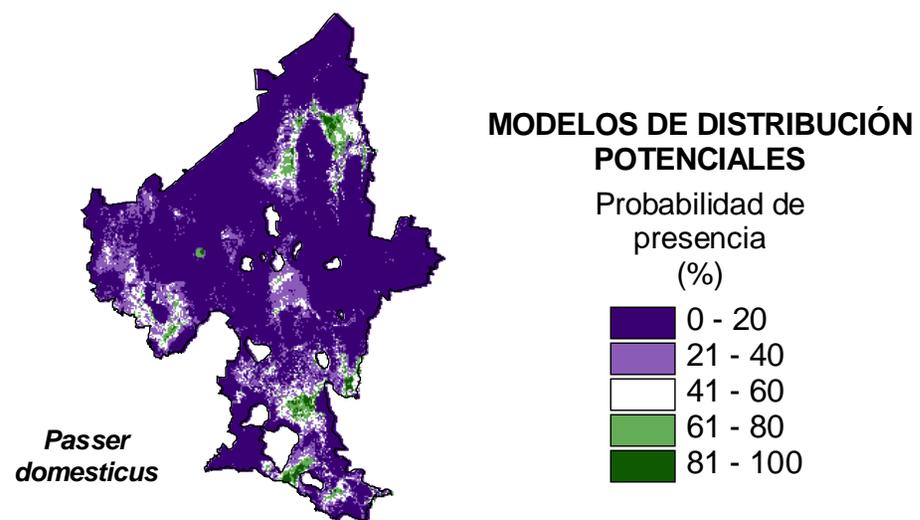


Fig. 1. Continuación.

# ANEXO 3

## Análisis de omisiones de conservación

<b>Especie</b>	<b>Área total de distribución en la zona de estudio (ha)</b>	<b>Porcentaje de distribución en la zona de estudio</b>	<b>Nivel distribución</b>
<i>Callipepla squamata</i>	2976837.7	90.4	d
<i>Ardea herodias</i>	2184359.1	66.3	d
<i>Ardea alba</i>	2287822.6	69.5	d
<i>Egretta thula</i>	2958066.6	89.8	d
<i>Bubulcus ibis</i>	2412865.8	73.3	d
<i>Plegadis chihi</i>	98461.9	3.0	a
<i>Coragyps atratus</i>	1137335.3	34.5	c
<i>Cathartes aura</i>	2756108.3	83.7	d
<i>Elanus leucurus</i>	2530508.8	76.8	d
<i>Accipiter striatus</i>	2758750.1	83.8	d
<i>Accipiter cooperi</i>	2920941.7	88.7	d
<i>Parabuteo unicinctus</i>	2915668.3	88.5	d
<i>Buteo swainsoni</i>	1662234.7	50.5	d
<i>Buteo jamaicensis</i>	2906223.6	88.2	d
<i>Caracara cheriway</i>	2939348.4	89.3	d
<i>Falco sparverius</i>	1125391.1	34.2	c
<i>Fulica americana</i>	469585.7	14.3	b
<i>Charadrius vociferus</i>	1194193.8	36.3	c
<i>Actitis macularia</i>	194064.8	5.9	a
<i>Columba livia</i>	1088758.7	33.1	c
<i>Zenaida asiatica</i>	2119896.6	64.4	d
<i>Zenaida macroura</i>	2557484.0	77.7	d

Tabla 2. Áreas de distribución de las aves en la zona de estudio.

<b>Especie</b>	<b>Área total de distribución en la zona de estudio (ha)</b>	<b>Porcentaje de distribución en la zona de estudio</b>	<b>Nivel distribución</b>
<i>Columbina inca</i>	1444967.0	43.9	c
<i>Geococcyx californianus</i>	1228869.8	37.3	c
<i>Cynanthus latirostris</i>	2569793.2	78.0	d
<i>Melanerpes aurifrons</i>	1695289.5	51.5	d
<i>Picoides scalaris</i>	570655.0	17.3	b
<i>Colaptes auratus</i>	1126871.3	34.2	c
<i>Sayornis nigricans</i>	2515331.8	76.4	d
<i>Sayornis phoebe</i>	2571058.2	78.1	d
<i>Sayornis saya</i>	1723415.1	52.3	d
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	1631440.3	49.5	c
<i>Myiarchus cinerascens</i>	842527.5	25.6	c
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	806202.6	24.5	c
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1865631.5	56.6	d
<i>Tyrannus vociferans</i>	1392308.8	42.3	c
<i>Tyrannus verticalis</i>	2871656.9	87.2	d
<i>Lanius ludovicianus</i>	1367498.0	41.5	c
<i>Vireo belli</i>	1886048.8	57.3	d
<i>Aphelocoma coerulescens</i>	570283.6	17.3	b
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	3112013.5	94.5	d
<i>Corvus corax</i>	2894928.4	87.9	d
<i>Eremophila alpestris</i>	2624532.8	79.7	d
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	410329.7	12.5	b

Tabla 2. Continuación.

<b>Especie</b>	<b>Área total de distribución en la zona de estudio (ha)</b>	<b>Porcentaje de distribución en la zona de estudio</b>	<b>Nivel distribución</b>
<i>Hirundo rustica</i>	2426785.3	73.7	d
<i>Auriparus flaviceps</i>	1567091.9	47.6	c
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	1235522.8	37.5	c
<i>Catherpes mexicanus</i>	2388269.3	72.5	d
<i>Thryomanes bewickii</i>	725967.1	22.0	c
<i>Regulus calendula</i>	2927732.1	88.9	d
<i>Polioptila caerulea</i>	1167987.4	35.5	c
<i>Polioptila melanura</i>	1018288.9	30.9	c
<i>Sialia sialis</i>	858485.8	26.1	c
<i>Turdus grayi</i>	1249789.4	37.9	c
<i>Mimus polyglottos</i>	1746520.3	53.0	d
<i>Toxostoma curvirostre</i>	1633335.6	49.6	c
<i>Bombycilla cedrorum</i>	2265823.0	68.8	d
<i>Phainopepla nitens</i>	1107453.8	33.6	c
<i>Vermivora ruficapilla</i>	2846295.4	86.4	d
<i>Dendroica coronata</i>	1253971.6	38.1	c
<i>Wilsonia pusilla</i>	2262625.7	68.7	d
<i>Pipilo fuscus</i>	1435941.3	43.6	c
<i>Aimophila cassinii</i>	2169046.9	65.9	d
<i>Spizella passerina</i>	1699722.5	51.6	d
<i>Spizella pallida</i>	2325005.6	70.6	d
<i>Spizella wortheni</i>	340.7	0.0	a

Tabla 2. Continuación.

<b>Especie</b>	<b>Área total de distribución en la zona de estudio (ha)</b>	<b>Porcentaje de distribución en la zona de estudio</b>	<b>Nivel distribución</b>
<i>Chondestes grammacus</i>	605748.5	18.4	b
<i>Amphispiza bilineata</i>	1480385.7	45.0	c
<i>Melospiza lincolni</i>	33248.0	1.0	a
<i>Cardinalis cardinalis</i>	1649118.8	50.1	d
<i>Cardinalis sinuatus</i>	605863.2	18.4	b
<i>Passerina caerulea</i>	1991651.9	60.5	d
<i>Passerina versicolor</i>	3138991.3	95.3	d
<i>Agelaius phoeniceus</i>	1438445.7	43.7	c
<i>Sturnella neglecta</i>	1539383.8	46.7	c
<i>Quiscalus mexicanus</i>	2563043.9	77.8	d
<i>Molothrus aeneus</i>	2343056.6	71.1	d
<i>Molothrus ater</i>	1916662.7	58.2	d
<i>Carpodacus mexicanus</i>	2634741.0	80.0	d
<i>Carduelis psaltria</i>	1287435.4	39.1	c
<i>Passer domesticus</i>	2565341.5	77.9	d

Tabla 2. Continuación.

<b>Especie</b>	<b>Área total de distribución en ANP's federales (ha)</b>	<b>Distribución en ANP's federales (%)</b>	<b>Área total de distribución en ANP's estatales (ha)</b>	<b>Distribución en ANP's estatales (%)</b>	<b>Distribución en ANP's federales y estatales (%)</b>	<b>Nivel de protección (Federal + Estatal)</b>
<i>Callipepla squamata</i>	194503.8	6.5	32922.4	1.1	7.6	a
<i>Ardea herodias</i>	130164.4	6.0	29223.7	1.3	7.3	a
<i>Ardea alba</i>	191076.4	8.4	32922.4	1.4	9.8	a
<i>Egretta thula</i>	199768.3	6.8	32917.0	1.1	7.9	a
<i>Bubulcus ibis</i>	205294.1	8.5	30664.4	1.3	9.8	a
<i>Plegadis chihi</i>	311.0	0.3	356.5	0.4	0.7	a
<i>Coragyps atratus</i>	99131.4	8.7	7747.1	0.7	9.4	a
<i>Cathartes aura</i>	261524.9	9.5	31423.1	1.1	10.6	b
<i>Elanus leucurus</i>	176642.4	7.0	28806.8	1.1	8.1	a
<i>Accipiter striatus</i>	192838.6	7.0	28873.4	1.0	8.0	a
<i>Accipiter cooperi</i>	214613.1	7.3	32368.9	1.1	8.5	a
<i>Parabuteo unicinctus</i>	248962.4	8.5	32303.4	1.1	9.6	a
<i>Buteo swainsoni</i>	148100.7	8.9	3752.0	0.2	9.1	a
<i>Buteo jamaicensis</i>	256927.7	8.8	16620.4	0.6	9.4	a
<i>Caracara cheriway</i>	258019.0	8.8	28140.1	1.0	9.7	a
<i>Falco sparverius</i>	88966.6	7.9	5437.6	0.5	8.4	a
<i>Fulica americana</i>	341.0	0.1	7920.7	1.7	1.8	a
<i>Charadrius vociferus</i>	88193.0	7.4	13784.7	1.2	8.5	a
<i>Actitis macularia</i>	337.2	0.2	531.6	0.3	0.4	a
<i>Columba livia</i>	88327.2	8.1	15841.1	1.5	9.6	a
<i>Zenaida asiatica</i>	143772.6	6.8	24279.7	1.1	7.9	a
<i>Zenaida macroura</i>	174001.3	6.8	32518.3	1.3	8.1	a

Tabla 3. Niveles de representatividad de las áreas de distribución de las aves en las ANP's federales y estatales en la zona de estudio.

<b>Especie</b>	<b>Área total de distribución en ANP`s federales (ha)</b>	<b>Distribución en ANP`s federales (%)</b>	<b>Área total de distribución en ANP`s estatales (ha)</b>	<b>Distribución en ANP`s estatales (%)</b>	<b>Distribución en ANP`s federales y estatales (%)</b>	<b>Nivel de protección (Federal + Estatal)</b>
<i>Columbina inca</i>	122581.5	8.5	23882.8	1.7	10.1	b
<i>Geococcyx californianus</i>	143903.9	11.7	3536.0	0.3	12.0	b
<i>Cynanthus latirostris</i>	144038.5	5.6	31174.7	1.2	6.8	a
<i>Melanerpes aurifrons</i>	138005.1	8.1	26066.2	1.5	9.7	a
<i>Picoides scalaris</i>	68183.3	11.9	20385.3	3.6	15.5	b
<i>Colaptes auratus</i>	104148.7	9.2	444.5	0.0	9.3	a
<i>Sayornis nigricans</i>	190608.4	7.6	32840.6	1.3	8.9	a
<i>Sayornis phoebe</i>	254368.6	9.9	32919.6	1.3	11.2	b
<i>Sayornis saya</i>	132969.2	7.7	18640.3	1.1	8.8	a
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	159486.0	9.8	27312.9	1.7	11.5	b
<i>Myiarchus cinerascens</i>	65407.8	7.8	15197.4	1.8	9.6	a
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	57341.0	7.1	25035.7	3.1	10.2	b
<i>Pitangus sulphuratus</i>	142804.8	7.7	30367.7	1.6	9.3	a
<i>Tyrannus vociferans</i>	99889.3	7.2	24548.5	1.8	8.9	a
<i>Tyrannus verticalis</i>	266888.4	9.3	29063.9	1.0	10.3	b
<i>Lanius ludovicianus</i>	108107.3	7.9	4156.5	0.3	8.2	a
<i>Vireo belli</i>	211855.2	11.2	30548.0	1.6	12.9	b
<i>Aphelocoma coerulescens</i>	59792.7	10.5	3.9	0.0	10.5	b
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	284767.0	9.2	13711.5	0.4	9.6	a
<i>Corvus corax</i>	245087.3	8.5	30404.2	1.1	9.5	a
<i>Eremophila alpestris</i>	258620.5	9.9	30679.2	1.2	11.0	b
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	78061.1	19.0	13228.4	3.2	22.2	c

Tabla 3. Continuación.

<b>Especie</b>	<b>Área total de distribución en ANP`s federales (ha)</b>	<b>Distribución en ANP`s federales (%)</b>	<b>Área total de distribución en ANP`s estatales (ha)</b>	<b>Distribución en ANP`s estatales (%)</b>	<b>Distribución en ANP`s federales y estatales (%)</b>	<b>Nivel de protección (Federal + Estatal)</b>
<i>Hirundo rustica</i>	107048.1	4.4	29700.3	1.2	5.6	a
<i>Auriparus flaviceps</i>	209003.6	13.3	5591.7	0.4	13.7	b
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	116906.1	9.5	15807.9	1.3	10.7	b
<i>Catherpes mexicanus</i>	143900.5	6.0	23773.2	1.0	7.0	a
<i>Thryomanes bewickii</i>	65924.6	9.1	19027.2	2.6	11.7	b
<i>Regulus calendula</i>	254750.7	8.7	32679.5	1.1	9.8	a
<i>Polioptila caerulea</i>	91271.1	7.8	2900.9	0.2	8.1	a
<i>Polioptila melanura</i>	155457.5	15.3	4122.3	0.4	15.7	b
<i>Sialia sialis</i>	65211.2	7.6	480.9	0.1	7.7	a
<i>Turdus grayi</i>	59274.6	4.7	23166.4	1.9	6.6	a
<i>Mimus polyglottos</i>	185040.7	10.6	7525.1	0.4	11.0	b
<i>Toxostoma curvirostre</i>	94454.8	5.8	24900.3	1.5	7.3	a
<i>Bombycilla cedrorum</i>	223109.8	9.8	23519.5	1.0	10.9	b
<i>Phainopepla nitens</i>	137895.9	12.5	22742.6	2.1	14.5	b
<i>Vermivora ruficapilla</i>	272719.6	9.6	32766.2	1.2	10.7	b
<i>Dendroica coronata</i>	111364.1	8.9	20479.8	1.6	10.5	b
<i>Wilsonia pusilla</i>	149917.0	6.6	28564.3	1.3	7.9	a
<i>Pipilo fuscus</i>	91710.1	6.4	26996.2	1.9	8.3	a
<i>Aimophila cassinii</i>	218905.7	10.1	27975.9	1.3	11.4	b
<i>Spizella passerina</i>	141765.6	8.3	8948.6	0.5	8.9	a
<i>Spizella pallida</i>	263896.2	11.4	4650.6	0.2	11.6	b
<i>Spizella wortheni</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	a

Tabla 3. Continuación.

<b>Especie</b>	<b>Área total de distribución en ANP`s federales (ha)</b>	<b>Distribución en ANP`s federales (%)</b>	<b>Área total de distribución en ANP`s estatales (ha)</b>	<b>Distribución en ANP`s estatales (%)</b>	<b>Distribución en ANP`s federales y estatales (%)</b>	<b>Nivel de protección (Federal + Estatal)</b>
<i>Chondestes grammacus</i>	943.4	0.2	7789.5	1.3	1.4	a
<i>Amphispiza bilineata</i>	94217.4	6.4	8194.8	0.6	6.9	a
<i>Melospiza lincolnii</i>	757.8	2.3	0.0	0.0	2.3	a
<i>Cardinalis cardinalis</i>	195286.0	11.8	24160.7	1.5	13.3	b
<i>Cardinalis sinuatus</i>	26107.8	4.3	680.4	0.1	4.4	a
<i>Passerina caerulea</i>	56930.9	2.9	28220.3	1.4	4.3	a
<i>Passerina versicolor</i>	246119.5	7.8	32525.1	1.0	8.9	a
<i>Agelaius phoeniceus</i>	32142.3	2.2	27610.3	1.9	4.2	a
<i>Sturnella neglecta</i>	62766.6	4.1	6831.2	0.4	4.5	a
<i>Quiscalus mexicanus</i>	151545.6	5.9	29874.7	1.2	7.1	a
<i>Molothrus aeneus</i>	209423.2	8.9	18730.5	0.8	9.7	a
<i>Molothrus ater</i>	223015.1	11.6	24286.6	1.3	12.9	b
<i>Carpodacus mexicanus</i>	159927.5	6.1	15915.1	0.6	6.7	a
<i>Carduelis psaltria</i>	103149.7	8.0	23693.2	1.8	9.9	a
<i>Passer domesticus</i>	152588.0	5.9	29249.2	1.1	7.1	a

Tabla 3. Continuación.

<b>Especie</b>	<b>Área total de distribución en AICAS (ha)</b>	<b>Distribución en AICAS (%)</b>	<b>Nivel de protección</b>
<i>Callipepla squamata</i>	115913.1	3.9	a
<i>Ardea herodias</i>	37996.1	1.7	a
<i>Ardea alba</i>	108213.5	4.7	a
<i>Egretta thula</i>	118703.0	4.0	a
<i>Bubulcus ibis</i>	58736.4	2.4	a
<i>Plegadis chihi</i>	0.0	0.0	a
<i>Coragyps atratus</i>	36255.1	3.2	a
<i>Cathartes aura</i>	125546.3	4.6	a
<i>Elanus leucurus</i>	108813.0	4.3	a
<i>Accipiter striatus</i>	71822.5	2.6	a
<i>Accipiter cooperi</i>	107638.8	3.7	a
<i>Parabuteo unicinctus</i>	125203.7	4.3	a
<i>Buteo swainsoni</i>	56880.4	3.4	a
<i>Buteo jamaicensis</i>	117912.2	4.1	a
<i>Caracara cheriway</i>	123302.4	4.2	a
<i>Falco sparverius</i>	28183.4	2.5	a
<i>Fulica americana</i>	0.0	0.0	a
<i>Charadrius vociferus</i>	33291.1	2.8	a
<i>Actitis macularia</i>	0.0	0.0	a
<i>Columba livia</i>	20284.8	1.9	a
<i>Zenaida asiática</i>	90338.6	4.3	a
<i>Zenaida macroura</i>	96702.9	3.8	a
<i>Columbina inca</i>	38651.7	2.7	a

Tabla 4. Niveles de representatividad de las áreas de distribución de las aves en las AICA's en la zona de estudio.

<b>Especie</b>	<b>Área total de distribución en AICAS (ha)</b>	<b>Distribución en AICAS (%)</b>	<b>Nivel de protección</b>
<i>Geococcyx californianus</i>	66734.9	5.4	a
<i>Cynanthus latirostris</i>	63071.9	2.5	a
<i>Melanerpes aurifrons</i>	41708.8	2.5	a
<i>Picoides scalaris</i>	7274.9	1.3	a
<i>Colaptes auratus</i>	17086.2	1.5	a
<i>Sayornis nigricans</i>	93204.6	3.7	a
<i>Sayornis phoebe</i>	115323.8	4.5	a
<i>Sayornis saya</i>	50246.3	2.9	a
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	65807.3	4.0	a
<i>Myiarchus cinerascens</i>	46971.1	5.6	a
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	24161.2	3.0	a
<i>Pitangus sulphuratus</i>	76000.3	4.1	a
<i>Tyrannus vociferans</i>	58102.2	4.2	a
<i>Tyrannus verticalis</i>	103440.3	3.6	a
<i>Lanius ludovicianus</i>	19001.4	1.4	a
<i>Vireo belli</i>	114996.3	6.1	a
<i>Aphelocoma coerulescens</i>	21738.1	3.8	a
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	146310.8	4.7	a
<i>Corvus corax</i>	116172.4	4.0	a
<i>Eremophila alpestris</i>	122648.8	4.7	a
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	33164.3	8.1	a
<i>Hirundo rustica</i>	77866.6	3.2	a
<i>Auriparus flaviceps</i>	88160.4	5.6	a

Tabla 4. Continuación.

<b>Especie</b>	<b>Área total de distribución en AICAS (ha)</b>	<b>Distribución en AICAS (%)</b>	<b>Nivel de protección</b>
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	29096.9	2.4	a
<i>Catherpes mexicanus</i>	121387.8	5.1	a
<i>Thryomanes bewickii</i>	40881.9	5.6	a
<i>Regulus calendula</i>	139301.1	4.8	a
<i>Polioptila caerulea</i>	54031.2	4.6	a
<i>Polioptila melanura</i>	89126.4	8.8	a
<i>Sialia sialis</i>	35088.1	4.1	a
<i>Turdus grayi</i>	18190.3	1.5	a
<i>Mimus polyglottos</i>	69452.4	4.0	a
<i>Toxostoma curvirostre</i>	40777.7	2.5	a
<i>Bombycilla cedrorum</i>	100579.5	4.4	a
<i>Phainopepla nitens</i>	12503.3	1.1	a
<i>Vermivora ruficapilla</i>	146310.8	5.1	a
<i>Dendroica coronata</i>	38184.8	3.0	a
<i>Wilsonia pusilla</i>	65484.7	2.9	a
<i>Pipilo fuscus</i>	62300.5	4.3	a
<i>Aimophila cassinii</i>	117841.8	5.4	a
<i>Spizella passerina</i>	123792.8	7.3	a
<i>Spizella pallida</i>	93280.2	4.0	a
<i>Spizella wortheni</i>	0.0	0.0	a
<i>Chondestes grammacus</i>	121387.8	20.0	c
<i>Amphispiza bilineata</i>	56555.3	3.8	a
<i>Melospiza lincolni</i>	3364.0	10.1	b

Tabla 4. Continuación.

<b>Especie</b>	<b>Área total de distribución en AICAS (ha)</b>	<b>Distribución en AICAS (%)</b>	<b>Nivel de protección</b>
<i>Cardinalis cardinalis</i>	32695.8	2.0	a
<i>Cardinalis sinuatus</i>	6596.2	1.1	a
<i>Passerina caerulea</i>	32818.9	1.6	a
<i>Passerina versicolor</i>	141849.4	4.5	a
<i>Agelaius phoeniceus</i>	11434.9	0.8	a
<i>Sturnella neglecta</i>	14789.8	1.0	a
<i>Quiscalus mexicanus</i>	60302.0	2.4	a
<i>Molothrus aeneus</i>	62095.2	2.7	a
<i>Molothrus ater</i>	96864.3	5.1	a
<i>Carpodacus mexicanus</i>	129156.9	4.9	a
<i>Carduelis psaltria</i>	41727.5	3.2	a
<i>Passer domesticus</i>	53098.8	2.1	a

Tabla 4. *Continuación.*

Especie	Nivel de Distribución	Nivel de protección (ANP's Fed., Est. y AICAS)	Nivel de Vulnerabilidad
<i>Callipepla squamata</i>	d	b	2
<i>Ardea herodias</i>	d	a	2
<i>Ardea alba</i>	d	b	2
<i>Egretta thula</i>	d	b	2
<i>Bubulcus ibis</i>	d	b	2
<i>Plegadis chihi</i>	a	a	1
<i>Coragyps atratus</i>	c	b	2
<i>Cathartes aura</i>	d	b	2
<i>Elanus leucurus</i>	d	b	2
<i>Accipiter striatus</i>	d	a	2
<i>Accipiter cooperi</i>	d	b	2
<i>Parabuteo unicinctus</i>	d	b	2
<i>Buteo swainsoni</i>	d	b	2
<i>Buteo jamaicensis</i>	d	b	2
<i>Caracara cheriway</i>	d	b	2
<i>Falco sparverius</i>	c	a	2
<i>Fulica americana</i>	b	a	1
<i>Charadrius vociferus</i>	c	b	2
<i>Actitis macularius</i>	a	a	1
<i>Columba livia</i>	c	b	2
<i>Zenaida asiatica</i>	d	b	2
<i>Zenaida macroura</i>	d	b	2
<i>Columbina inca</i>	c	b	2

Tabla 5. Niveles de distribución protección y vulnerabilidad de las aves en la zona de estudio.

<b>Especie</b>	<b>Nivel de Distribución</b>	<b>Nivel de protección (ANP's Fed., Est. y AICAS)</b>	<b>Nivel de Vulnerabilidad</b>
<i>Geococcyx californianus</i>	c	b	2
<i>Cynanthus latirostris</i>	d	a	2
<i>Melanerpes aurifrons</i>	d	b	2
<i>Picoides scalaris</i>	b	b	1
<i>Colaptes auratus</i>	c	a	2
<i>Sayornis nigricans</i>	d	b	2
<i>Sayornis phoebe</i>	d	b	2
<i>Sayornis saya</i>	d	b	2
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	c	b	2
<i>Myiarchus cinerascens</i>	c	b	2
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	c	b	2
<i>Pitangus sulphuratus</i>	d	b	2
<i>Tyrannus vociferans</i>	c	b	2
<i>Tyrannus verticalis</i>	d	b	2
<i>Lanius ludovicianus</i>	c	a	2
<i>Vireo bellii</i>	d	b	2
<i>Aphelocoma coerulescens</i>	b	b	1
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	d	b	2
<i>Corvus corax</i>	d	b	2
<i>Eremophila alpestris</i>	d	b	2
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	b	c	2
<i>Hirundo rustica</i>	d	a	2
<i>Auriparus flaviceps</i>	c	b	2

Tabla 5. Continuación.

<b>Especie</b>	<b>Nivel de Distribución</b>	<b>Nivel de protección (ANP's Fed., Est. y AICAS)</b>	<b>Nivel de Vulnerabilidad</b>
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	c	b	2
<i>Catherpes mexicanus</i>	d	b	2
<i>Thryomanes bewickii</i>	c	b	2
<i>Regulus calendula</i>	d	b	2
<i>Polioptila caerulea</i>	c	b	2
<i>Polioptila melanura</i>	c	c	3
<i>Sialia sialis</i>	c	a	2
<i>Turdus grayi</i>	c	a	2
<i>Mimus polyglottos</i>	d	b	2
<i>Toxostoma curvirostre</i>	c	a	2
<i>Bombycilla cedrorum</i>	d	b	2
<i>Phainopepla nitens</i>	c	b	2
<i>Vermivora ruficapilla</i>	d	b	2
<i>Dendroica coronata</i>	c	b	2
<i>Wilsonia pusilla</i>	d	b	2
<i>Pipilo fuscus</i>	c	b	2
<i>Aimophila cassinii</i>	d	b	2
<i>Spizella passerina</i>	d	b	2
<i>Spizella pallida</i>	d	b	2
<i>Spizella wortheni</i>	a	a	1
<i>Chondestes grammacus</i>	b	a	1
<i>Amphispiza bilineata</i>	c	a	2

Tabla 5. Continuación.

<b>Especie</b>	<b>Nivel de Distribución</b>	<b>Nivel de protección (ANP's Fed., Est. y AICAS)</b>	<b>Nivel de Vulnerabilidad</b>
<i>Melospiza lincolnii</i>	a	b	1
<i>Cardinalis cardinalis</i>	d	b	2
<i>Cardinalis sinuatus</i>	b	a	1
<i>Passerina caerulea</i>	d	a	2
<i>Passerina versicolor</i>	d	b	2
<i>Agelaius phoeniceus</i>	c	a	2
<i>Sturnella neglecta</i>	c	a	2
<i>Quiscalus mexicanus</i>	d	a	2
<i>Molothrus aeneus</i>	d	b	2
<i>Molothrus ater</i>	d	b	2
<i>Carpodacus mexicanus</i>	d	a	2
<i>Carduelis psaltria</i>	c	b	2
<i>Passer domesticus</i>	d	a	2

Tabla 5. *Continuación.*

## ANEXO 4

### Análisis de omisiones de conservación para el nuevo sistema de reservas

<b>Especie</b>	<b>Área total de distribución en las nuevas áreas (ha)</b>	<b>Porcentaje de distribución en las nuevas áreas</b>	<b>Nivel de protección</b>
<i>Callipepla squamata</i>	353627.8	11.9	b
<i>Ardea herodias</i>	248213.0	11.4	b
<i>Ardea alba</i>	285729.5	12.5	b
<i>Egretta thula</i>	349568.2	11.8	b
<i>Bubulcus ibis</i>	273446.5	11.3	b
<i>Plegadis chihi</i>	9930.2	10.1	b
<i>Coragyps atratus</i>	178053.4	15.7	b
<i>Cathartes aura</i>	364074.4	13.2	b
<i>Elanus leucurus</i>	316271.0	12.5	b
<i>Accipiter striatus</i>	333142.7	12.1	b
<i>Accipiter cooperi</i>	364856.1	12.5	b
<i>Parabuteo unicinctus</i>	382273.3	13.1	b
<i>Buteo swainsoni</i>	238523.0	14.3	b
<i>Buteo jamaicensis</i>	377606.7	13.0	b
<i>Caracara cheriway</i>	367130.1	12.5	b
<i>Falco sparverius</i>	139644.3	12.4	b
<i>Fulica americana</i>	69791.7	14.9	b
<i>Charadrius vociferus</i>	177701.2	14.9	b
<i>Actitis macularia</i>	31088.5	16.0	b
<i>Zenaida asiatica</i>	320584.6	15.1	b
<i>Zenaida macroura</i>	341231.5	13.3	b
<i>Columbina inca</i>	220059.4	15.2	b

Tabla 6. Niveles de representatividad de las áreas de distribución de las aves en el sistema de reservas propuesto.

<b>Especie</b>	<b>Área total de distribución en las nuevas áreas (ha)</b>	<b>Porcentaje de distribución en las nuevas áreas</b>	<b>Nivel de protección</b>
<i>Geococcyx californianus</i>	188090.7	15.3	b
<i>Cynanthus latirostris</i>	328459.5	12.8	b
<i>Melanerpes aurifrons</i>	235401.5	13.9	b
<i>Picoides scalaris</i>	123603.9	21.7	c
<i>Colaptes auratus</i>	127650.2	11.3	b
<i>Columba livia</i>	140437.4	12.9	b
<i>Sayornis nigricans</i>	255107.8	10.1	b
<i>Sayornis phoebe</i>	353890.0	13.8	b
<i>Sayornis saya</i>	239590.1	13.9	b
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	203498.3	12.5	b
<i>Myiarchus cinerascens</i>	149256.6	17.7	b
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	135283.9	16.8	b
<i>Tyrannus vociferans</i>	209902.0	15.1	b
<i>Tyrannus verticalis</i>	340373.4	11.9	b
<i>Lanius ludovicianus</i>	168806.9	12.3	b
<i>Vireo belli</i>	277056.2	14.7	b
<i>Aphelocoma coerulescens</i>	87943.9	15.4	b
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	397016.8	12.8	b
<i>Corvus corax</i>	349385.8	12.1	b
<i>Eremophila alpestris</i>	335851.7	12.8	b
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	69679.8	17.0	b
<i>Hirundo rustica</i>	271897.9	11.2	b

Tabla 6. Continuación.

<b>Especie</b>	<b>Área total de distribución en las nuevas áreas (ha)</b>	<b>Porcentaje de distribución en las nuevas áreas</b>	<b>Nivel de protección</b>
<i>Auriparus flaviceps</i>	239348.9	15.3	b
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	221503.1	17.9	b
<i>Catherpes mexicanus</i>	274242.8	11.5	b
<i>Thryomanes bewickii</i>	122069.9	16.8	b
<i>Regulus calendula</i>	376322.5	12.9	b
<i>Polioptila caerulea</i>	182159.0	15.6	b
<i>Polioptila melanura</i>	163867.3	16.1	b
<i>Sialia sialis</i>	98173.3	11.4	b
<i>Turdus grayi</i>	112186.1	9.0	a
<i>Mimus polyglottos</i>	263743.9	15.1	b
<i>Toxostoma curvirostre</i>	231141.0	14.2	b
<i>Pitangus sulphuratus</i>	298919.9	16.0	b
<i>Bombycilla cedrorum</i>	305236.9	13.5	b
<i>Phainopepla nitens</i>	158549.0	14.3	b
<i>Vermivora ruficapilla</i>	369844.7	13.0	b
<i>Dendroica coronata</i>	204846.5	16.3	b
<i>Wilsonia pusilla</i>	304199.0	13.4	b
<i>Pipilo fuscus</i>	225217.2	15.7	b
<i>Aimophila cassinii</i>	279836.8	12.9	b
<i>Spizella passerina</i>	240252.3	14.1	b
<i>Spizella pallida</i>	296176.0	12.7	b
<i>Spizella wortheni</i>	0.0	0.0	a

Tabla 6. Continuación.

---

<b>Especie</b>	<b>Área total de distribución en las nuevas áreas (ha)</b>	<b>Porcentaje de distribución en las nuevas áreas</b>	<b>Nivel de protección</b>
<i>Chondestes grammacus</i>	71008.7	11.7	b
<i>Amphispiza bilineata</i>	189168.4	12.8	b
<i>Melospiza lincolnii</i>	19252.2	57.9	d
<i>Cardinalis cardinalis</i>	237153.4	14.4	b
<i>Cardinalis sinuatus</i>	120048.8	19.8	b
<i>Passerina caerulea</i>	226306.8	11.4	b
<i>Passerina versicolor</i>	383373.9	12.2	b
<i>Agelaius phoeniceus</i>	149606.6	10.4	b
<i>Sturnella neglecta</i>	155617.6	10.1	b
<i>Quiscalus mexicanus</i>	326334.5	12.7	b
<i>Molothrus aeneus</i>	298071.2	12.7	b
<i>Molothrus ater</i>	279244.3	14.6	b
<i>Carpodacus mexicanus</i>	327526.4	12.4	b
<i>Carduelis psaltria</i>	185648.7	14.4	b
<i>Passer domesticus</i>	313225.3	12.2	b

---

Tabla 6. Continuación.