



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CAMPUS IZTACALA

IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS CRÍTICAS
PARA LA CONSERVACIÓN DEL GORRIÓN
SERRANO (*Xenospiza baileyi*).

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I O L O G A

P R E S E N T A :

CHARLOTTE E. GONZÁLEZ ABRAHAM

DIRECTOR DE TESIS: DR. ALEJANDRO VELÁZQUEZ MONTES



IZTACALA

Los Reyes Iztacala, Edo. Méx.

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

La Ciencia es un camino,
posiblemente el más riguroso (con el permiso de D.),
para descubrir el sentido más profundo de la vida...

LA VIDA ES UNA TÓMBOLA.

TOM. TOM. TÓMBOLA.

DE LUZ Y DE COLOR.

OOOORRRR....

Sen Tidoco Mún

*A la memoria de mi abuelita, María Martínez Pérez.
Ejemplo de resistencia y orgullo.*

*A mis hermanos Antalya y Rodrigo.
Los admiro mucho y los quiero más!*

AGRADECIMIENTOS

A mis papás, por nunca perder la confianza en mí y ayudarme a no perderla. A mi mamá por su infinita paciencia y eterna disposición para ayudarme, a mi papá por su comprensión y orientación continua. A los dos por su ternura sin límites y por enseñarme a ver la tesis como un paso más hacia mi realización personal. A Antar por escucharme siempre. A Rodri por abrazarme aunque no lo quisiera yo. A los dos por ser un oasis de tranquilidad.

Pedro, gracias por las desveladas, por ayudarme a concretar, y por supuesto a terminar.

A Hened por siempre preguntar "cómo vas?, qué necesitas?", a Teta , Adela y Layla por su vitalidad e interés continuo. Gracias Milo por preguntar "cuándo acabas?" cada vez que me veías. A la familia Abraham Rodriguez, por su apoyo en Morelia.

Fer, gracias por mantenerte junto a mí.

A la familia Treviño, por su corazón generoso. Andrés, gracias por siempre estar aquí.

A Alejandro Velázquez, mi maestro y amigo que me asesoró y aceptó en su equipo. Gracias Alex por las discusiones, el tiempo, tu disposición, en fin por tu apoyo incondicional.

A Mardocheo Palma, por toda su ayuda técnica y conceptual, por ayudarme siempre que lo requerí sin importar sus múltiples ocupaciones. Gracias Mardo por los abrazos y las ayudas.

Quiero agradecer la disposición de revisar la tesis con tanta premura a mis sinodales, Dr. Ma. del Coro Arizmendi Arriaga, M. en C. Patricia Ramírez Bastida, Dr. Alejandro Velázquez Montes, M. en C. Atahualpa de Sucre Medrano y al M. en C. Rafael Chávez López.

A Martha Escamilla y Leonardo Cabrera, por permitirme la entrada al proyecto *Xenospiza* y por su apoyo para realizar mi tesis. A Martha por su buen humor y sonrisas.

A Gerardo Bocco y a Alejandro Velázquez por permitirme adentrarme en el tipo de investigación que ustedes hacen y por su eterna disposición de enseñanza.

A Jean Françoise por su apoyo incondicional.

Mary Chuy, gracias por ayudarme siempre con una sonrisa.

A todos mis compañeros de laboratorio, muchas, muchas gracias.

A Hector Gómez por su ayuda de última hora.

Al laboratorio de Biogeografía y Sinecología de la Facultad de Ciencias por aceptarme y enseñarme a trabajar en un ambiente cordial y de equipo.

Quiero agradecer al Instituto de Geografía por darme un espacio de trabajo y por su apoyo técnico.

A todos los proyectos e instituciones que apoyaron económicamente la realización de esta tesis:

Evaluación automatizada del paisaje y ordenamiento territorial, en comunidades indígenas del Centro de México (IN101196-UNAM), al Programa de Becas Tesis de Licenciatura en Proyectos de Investigación (PROBETEL), al proyecto Caracterización del hábitat y patrones de distribución del gorrión serrano (*Xenospiza baileyi*) en el Sur del Valle de México (R-108 CONABIO).

A la UNAM por ser mi casa de estudios por siempre.

A todos aquellos que por las prisas se me olvidan, aquí les dejo este espacio, gracias.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE DE MAPAS	<i>i</i>
RESUMEN	<i>1</i>
INTRODUCCIÓN	<i>2</i>
OBJETIVOS	<i>5</i>
Objetivo general.....	<i>5</i>
Objetivos particulares.....	<i>5</i>
ANTECEDENTES	<i>6</i>
<i>Xenospiza baileyi</i>	<i>6</i>
Problemática de la zona sur de la Cuenca de México.....	<i>8</i>
ÁREA DE ESTUDIO	<i>12</i>
Geología, relieve y suelo.....	<i>12</i>
Clima.....	<i>13</i>
Vegetación.....	<i>14</i>
Fauna.....	<i>16</i>
MÉTODOS	<i>18</i>
Delimitación de área de estudio.....	<i>18</i>
Reconocimiento y denominación de coberturas.....	<i>18</i>
Presencia y abundancia de <i>Xenospiza baileyi</i>	<i>19</i>
Análisis de potencialidad.....	<i>19</i>
Cálculo de la vagilidad.....	<i>20</i>
Categorización de polígonos de pastizal.....	<i>21</i>
Propuesta de área de conservación.....	<i>22</i>
RESULTADOS	<i>23</i>
Clases de cobertura.....	<i>23</i>
Ocurrencia y abundancia de <i>Xenospiza baileyi</i> por coberturas.....	<i>27</i>
Polígonos potenciales para la ocurrencia de la especie.....	<i>29</i>
Clases de vagilidad de <i>Xenospiza baileyi</i>	<i>31</i>
Propuesta de áreas de conservación.....	<i>31</i>

DISCUSIÓN 35

Area de estudio..... 35

Métodos..... 35

Resultados..... 37

Amenazas..... 39

Corredores..... 41

Conservación..... 42

CONCLUSIONES 46

LITERATURA CITADA..... 47

ÍNDICE DE MAPAS

<i>Mapa 1. Clases de coberturas vegetales y de uso de suelo en el área de distribución de <u>Xenospiza baileyi</u></i>	26
<i>Mapa 2. Presencia y clases de abundancia correspondientes a <u>Xenospiza baileyi</u> asociada a los polígonos y a las clases de cobertura</i>	28
<i>Mapa 3. Polígonos de pastizal potenciales para la ocurrencia de <u>Xenospiza baileyi</u> y puntos de verificación</i>	30
<i>Mapa 4. Áreas de vagilidad generadas con base en las clases de abundancia de <u>Xenospiza baileyi</u></i>	33
<i>Mapa 5. Propuesta de áreas para la conservación de <u>Xenospiza baileyi</u>, según niveles de prioridad</i>	34

RESUMEN

En biología de la conservación es frecuente que la información existente acerca de las especies amenazadas sea escasa, esto constituye un inconveniente cuando se quiere abordar un problema específico de conservación. Para solventar este inconveniente se pueden usar herramientas metodológicas como los sistemas de información geográfica, dentro del marco conceptual de la ecología del paisaje. Este enfoque permite el desarrollo de modelos espaciales que contextualizan la información sobre el objeto de estudio dentro de la dinámica espacial del territorio.

Xenospiza baileyi es un ave del orden de los Paseriformes que actualmente presenta un área restringida de distribución (pastizales intermontanos al Sur del Valle de México), encontrándose en peligro de extinción y sobre cuya biología existe escasa información. Con el objeto de establecer una estrategia de conservación en dicha área, se integró, mediante sistemas de información geográfica, la información existente sobre la presencia y abundancia de la especie con las coberturas resultantes de la fotointerpretación.

Se establecieron las relaciones entre la presencia de *X. baileyi* y las coberturas, identificando al pastizal como la cobertura en la que la especie se encuentra mayoritariamente asociada. Se estableció una propuesta de áreas críticas para la conservación diferenciadas en cuatro prioridades: áreas núcleo, pastizal de presencia verificada, pastizal de presencia potencial y corredores.

INTRODUCCIÓN

La Cuenca de México tiene una larga y compleja historia de ocupación por parte del hombre a lo largo del tiempo, que se ha traducido en una constante modificación del medio natural sobre el que se asienta. En la época prehispánica la Cuenca de México era ya una de las áreas más densamente pobladas de la región, posiblemente del mundo, y poseedora de una civilización lacustre altamente desarrollada, tanto tecnológica como culturalmente (Ezcurra 1990). Con la Conquista, la traza de las ciudades fueron rediseñadas y se introdujeron nuevos usos de la tierra, incompatibles con los anteriores, que a su vez provocaron nuevos efectos sobre el ambiente. Actualmente esta área es sede del mayor complejo urbano del mundo, y uno de los ejemplos más notorios del fenómeno de concentración urbana de los países del tercer mundo (Ezcurra 1990). Este hecho produce una enorme influencia en el ambiente de los alrededores próximos y no tan próximos de la ciudad.

A pesar de un marco histórico de ocupación tan prolongado, es durante las últimas cinco décadas cuando los procesos de cambio de uso de suelo han transformado a una tasa rápida e intensa los escenarios rurales próximos a zonas urbanas y semiurbanas, y han modificado profundamente la composición y estructura de los ambientes naturales (Ezcurra 1990).

El rápido crecimiento de la población urbana, resultado de la alta inmigración procedente del campo y del elevado crecimiento demográfico, que en los últimos cuarenta años ha producido un crecimiento urbano del orden del 315 % (Velázquez *et al.* 1996), crea un grave desequilibrio entre el sistema urbano y el medio que lo rodea, ya que las crecientes necesidades de la ciudad implican una intensificación y extensificación del uso del medio circundante. La demanda creciente de alimentos, espacio y servicios por parte de la población citadina, planteó la necesidad de buscar tierras fértiles donde abrir nuevos campos agrícolas para sembrar básicamente maíz, avena y trigo. Con este objeto han sido deforestadas paulatinamente amplias zonas en las distintas serranías localizadas al sur de la Ciudad de México. En áreas donde no es posible implantar cultivos se han establecido otras actividades como el pastoreo y la explotación forestal. Al mismo tiempo, antiguas áreas agrícolas son absorbidas por el crecimiento urbano debido a la continua necesidad de zonas para habitación, y el trazado de infraestructuras de comunicación

(Ezcurra 1990, Velázquez *et al.* 1996). Esta necesidad de espacio lleva a invadir zonas naturales ricas en recursos, afectando tanto su estado como su dinámica, pudiendo llegar en algunos casos hasta su total eliminación e irreversible recuperación (González 1982). Este deterioro ha producido la fragmentación y destrucción de los hábitats de numerosas especies de flora y fauna que habían encontrado refugio en las áreas naturales de la zona sur de la Cuenca de México (Ceballos y Galindo 1984, Velázquez y Romero 1999), lo cual pone en riesgo la supervivencia de las especies en una zona que se considera como región prioritaria para la conservación (CONABIO, SEMARNAP) debido a su gran diversidad en flora y fauna, y que está catalogada como reserva forestal .

El gorrión serrano (*Xenospiza baileyi*), es una de las muchas especies que se ha visto afectada por las consecuencias del desmedido crecimiento urbano del Distrito Federal. Es considerado como una especie en peligro de extinción por el grado de amenaza que sufre su hábitat (ICBP-IUCN 1992, Arizmendi y Márquez 2000). El área de distribución original del ave ha sido fragmentada y reducida a unas escasas localidades al sur de la Cuenca de México (ICBP/IUCN 1992). Actualmente el área de ocupación del gorrión serrano se encuentra en los zacatonales intermontanos ubicados entre las zonas rurales de Morelos y el Distrito Federal. Son áreas de escasa pendiente, favorables para actividades agrícolas y ganaderas, así como para el establecimiento de veredas y caminos. Esto les otorga un alto grado de amenaza y vulnerabilidad debido a la presión constante que ejercen las actividades humanas (Velázquez 1993a, Velázquez *et al.* 1996). A pesar de esta situación, *Xenospiza baileyi* es una especie poco estudiada y de la cual se ignora prácticamente todo acerca de su biología.

La vulnerable situación actual de la especie obliga a considerar estrategias de conservación a pesar de la escasa información existente sobre el ave. Para ello es necesario recurrir a enfoques como los proporcionados por la ecología del paisaje. En el caso de la primera, nos permite abordar la problemática de la especie mediante unidades espaciales naturales (coberturas, cuencas, unidades ambientales) de la región que constituyen el área ocupada por la especie (Velázquez y Romero 1999). De la misma manera la modelación nos sirve en los casos de escasa información y a partir de supuestos teóricos sustentados científicamente crear escenarios de verosimilitud sobre la especie estudiada (Meffe y Carroll 1994). En ambos casos la utilización de los sistemas de información geográfica (SIG) constituyen una herramienta de incuestionable valor que

nos permite analizar y representar espacialmente los procedimientos y resultados de los modelos utilizados.

La urgencia por conservar al gorrión serrano nos induce a establecer estrategias de conservación de carácter aproximativo. Es decir, crear propuestas utilizando sólo la información existente de manera que *Xenospiza baileyi* disponga de un marco de protección hasta que se conozca más acerca de su biología, y se puedan establecer programas de conservación mejor sustentados.

Bajo el esquema anterior se hace prioritario generar estrategias que no solo se encarguen de proteger a la especie en cuanto a sus individuos ya que no sobrevivirían sin su ambiente natural (Velázquez y Heil 1996). Sin embargo, la protección de los individuos y de su ambiente natural, bajo un enfoque de áreas protegidas, no asegura la supervivencia de la especie. Es importante realizar estudios de la especie en el tiempo (presente y pasado) y el espacio (dentro y fuera de las áreas a proteger) simultáneamente (Fahring y Merriam 1994), para mejorar y retroalimentar los planes de conservación para la especie.

OBJETIVOS

Con el fin de crear una propuesta de conservación para la especie mencionada se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo general

Generar una estrategia de conservación de *Xenospiza baileyi* desde una perspectiva espacial.

Ojetivos particulares

Distinguir, describir y representar espacialmente las coberturas de vegetación que se encuentran en el área de distribución de *Xenospiza baileyi*.

Detectar las coberturas que representan las condiciones para la ocurrencia de la especie y describir el patrón de distribución de la especie

Detectar las áreas potenciales para la ocurrencia de la especie a partir de las clases de cobertura

Formular un modelo espacial para predecir las áreas críticas a partir de los patrones de vagilidad de *Xenospiza baileyi*.

ANTECEDENTES

Xenospiza baileyi

El gorrión serrano, *Xenospiza baileyi*, es un ave del orden de los passeriformes de 15-20 g de peso aproximadamente y un tamaño total menor a los 20 cm. El gorrión serrano es considerada una ave rara y poco estudiada (Dickerman *et al.* 1967, Wilson y Ceballos-Lascurain 1986 y Oliveras *et. al en prensa.*), pero es posible que su carácter silencioso y sus hábitos terrestres (excepto en época de reproducción), hayan propiciado la subestimación de su población (ICBP-IUCN 1992).

Los primeros especímenes del gorrión serrano fueron colectados en marzo de 1889 en la Sierra Bolaños, ubicada en el norte del estado de Jalisco (Pitelka 1947). Cuarenta y dos años después, en 1931, en una localidad conocida como la Ciénega, 55km al sur-oeste de la ciudad de Durango, Bailey A.M y Conover H.B, localizaron una población del gorrión y en 1957 cerca de la misma ciudad, se colectaron 5 especímenes más. (Bailey y Conover 1935, Pitelka 1947, Miller *et al.* 1957).

Existen registros recientes en diversas localidades ubicadas en los pastizales intermontanos entre los estados de Morelos y el Distrito Federal, como por ejemplo La Cima, cerca del Volcán Pelado, el Capulín, el Fierro del Toro, El Guarda y al sur-este de Santa María Tlacotenco. (Dickerman *et. al* 1967, Cabrera y Escamilla 2000, Oliveras *et al en ed.*)

Existen ciertas divergencias sobre la descripción del hábitat de *Xenospiza baileyi*. Bailey y Conover (1935) mencionan que los individuos colectados en Durango se encontraban en zonas inundables de pastizales a 2400 msnm, sin embargo Pitelka (1947), sugiere que el hábitat no han de ser necesariamente los pastizales inundables. El hábitat descrito por Dickerman *et al.* (1967) presenta a su vez ciertas diferencias con los anteriores, reporta que se trata de "una asociación primaria de pastos medianos y altos, *Epicampes macrura*, *Festuca amplisima*, *Stipa ichu*, y *Muhlebergia affinis*, interrumpidos por líneas de *Pinus montezumae* en crestas y lomas". Esta descripción fue modificada por Wilson (1991), aduciendo que en el área considerada la especie *P. montezumae* es menos común que *P. hartwegii* y *P. teocote*, y que probablemente no fuera el pasto *M. affinis* el que allí se encuentra, sino que se tratara de *M. macrura*, sugiriendo una posible sinonimia.

Los hábitats presentes en el D.F. y Morelos son descritos por Wilson y Ceballos Lascurain (1993) como planicies de densos pastizales con pinos pequeños esparcidos, a veces pequeños bosques, y derrames lávicos y rocas. Hasta el año 2000 (Cabrera y Escamilla 2000), no se había realizado ninguna descripción en detalle del área donde se encuentra el hábitat del gorrión serrano en el sur de la Cuenca de México, tan sólo existían dos descripciones generales de la zona. En este estudio se describe el hábitat del ave compuesto por comunidades secundarias de zacatonal subalpino, dominadas por gramíneas amacolladas rígidas y ásperas de *Festuca lugens*, *Festuca tolucensis*, *Muhlenbergia macroura*, *Muhlenbergia quadridentata* y *Stipa ichu*, así como por zonas agrícolas y de pastoreo. Sugiere que el origen de dichos zacatonales es de carácter antrópico, y su mantenimiento depende en parte de la perturbación causada por las actividades humanas.

Xenospiza baileyi no ha sido colectado ni avistado en Durango desde 1931 y en Jalisco desde 1889, y además se ha reportado que el hábitat en tales localidades ha sido profundamente modificado. Según Howell and Webb (1995) en Durango los pastizales donde se distribuía el ave han desaparecido y en lugar de éstos ahora existen zonas agrícolas. Pitelka (1947) reporta que los únicos ejemplares de *X. baileyi* existentes del área de Jalisco se encuentran en museos, y que su hábitat también se ha transformado. Esto nos lleva a pensar que los pastizales de la zona sur de la Cuenca de México son el último refugio constatado para *Xenospiza baileyi*.

En esta última región las comunidades de pastizales donde está mejor representada el ave en términos de superficie e integridad se encuentran sujetas a actividades antrópicas que causan deterioro del zacatonal (Velázquez 1993b). Dickerman *et al.* (1967), mencionan una pérdida del 35% del zacatonal respecto al área registrada anteriormente por ellos. La situación de estos ambientes es considerada crítica, ya que la distribución espacial de los zacatonales se encuentra fragmentada y reducida (Cabrera y Escamilla 2000).

Problemática de la zona sur de la Cuenca de México

La zona sur de la Cuenca es considerada área prioritaria para la conservación, AICA 14 con categoría G1, (CONABIO 1996, Arizmendi y Márquez Valdelamar 2000), a pesar de esta categoría se caracteriza por un intenso uso del suelo para diversas actividades productivas. Las actividades que en ella se realizan pueden clasificarse en cuatro rubros: urbana, forestal, agrícola, y ganadera.

Urbana

La cercanía de esta zona con la ciudad más grande del mundo, la Ciudad de México, no puede pasar desapercibida. A pesar de que no existen estudios formales de monitoreo acerca del crecimiento urbano para toda la cuenca, un estudio de la zona rural del Distrito Federal (COCODA 1984) nos da una idea aproximada acerca del fenómeno. Los resultados de un análisis de 25 años muestran lo siguiente: la superficie urbana aumentó más de 200%, la superficie agrícola permaneció aproximadamente constante y la superficie forestal, que incluye bosques, matorrales y pastizales, disminuyó un 23%.

Las conclusiones que se obtienen de estos datos son el incremento del área urbana y el mantenimiento de la superficie agrícola. Esto podría explicarse a través de dos procesos. En primer lugar que la mancha urbana se ha extendido tanto sobre la superficie forestal como sobre la agrícola, y en segundo que el área forestal se redujo, por el avance urbano y por la apertura de nuevas tierras destinadas a la agricultura (Velázquez et al. 1996).

Una consecuencia del crecimiento urbano, añadida al cambio de uso de suelo, es la contaminación, que afecta no sólo al ser humano, sino también a las zonas aledañas a la ciudad. El daño se puede apreciar sobre todo en las ramas, las hojas de los árboles y en el debilitamiento de los mismos, lo que les hace más vulnerables al ataque de plagas y enfermedades, al extremo de que existen grandes extensiones de bosque donde todos sus elementos están muertos (Velázquez 1993a).

Forestal

La explotación forestal en el área se realiza de dos formas, intensiva y extensivamente. Aranda (1978) documentó cinco actividades principales:

- 1) La tala, es la explotación intensiva principal. Tiene dos fines, el consumo doméstico y la venta de madera principalmente para fábricas de papel.
- 2) El ocoteo, que es el corte fraccionado de los pinos, y que tiene un fuerte impacto ya que debilita los árboles haciéndolos más vulnerables a infecciones de parásitos, ataques de insectos, así como a ser derribados por el efecto de los vientos.
- 3) La recolección de hongos silvestres, que son usados tanto para consumo como para la venta.
- 4) Corte del zacatón en la sierra del Chichinautzin, para forraje, manufactura de escobas, escobetones y tejados. Esta actividad actualmente no es de importancia, sin embargo en el pasado contribuyó al deterioro de los pastizales y por ende a la modificación del hábitat del gorrión.
- 5) La caza clandestina, que básicamente es para autoconsumo.

Una última actividad que se debe tomar en cuenta es la recreación, ya que la zona es utilizada como área de esparcimiento, tanto por lugareños como por pobladores de la ciudad de México.

Agrícola

Las actividades agrícolas en el área se realizan bajo dos enfoques principalmente. El tradicional, que consiste principalmente en el cultivo en pequeñas parcelas de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), haba (*Vicia faba*), calabaza (*Curcubita* spp.), en algunos casos plantas ornamentales como la rosa (*Rosa* spp.), la nube (*Gypsophil* spp.), la gladiola (*Gladiolus* spp.), el alhelí (*Mathiola incana*) y el perrito (*Lamourouxia* spp.), y el cultivo del nopal (*Opuntia streptacantha*) (Velázquez 1990). El sistema moderno, que se desarrolla en grandes extensiones, con el uso intensivo de fertilizantes, plaguicidas, herbicidas, así como de maquinaria para la siembra y la cosecha. Los cultivos de avena (*Avena sativa*) y de cebada (*Hordeum vulgare*) son los más representativos de este tipo de sistema y su uso es sobre todo forrajero. Se siembra primordialmente en las extensas zonas planas, de suelos profundos que existen entre los volcanes, que originalmete presentaban amplias extensiones de pastizal. El continuo acondicionamiento de nuevas

áreas se realiza removiendo el zacatonal. Como consecuencia de esta actividad, las áreas de pastizal, que son el hábitat de *Xenospiza baileyi*, se han visto disminuidas y fragmentadas.

Ganadería

La actividad ganadera se enfoca principalmente a la producción de ganado bovino y ovino. A pesar de ser una actividad secundaria para los pobladores, en el área se realiza un intenso pastoreo. Esto se debe a que la única fuente alimentaria del ganado lo constituye en la vegetación de la zona ya que no se les suministra ningún tipo de complemento alimenticio (López-Paniagua y Rodríguez 1988, Obieta y Sarukhán 1981, COCODA 1984). Los animales se alimentan de al menos 45 especies silvestres diferentes, de las cuales 19 son hierbas, 13 pastos, 12 arbustos y un árbol (López-Paniagua y Rodríguez 1988). A pesar de la variedad de plantas consumibles, el contenido proteínico es muy deficiente, lo que se refleja en una baja producción ganadera (López-Paniagua y Rodríguez 1988). Aunque económicamente son de segundo orden, las actividades ganaderas en el área afectan el ambiente de manera negativa, principalmente por la intensidad del pastoreo y por las actividades de quema y volteo del pasto (Velázquez 1994).

Velázquez (1993a) realizó un estudio en el área, donde concluye que no todas las áreas de pastizal son sometidas a pastoreo con la misma intensidad, siendo más intensamente pastoreadas aquellas áreas donde el acceso es menos complicado, y la cantidad y calidad de forraje del área es mayor. Menciona que la accesibilidad, se relaciona con la altitud y muestra que las áreas con baja altitud fueron las que presentaron mayores evidencias de pastoreo. Obieta y Sarukhán (1981) encontraron que las áreas con pastoreo presentan gramíneas de menor tamaño y una mayor proporción de suelo descubierto. Las especies más afectadas son *Muhlenbergia macroura*, *M. quadridentata* y *Festuca haephaestophila*.

En los pastizales intermontanos el forraje en época de lluvias es muy abundante, en diferencia de la época de secas, que disminuye considerablemente y los pastos no son suficientes para alimentar al ganado durante esta época del año. Para remediar esta situación los pobladores inducen incendios en las áreas de pastoreo, promoviendo así el rebrote de los pastos (Benítez 1988). Aunque esta actividad se ha llevado a cabo durante

largo tiempo, los estudios revelan que la quema de pastizales no necesariamente aumenta la cobertura de los pastos, y que la cobertura vegetal es similar entre las zonas quemadas y las no quemadas (Velázquez 1994).

Esta actividad puede resultar nociva por la contaminación que genera y por los posibles daños ecológicos que causa, sin embargo, hay datos espaciales y temporales que hacen suponer que ésta actividad juega un rol importante en el establecimiento y permanencia del pastizal en ésta área (Velázquez 1993b). En el área sur de la Cuenca de México, las quemadas en el pastizal comienzan en los meses de marzo y abril, meses en los que son más intensas las actividades de anidamiento y reproducción de *Xenospiza baileyi*. Cabrera y Escamilla (2000) sugieren que estas perturbaciones están afectando las relaciones de disponibilidad de recursos de tipo alimenticio, reproductivo y de protección para *Xenospiza baileyi*.

ÁREA DE ESTUDIO

De las costas de Colima y Nayarit se extiende hacia el estado de Veracruz una de las principales unidades geológicas y geomorfológicas de la República Mexicana: el Sistema Volcánico Transversal. Es una alargada franja de unos 800 km de longitud, que se extiende de oeste a este, con amplitudes variables de 50 a 250 km, resultado de una extraordinaria actividad volcánica que tuvo lugar en el Pliocuaternario. Morfológicamente, el Sistema Volcánico Transversal consiste en una serie de planicies escalonadas, desmembradas por volcanes aislados, pequeños grupos de volcanes y grandes cadenas montañosas volcánicas. El modelado erosivo se reconoce sólo en pequeñas localidades, ya que la intensa actividad endógena ha impedido su desarrollo normal (Lugo 1984).

La Cuenca de México se ubica sobre la porción centro-oriental del Sistema Volcánico Transversal. Es una unidad hidrográfica cerrada (aunque actualmente se desagua artificialmente) de aproximadamente 9,600 km² y abarca parte de los estados de México, Morelos, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y el Distrito Federal. Su parte más baja, una planicie lacustre, tiene una elevación de 2,240 msnm. La cuenca se encuentra rodeada por numerosos conjuntos de montañas jóvenes y antiguas (Lugo 1984). En las montañas del sur de la Cuenca de México tiene una superficie de aproximadamente 1,000 km² y ha quedado limitada al norte por la Ciudad de México, al sur por vías de comunicación entre la Cuenca de México y el Valle de Cuernavaca, al este por el Valle de Juchitepec y al oeste por el Valle de Toluca (Velázquez y Romero 1999).

En particular, el área de estudio corresponde a las planicies intermontanas en el sur de la Cuenca de México. Está delimitada al este por el volcán Tláloc, al oeste por el volcán Pelado, al sur por el volcán Chichinautzin y al norte por los poblados de Milpa Alta y Santa Ana Tlacotenco (Figura 1).

Geología, relieve y suelo

La Cuenca de México debe su formación a procesos volcánicos y tectónicos que se han ido desarrollando a partir del Eoceno Superior, es decir durante los últimos 50 millones de años. El vulcanismo produjo espesores de dos kilómetros de lava basáltica hasta riódacítica, con material piroclástico asociado (tobas, cenizas y brechas). En menor proporción se encuentran sedimentos lacustres depositados durante el Cuaternario y

material aluvial con intraestratificaciones de cenizas volcánicas del Plio-Pleistoceno (Lugo 1984).

El área está constituida por dos paisajes geomórficos principales: la planicie propiamente dicha, donde existen geoformas tales como la llanura lacustre, algunas planicies aisladas lomeríos bajos y planicies de inundación, y en segundo lugar las sierras que lo circundan, con geoformas tales como laderas y valles erosivos. Las primeras se caracterizan por formar, en conjunto, una gran extensión de cubiertas por derrames lávicos sobrepuestos, representados por numerosos aparatos volcánicos juveniles (Ajusco, Pelado, Oyameyo, etc.), domos, sierras (Chichinautzin, Las Cruces, Santa Catarina, etc.), lomeríos altos, conos cineríticos y lahares. Dentro de las geoformas se encuentran los valles intermontanos, rampas de piedemontes y cañones (Lugo 1984). En cuanto a los suelos del sur de la Cuenca de México, éstos presentan características genéticas y morfológicas distintivas y complejas, determinadas por la composición y edad de los materiales eruptivos, por la influencia climática diferencial en el gradiente altitudinal de la región y por factores gravitacionales como la pendiente y el desagüe. Los principales tipos de suelos reportados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI 1998), para el sur de la Cuenca de México según la clasificación de la FAO son Andosol húmico y Litosol.

Entre el volcán Pelado y el Tláloc, existen planicies intermontanas que corresponden a planicies acumulativas y a planicies de piedemonte bajas y medias. Presentan suelos profundos y semiprofundos de tipos Feozem, Andosol y Litosol. Se encuentran entre los 2,800 y los 3,400 m de elevación.

Clima

El clima del sur de la Cuenca de México, está influenciado por regímenes templados y tropicales. Velázquez (1993a) de acuerdo con García (1981) define dos principales zonas climáticas:

Zona templada. Descrita como templada subhúmeda con una temperatura media anual entre los 5^o y los 18^o C. Se presenta entre los 2,800 y 3,450 m de altitud. Se define como C(W2) (W) big.

Zona semifría. Descrita como fría, subhúmeda con una temperatura media anual que varía entre 5^o y 12^o C. Se presenta a partir de los 3,450 m de altitud. Se define como C(W2) (W) cig.

La precipitación varía desde los 800 mm hasta 1,300 mm, entre los meses de mayo y octubre se presenta mas del 90% de la cantidad total de lluvia.

Vegetación

Considerando la clasificación de Rzedowski (1978) para el sur de la Cuenca de México, el tipo de vegetación predominante el denominado como bosque de coníferas. De forma más específica, Velázquez (1993b) define 7 grupos de comunidades de plantas:

Grupo de comunidades de Bosque de oyamel *Abies religiosa*. Se desarrollan principalmente en las laderas de cerros y cráteres protegidos contra la radiación solar y los vientos. Se presenta entre los 3,150 y 3,550 m de altitud. Las especies diagnósticas son *Abies religiosa*, *Senecio baraba-johannis* y *S. angulifolium*.

Grupo de comunidades de Bosque de pino *Pinus hartwegii*. Son los bosques representativos de la zona limítrofe de desarrollo del estrato arbóreo y el inicio de las comunidades de pastizales alpinos. Se restringen a las laderas de alta pendiente y a planicies de altura, entre los 2,900 y 4,100 m de altitud. Las especies diagnósticas son *Pinus hartwegii* y *Muhlenbergia quadridentata*. En ocasiones pueden formar bosques mixtos con *Alnus* spp. y *Quercus* spp., los que se desarrollan entre los 2,900 y los 4100 m de altitud.

Grupo de comunidades de zacatonal o pastizal subalpino *Festuca tolucensis*. Se desarrollan en los fondos de los cráteres de los principales volcanes, a una altitud de 3,500 m, también sobre las planicies de acumulación y piedemonte inferior. Las especies diagnósticas son *Festuca tolucensis*, *Trisetum spicatum*, *Poa annua*, *Calamagrostis tolucensis* y *Muhlenbergia macroura*.

Grupo de comunidades de Bosque mixto con pastizal *Muhlenbergia-Alnus*. Se desarrolla en las laderas de los piedemontes de la mayoría de los volcanes de la región; también en zonas disectadas de alta pendiente y entre los 3,080 m y 3,500 m de altitud. Las especies diagnósticas son *Buddleia parviflora*, *Quercus laurina*, *Arbutus glandulosa*, *Pinus montezumae*, *Alnus firmifolia* y *Penstemon gentianoides*.

Comunidad de praderas *Stipa ichu*. Se encuentra en valles intermontanos y en claros de bosques de *Abies* y *Pinus*, con suelos de escaso drenaje y entre los 2,900 y 3,500 m de altitud. Las especies diagnósticas son *Stipa ichu*, *Potentilla candicans*, *Astragalus micanthus*, *Reseda luteola* y especies del género *Arenaria*.

Cultivo de *Avena sativa*, *Zea mays* y *Opuntia streptocantha*. Son ambientes conformados por plantas introducidas y cultivadas por el hombre y por especies nativas particulares. Cada cultivo tiene una localización diferencial. Los cultivos de avena se encuentran en las planicies intermontanas, lomeríos bajos y piedemonte de baja pendiente. Las especies diagnósticas son *Avena sativa*, *Tagetes coronopifolia* y *Oxalis corniculata*. Los cultivos de maíz se encuentran tanto en terrenos planos como en laderas con pendientes pronunciadas. En su mayoría, este cultivo se encuentra cerca de los centros de población. Las especies diagnósticas son *Zea mays*, *Lopezia racemosa*, y *Vulpia myuros*. Los cultivos de nopal se restringen a los terrenos con sustrato rocoso, en los bordes de los derrames de lava. Las especies diagnósticas son *Opuntia streptocantha*, *Polygonum argyrocoleon* y *Lopezia* sp.

Además de estas clases, en algunos lugares se presenta un tipo de matorral xerófilo que Rzedowski (1988) lo describe como matorral de *Sedum oxypetallum*. Además de *S. oxypetallum* es frecuente la presencia en este tipo de matorral xerófilo de especies del género *Juniperus*. Se localiza sobre derrames de lava, por ejemplo al noreste del Volcán Chichinautzin, a una altitud de 3,000 m.

Fauna

Para el sur de la Cuenca de México se han registrado 59 especies de mamíferos, de las que 14 son especies endémicas para el país (Velázquez y Romero 1999). En cuanto a la avifauna, Cabrera y Meléndez (1999) han determinado una riqueza de 192 especies, de las cuales el 78% son residentes, 21% son migratorias invernantes y el resto son especies transitorias y residentes de verano. Existen 23 especies endémicas para el país y 16 clasificadas bajo diversas categorías de riesgo, destacando *Xenospiza baileyi* (Diario Oficial de la Federación 1994) que se encuentra en peligro de extinción (Cabrera y Escamilla 2000). Los anfibios con 24 especies representan 8.22% reportado para todo el país. Para los reptiles se ha determinado la presencia de 56 especies (Estevez y Castañeda *en ed*).

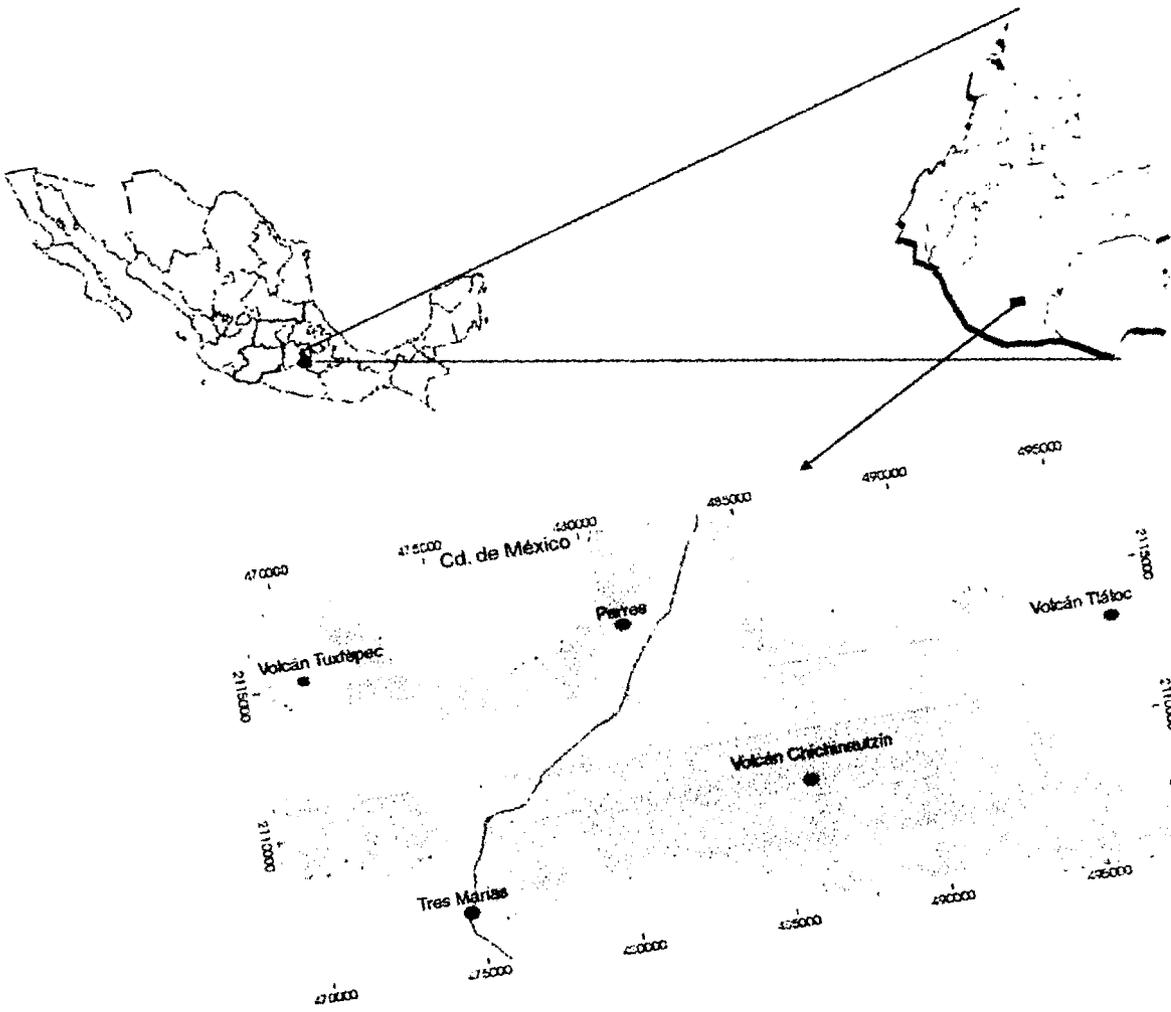


FIGURA 1. Área de estudio

MÉTODOS

Para realizar el presente trabajo se usaron 25 fotografías pancromáticas escala 1:35,000 de enero a marzo de 1997, las cuales fueron obtenidas del banco de información del INEGI. También se usó una imagen pancromática obtenida del satélite hindú IRS-1C en el año de 1998, la cual se georreferenció con la proyección Universal Transversa de Mercator (U.T.M.), correspondiente a la zona 14 y el esferoide de Clarke de 1886, con un tamaño de píxel de 6 m² y un error medio cuadrático menor a los 6 m². Los procesos digitales se realizaron en el sistema de información geográfica ILWIS versión 2.23 en una computadora personal Pentium II con 6 GB en disco duro y 64 MB de memoria RAM.

Delimitación de área de estudio

La delimitación del área de estudio se realizó sobre la región sur del Valle de México, en donde se ha reportado la presencia de *Xenospiza baileyi* con base en dos criterios. Por un lado, el intervalo de altitud en el que su ocurrencia ha sido reportada en dicha área, 2,900-3,100 m, y por otro, la extensión de superficie ocupada por pastizales, que es la cobertura vegetal donde la especie ha sido avistada (Pitelka 1947, ICBP-IUCN 1992).

Reconocimiento y denominación de coberturas

Con la finalidad de identificar y delimitar las coberturas presentes en el área de distribución de la especie, se realizó la fotointerpretación de las 25 fotografías pancromáticas. Dicho proceso se llevó a cabo con base en el análisis de las características espectrales de la imagen: forma, tono, textura y patrón. A partir de esta primera aproximación de la delimitación de coberturas, se realizó trabajo de campo con el objeto de verificar y detallar el resultado del proceso de fotointerpretación. De esta manera se obtuvo la delimitación final de los polígonos de las distintas coberturas siguiendo el criterio sugerido por Loth (1990) y Velázquez (1994).

Esta delimitación de polígonos de coberturas se utilizó como referente para definir los polígonos en la imagen digital, integrando dicha delimitación al sistema de información geográfica (SIG). Una vez dentro del SIG se nombraron los distintos polígonos según su cobertura, obteniendo así un mapa de coberturas del área.

Presencia y abundancia de *Xenospiza baileyi*

Cabrera y Escamilla (2000) realizaron un estudio para caracterizar el hábitat de *Xenospiza baileyi* que proporcionó la información de presencia y abundancia de la especie necesaria para el presente trabajo. A partir de la base de datos que liga los puntos de registro (georreferenciados) establecieron la siguiente relación de valores de abundancia para cada una de las siete comunidades vegetales presentes en el área: 0, 3, 4, 5, 9, 48 y 61 individuos. Con estos valores definieron dos tipos de abundancia: mayor, que contiene los valores 3, 4, 5, 9, y menor, que incluye los valores 48 y 61. Con esta información se generó un mapa de puntos de presencia en el que cada punto de registro está asociado a un valor de abundancia de la especie.

Para saber cuales de estos polígonos presentan la ocurrencia de *Xenospiza baileyi* se realizó una sobreposición del mapa de coberturas con un mapa de puntos de la presencia de la especie. De esta manera, a partir de la sobreposición de dichos mapas se obtuvo sobre qué coberturas y polígonos se ha verificado la ocurrencia de *X. baileyi*, y un valor de abundancia (mayor o menor) asociado a dicha presencia. Estos polígonos con presencia confirmada de la especie se denominaron "verificados", y a las coberturas que los caracterizaron se les consideró como las que representan las condiciones para la ocurrencia de la especie. Aquellos polígonos en los que no existe información sobre dicha presencia se nombraron como "no verificados".

Análisis de potencialidad

La literatura menciona la presencia de la especie sólo en las áreas de pastizal, por lo tanto se restringió el análisis de potencialidad a los polígonos de pastizal no verificados. Este análisis consistió en examinar la similitud existente entre los polígonos de pastizal verificados y no verificados, y esto se realizó mediante dos procedimientos. Por un lado se analizó la semejanza entre sus características espectrales, proceso realizado mediante la reverificación de los polígonos de pastizal generados durante el proceso de fotointerpretación. Por otro, se estudió la similitud presente entre sus características de vegetación. Las características de vegetación de los polígonos verificados se obtuvieron a partir de la descripción realizada por Cabrera y Escamilla (2000), y las correspondientes a los no verificados se dedujeron sobreponiendo nuestro mapa de polígonos con el mapa generado por Velázquez (1993a), donde describe las comunidades vegetales del área. Los polígonos de pastizal no verificados que presentaron las mismas características

espectrales y de vegetación que los verificados, se consideraron como polígonos potenciales para la ocurrencia de *Xenospiza baileyi*. Estos polígonos se representaron en el mapa de coberturas del área como un tipo (no verificados) dentro de la clase de pastizal.

Cálculo de la vagilidad

La información de que se dispone sobre presencia-abundancia de la especie, espacialmente está expresada “puntualmente”, es decir los valores de presencia-abundancia están asociados a un par de coordenadas, no esán referidos a un área. Para realizar este “salto”, de información puntual a información asociada a áreas nos basamos en el concepto de vagilidad del ave, es decir, la capacidad y características de movimiento que se le atribuyen al ave.

Este modelo de vagilidad se sustenta en tres supuestos:

1. Se asume que las características de la vegetación son homogéneas en todo el polígono con respecto a las descritas en el punto de verificación (avistamiento) (Velázquez 1994).
2. Se espera que los patrones de movimiento sean equivalentes entre individuos de diferente sexo en la especie (Cabrera y Escamilla 2000).
3. Competencia intraespecífica: a mayor abundancia, mayor competencia intraespecífica, y por tanto mayor vagilidad.

A partir de este modelo de se adjudicó un área circular de vagilidad a los puntos de presencia de la especie con un tamaño de radio función de su valor de abundancia. Sobre los puntos de abundancia mayor el radio establecido es de 400 m, y sobre los de abundancia menor de 200 m, vagilidad mayor y vagilidad menor respectivamente (Harestad and Bunnell 1979, Cardoso da Silva et. al 1996, Oliveras *et al en prensa*). Sobre esta área se considera que la densidad de la especie es uniforme e igual a la del punto de verificación (Velázquez 1994).

Este procedimiento permitió representar en un mapa un escenario de la vagilidad de los individuos avistados y por lo tanto suponer un rango de movimiento asociado a polígonos de cobertura pastizal.

Categorización de polígonos de pastizal

El objeto de la categorización de los polígonos de pastizal es definir las bases sobre las que establecer un criterio de la prioridad de conservación entre las distintas áreas, y se hace considerando dos propiedades de éstos: que contengan evidencia de la especie (verificados) y su valor de abundancia, y por tanto de vagilidad.

La primera distinción entre dichos polígonos se hace según contengan o no información sobre la ocurrencia de la especie, es decir verificados y no verificados (potenciales). La verificación sobre la ocurrencia de la especie puede ser de tipo directa, si el polígono presenta puntos de verificación dentro de su contorno, o puede ser de tipo indirecta, y para este caso se aplica el modelo de vagilidad sobre los puntos de verificación. De esta manera, si algún polígono no verificado (potencial) de pastizal es abarcado total o parcialmente por alguno de los círculos de vagilidad se considera que la especie teóricamente existe en dicho polígono y con un valor de abundancia igual al del círculo de vagilidad. Estos polígonos pasan a ser considerados como polígonos verificados a todos los efectos, que se categorizan a su vez en dos tipos según su nuevo valor de abundancia, mayor o menor.

La categorización de los polígonos de pastizal y el nivel de prioridad de conservación, en orden decreciente, sería como se detalla a continuación:

1. Áreas núcleo: áreas de vagilidad mayor y menor que estén conectadas a los pastizales.
2. Prioridad 1: polígonos verificados que presenten abundancia.
3. Prioridad 2: aquellos polígonos no verificados, potenciales para la ocurrencia de la especie.
4. Prioridad 3: polígonos verificados de abundancia menor, corresponden a los corredores.

Propuesta de área de conservación

El área de conservación propuesta se obtiene como resultado de añadir una franja de amortiguamiento alrededor de los distintos polígonos de pastizal. El tamaño de dicha franja depende de la categoría, nivel de prioridad, de polígono. Esta franja de amortiguamiento sigue los mismos supuestos de vagilidad antes descritos y permite establecer un criterio de conservación basado en áreas con mayor o menor prioridad (áreas críticas para la conservación).

RESULTADOS

El área de distribución de *Xenospiza baileyi*, abarca un total de 23,180 ha, se identificaron seis clases de coberturas de distinto grado de intervención antrópica (Mapa1), distribuidas en 155 polígonos, que a continuación se describen en orden decreciente de intervención (Cuadro 1).

CUADRO 1. Clases de coberturas reconocidos por fotointerpretación. Cada clase ocupa una superficie y un número determinado de polígonos.

Clase	Cobertura	Superficie (ha)	Superficie (%)	Polígonos (No.)
I	Asentamientos humanos	39.75	0.17	2
II	Agricultura	6,047.38	26.09	50
III	Agricultura-forestal	527.52	2.28	31
IV	Pastizal	796.49	3.44	29
V	Pastizal-bosque	971.89	4.19	41
VI	Bosque	14,796.82	63.83	2
Total		23,179.85	100.00	155

Clases de cobertura

Clase I

Se distinguió a partir de tonos oscuros y patrones reticulares de límites nítidos definidos por la infraestructura de casas habitación y la red de vías de comunicación. A esta clase se le denominó "asentamientos humanos", por ser el uso de suelo característico. Incluye dos polígonos, separados por un área agrícola intermedia, que representan el poblado de Parres. El total de la superficie cubierta por esta clase es de 39.75 ha (0.17 %).

Clase II

Se diferencia por sus patrones regulares de límites discretos y la ausencia de elementos arbóreos. Esta clase presenta rasgos típicos de uso agrícola de temporal, incluyendo comunidades vegetales características de dicha actividad, que presentan entre otras las especies de maíz (*Zea mays*), nopal (*Opuntia streptacantha*), trigo (*Triticum sativum*), avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) (Velázquez *et al.* 1996). A esta clase se le designó como "agricultura" según el uso de suelo predominante. Es la clase que

presenta mayor número de polígonos, 50 en total, con tamaños variables entre una y cientos de hectáreas. El total de superficie ocupada por esta clase es de 6,047.38 ha (26.09%).

Clase III

Son áreas caracterizadas por la combinación de una matriz de tono claro que contiene un patrón de puntos de tonalidad oscura distribuidos irregularmente. Los tonos claros representan zonas de actividad agrícola con algunas parcelas en descanso, los oscuros corresponden a árboles aislados remanentes de comunidades de bosques mixtos (Velázquez 1993a). Esta clase fue denominada "agricultura-forestal" con base en el uso de suelo predominante, e incluye 31 polígonos cubriendo una superficie de 527.52 ha (2.25%).

Clase IV

Presenta áreas de patrones homogéneos con tonos grises claros de límites discretos e irregulares. Se denominó como "pastizal" basándonos en la cobertura vegetal, caracterizada por gramíneas amacolladas que tipifican a las comunidades de los géneros *Muhlenbergia*, *Calamagrostis*, *Stipa* y *Festuca* (Velázquez 1993^a, Cabrera y Escamilla 2000). La superficie comprendida por esta clase es de 796.48 ha (3.44%). Comprende 29 polígonos distribuidos tanto en el interior como contiguos a campos de cultivo. Se localiza también formando franjas en los bordes de campos de cultivo y caminos de terracería ("corredores"), con una presencia más heterogénea de comunidades vegetales, *Cheylantes pyramidalis*, *Senecio cinerarioides-Muhlenbergia macroura* y *Verbena teucriifolia-Muhlenbergia vaginata* (Cabrera y Escamilla 2000).

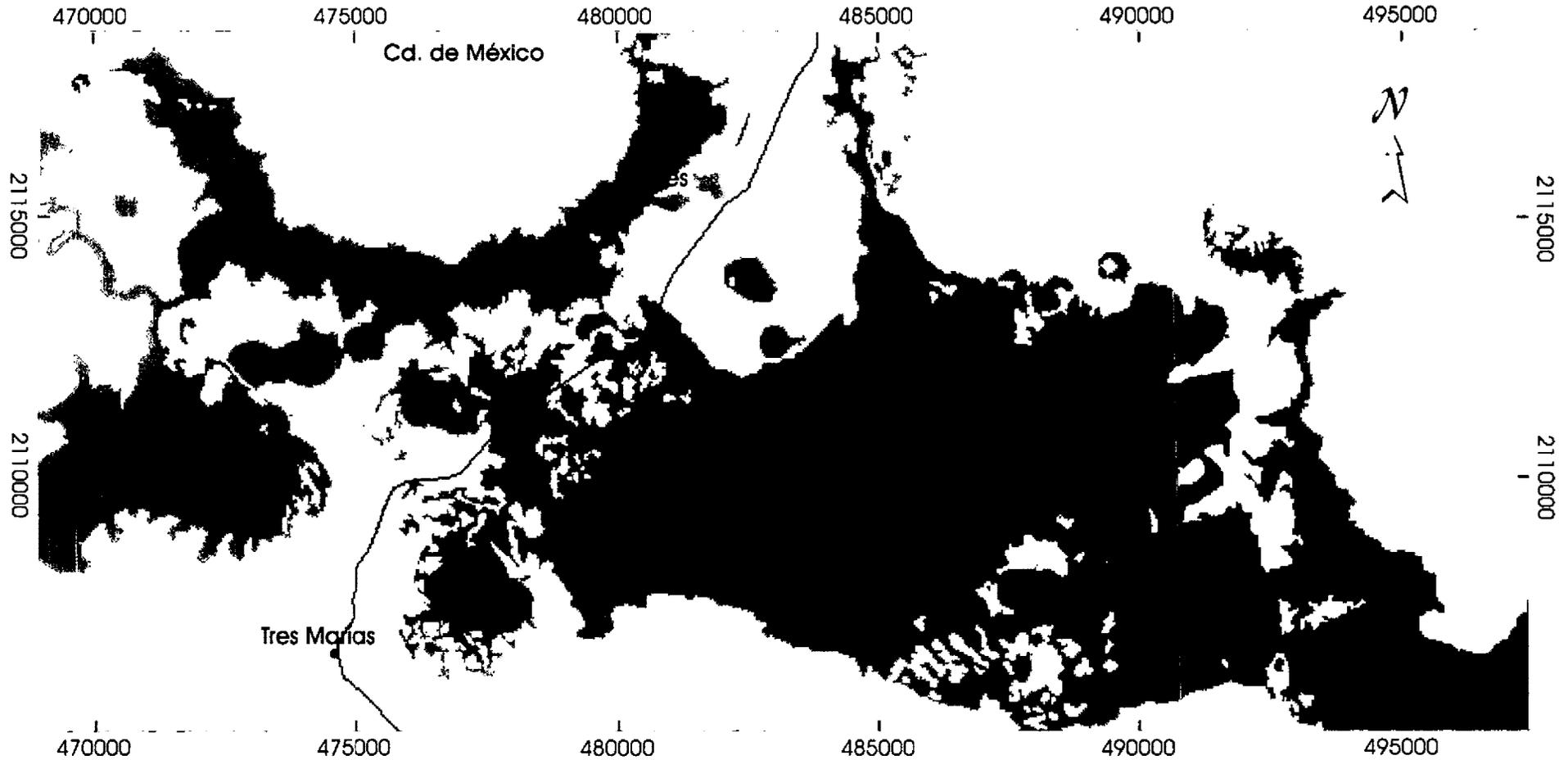
Clase V

Se corresponde con un patrón mixto compuesto por una base de tonalidad clara sobre la que se encuentran uniformemente distribuidos puntos de tono oscuro. Los tonos claros corresponden a pastizal y los tonos oscuros representan individuos arbóreos aislados. De acuerdo a la literatura (Rzedowski 1978), podría considerarse como una posible etapa transicional de bosque a pastizal. A esta clase se le llamó "pastizal-bosque" ya que su cobertura vegetal está compuesta por el mosaico que forman el pastizal y el remanente de bosque abierto original. Incluye 41 polígonos con una superficie total de 971.89 ha (4.19%).

Clase VI

Está representada por áreas de tonos oscuros y patrones homogéneos. Se le denominó "bosque" porque su cobertura vegetal está compuesta por elementos arbóreos y arbustivos que tipifican a las comunidades de los géneros *Pinus*, *Quercus*, *Alnus*, *Abies*, *Eupatorium*, *Stevia*, *Senecio*, *Salvia* y *Castilleja* (Velázquez y Romero 1999). Es la clase más extensa, con una superficie total de 14,796.82 ha (63.83%), repartida en dos grandes polígonos.

Mapa 1. Clases de coberturas vegetales y de uso de suelo en el área de distribución de *Xenospiza baileyi*



COBERTURAS DE USO DE SUELO

-  Clase I (Asentamientos humanos)
-  Clase II (Agricultura)
-  Clase III (Agricultura-forestal)

COBERTURAS VEGETALES

-  Clase IV (Pastizal-Bosque)
-  Clase V (Pastizal)
-  Clase VI (Bosque)

SIGNOS CONVENCIONALES

-  Carretera México-Cuernavaca (cuota)
-  Fuera del área de estudio

Referente al sistema de proyección
ver Mapa 2.



Ocurrencia y abundancia de *Xenospiza baileyi* por coberturas

En el área de estudio existen un total de 55 puntos de ocurrencia verificada de *Xenospiza baileyi*, distribuidos en tres clases de coberturas: pastizal (38), agricultura (15) y bosque (2). De las coberturas agricultura-forestal, asentamientos humanos y pastizal-bosque no existe información sobre la ocurrencia de la especie (Cuadro 2).

CUADRO 2. Valores de presencia y clases de abundancia de *Xenospiza baileyi* detallado por coberturas y polígonos.

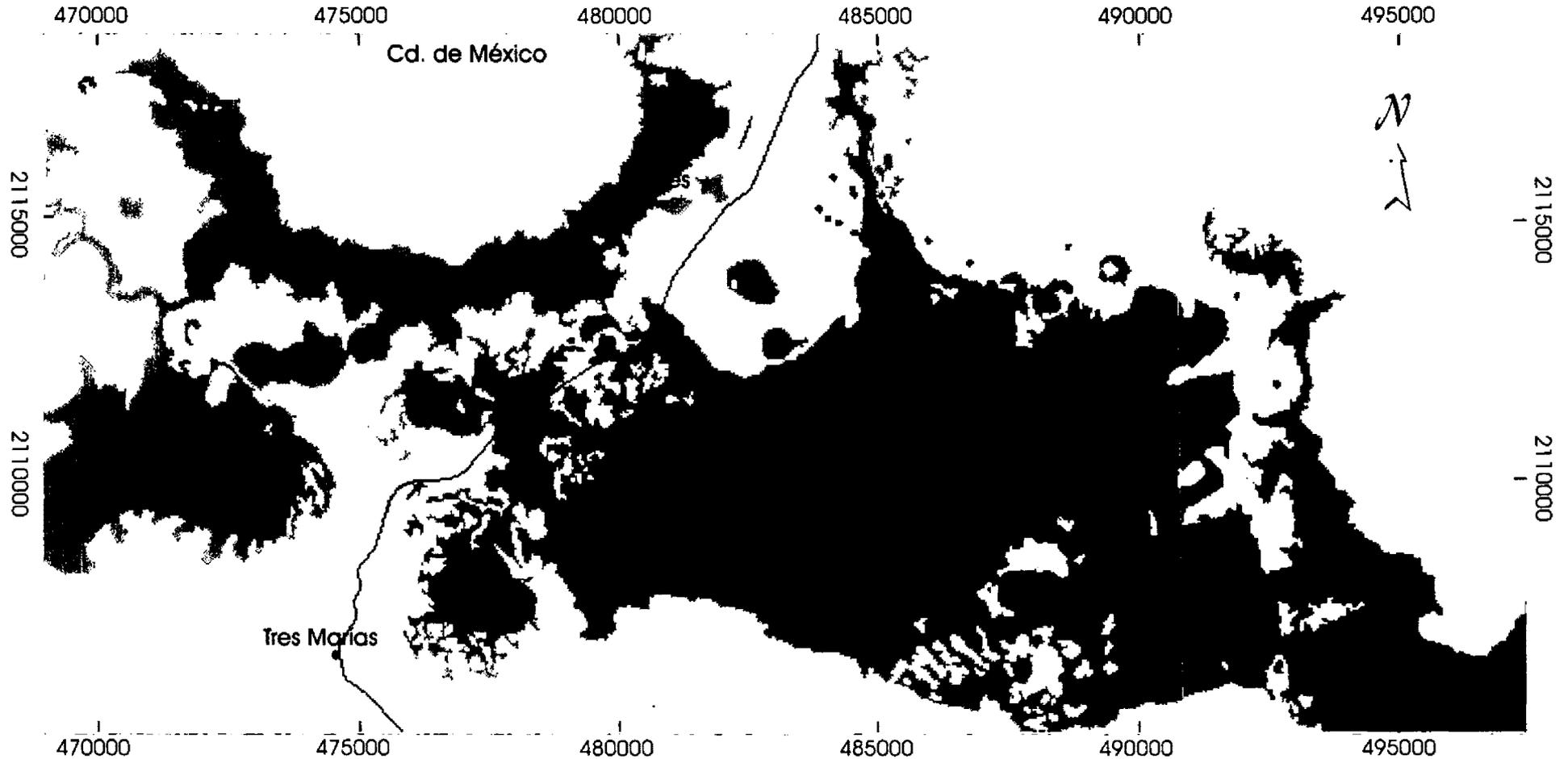
Clase	Cobertura	Polígonos con presencia	Puntos (No.)	Abundancia mayor	Abundancia menor	Abundancia mayor (%)
I	Asentamientos humanos	-	-	-	-	-
II	Agricultura	2	15	9	6	24.32
III	Agricultura-forestal	-	-	-	-	-
IV	Pastizal	5	38	26	12	70.27
V	Pastizal-bosque	-	-	-	-	-
VI	Bosque	2	2	2	0	5.41
Total		9	55	37	18	100

(-) Ausencia de datos

Los puntos de ocurrencia del ave aparecen distribuidos de manera agrupada en ciertas áreas de éstas coberturas. La ocurrencia en bosque tiene lugar en los márgenes inmediatos al pastizal, en agricultura se presenta en áreas próximas al pastizal y finalmente en el pastizal la ocurrencia aparece tanto en sus bordes como en áreas internas (Mapa 2).

Los valores de abundancia asociados a los puntos de ocurrencia manifiestan un marcado patrón de abundancia por coberturas. De los 55 puntos, 37 pertenecen a la clase de abundancia mayor y 18 a la clase de abundancia menor. La clase pastizal contiene la mayoría de los puntos de abundancia mayor, 70.27%, frente a un 24.32% de agricultura. El bosque presenta el restante 5.41% (Cuadro 2). En la cobertura de pastizal los puntos de abundancia mayor se presentan en polígonos propiamente dichos, en tanto que los puntos de abundancia menor ocurren en las superficies que han sido consideradas como "corredores" (Mapa 2).

Mapa 2. Presencia y clases de abundancia correspondientes a *Xenospiza baileyi* asociada a los polígonos y a las clases de cobertura



CLASES DE ABUNDANCIA

Clase I (Abundancia Mayor)

● Clase II (Abundancia Menor)

SIGNOS CONVENCIONALES

 Carretera México-Cuernavaca (cuota)

 Fuera del área de estudio

SISTEMA DE PROYECCIÓN

Esterada Clarke 1866
Proyección UTM
Cuadrícula 5000
Datum horizontal NAD 27 (México)
Zona UTM 14
Fuente original Fotografía aérea

 0 5000 m

Elaboró:
Charlotte González Abraham (2000)

Polígonos potenciales para la ocurrencia de la especie

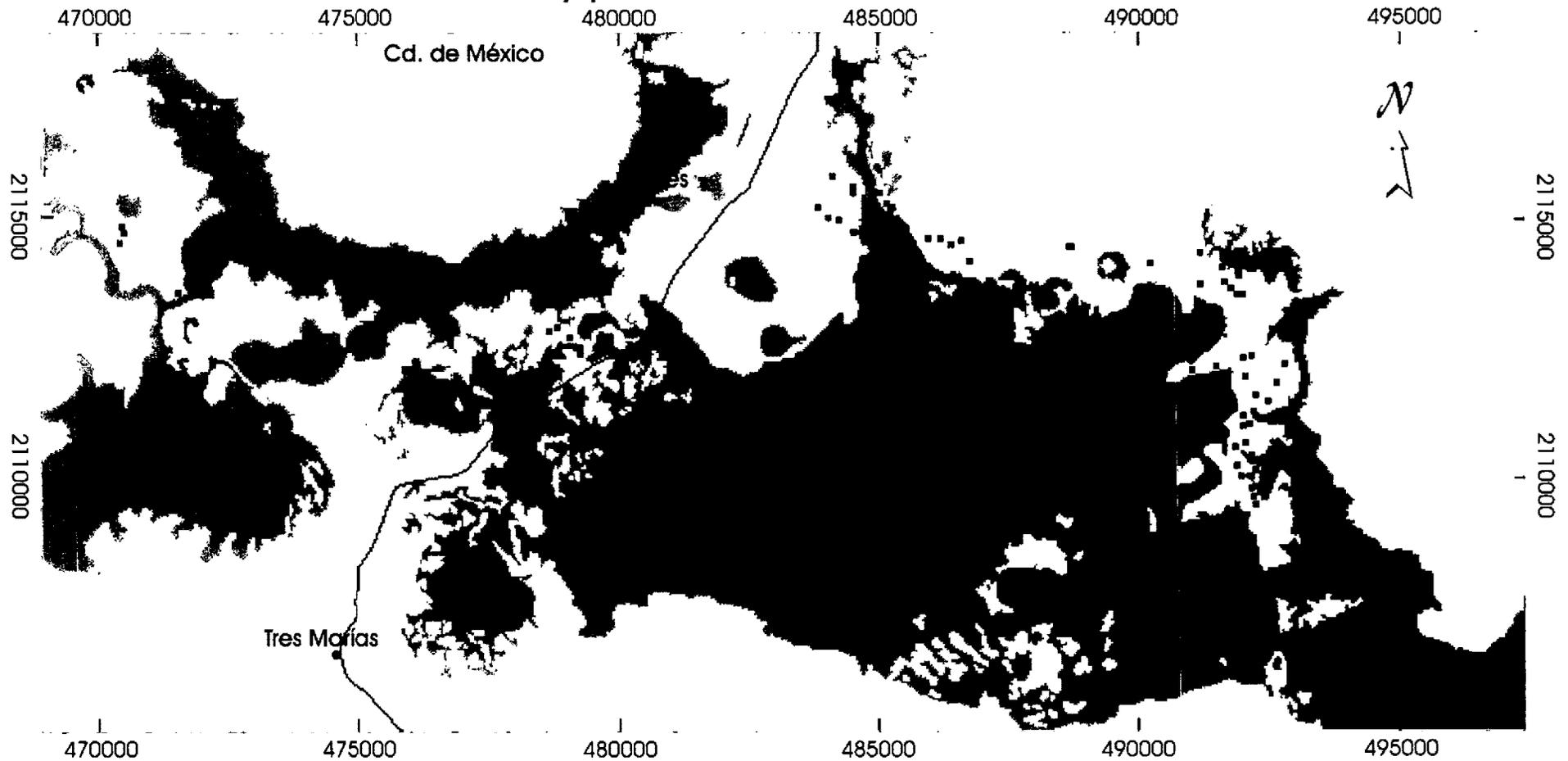
Del total de los 29 polígonos de pastizal, en cinco de ellos se obtuvieron datos de presencia de la especie y se denominaron "verificados", los 24 restantes, sin datos de presencia, se nombraron "no verificados" (Mapa 3).

Los 24 polígonos de pastizal no verificados se consideraron potenciales para la ocurrencia del ave ya que dichos polígonos presentaron las mismas características espectrales y atributos de vegetación (estructura y composición) que los polígonos verificados. Los polígonos potenciales se encuentran en áreas cuyos pastos según Velázquez (1994), están caracterizados por comunidades tipificadas por los géneros *Stipa*, *Mulhenbergia*, *Festuca* y *Alnus*, que son las comunidades que definen los ambientes en donde se ha encontrado a *Xenospiza baileyi* (Cabrera y Escamilla 2000). En total suman un área de 202.58 ha, con un tamaño de polígono que varía entre 0.57 y 60.2 ha (Cuadro 3). En su mayoría se encuentran distribuidos en los bordes de los polígonos de otras coberturas, principalmente en el bosque, y rodeados de un conjunto de pequeños polígonos de agricultura y de pastizal-bosque (Mapa 3).

CUADRO 3. Polígonos de pastizal, verificados y no verificados.

Pastizal	Superficie (ha)	Polígonos (No.)
No verificado	202.58	24
Verificado	594.02	5
Total	796.6	29

Mapa 3. Polígonos de pastizal potenciales para la ocurrencia de *Xenospiza baileyi* y puntos de verificación



COBERTURAS DE USO DE SUELO

-  Clase I (Asentamientos humanos)
-  Clase II (Agricultura)
-  Clase III (Agricultura-forestal)
-  Puntos de verificación

COBERTURAS VEGETALES

-  Clase IV (Pastizal-Bosque)
-  Clase V (Pastizal verificado)
-  Clase V (Pastizal no verificado)
-  Clase VI (Bosque)

SIGNOS CONVENCIONALES

-  Carretera México-Cuernavaca (cuota)
-  Fuera del área de estudio

Referente al sistema de proyección ver Mapa 2.



Elaboró:
Charlotte González Abraham (2000)

Clases de vagilidad de *Xenospiza baileyi*

En el mapa 4 se representan las áreas resultantes de aplicar el modelo de vagilidad a los puntos de avistamientos según su clase de abundancia, que se podría considerar como una aproximación al área teórica ocupada por el ave. Se definieron dos clases de vagilidad para la especie, vagilidad mayor (400 m), cuya área resultante es de 1,049.9 ha, muy por encima de las 193.2 ha obtenidas de la vagilidad menor (200 m).

Propuesta de áreas de conservación

El área de conservación que se propone se hace con base en los polígonos de pastizal, pues estos han sido definidos en la literatura como el hábitat de la especie y nuestros resultados muestran que es la cobertura de pastizal la que sustenta el mayor número de presencias y los mayores valores de abundancia. Todos los polígonos de pastizal fueron categorizados, según sus características (Cuadro 4), en algunos de los cuatro siguientes niveles de conservación:

Áreas núcleo, corresponde a las áreas de vagilidad mayor que estén conectadas con los pastizales.

Prioridad 1, corresponde a todos los polígonos de pastizal verificados con abundancia mayor.

Prioridad 2, abarca los polígonos potenciales de pastizal.

Prioridad 3, incluye el área de los corredores y las áreas de vagilidad sin conexión a los polígonos de pastizal.

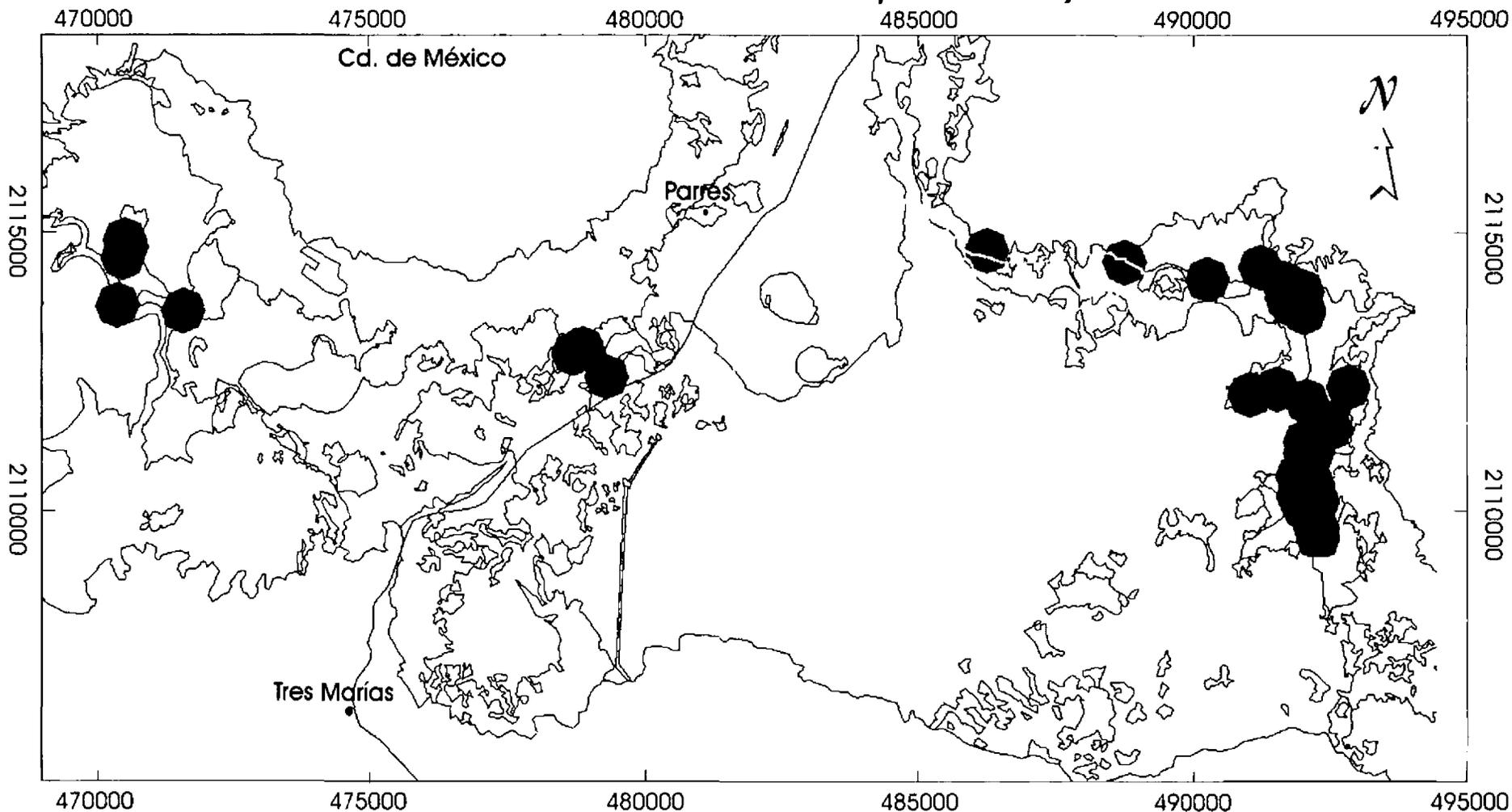
CUADRO 4. Prioridades de conservación para cada tipo de polígonos y áreas.

Prioridad	Polígonos y áreas	Abundancia	Polígonos (No.)	Superficie (ha)	Área de amortiguamiento (m)	
	Áreas núcleo	Áreas de vagilidad ⁽¹⁾	Mayor	-	940.4	400
1	Verificado ⁽²⁾	Mayor	5	2,094.4	400	
2	Potenciales ⁽²⁾	-	24	1,084.5	200	
3	Áreas de vagilidad ⁽¹⁾	Menor	-	193.2	Sin buffer	
3	Corredores ⁽²⁾	Menor	-	1.3	Sin buffer	
Total			29	3,482.9*		

(-) Ausencia de datos, (*) Total calculado sin las áreas de vagilidad, ⁽¹⁾ Áreas con varias coberturas, ⁽²⁾ Polígonos con cobertura de pastizal.

Las áreas resultantes de aplicar el área de amortiguamiento sobre las tres categorías de polígonos son representadas según su nivel de prioridad en el Mapa 5, al igual que las áreas núcleo a las que no se les aplicó área de amortiguamiento. La clase de prioridad 1 abarca 2,094.4 ha, está distribuida en tres zonas. Una de ellas conforma la mayor superficie continua de toda el área de conservación propuesta y una segunda incluye el lugar donde se describió el hábitat tipo de *Xenospiza baileyi*. La clase 2, está conformada por un conjunto de superficies en su mayor parte distantes entre sí y que no presentan gran continuidad. La clase 3 está constituida por los corredores y las áreas de vagilidad que no están conectadas a los polígonos de pastizal, las cuales se encuentran en áreas de agricultura. En el caso de los corredores debido a su carácter ruderal, el pastizal se presenta altamente fragmentado, en manchones de pequeño tamaño. Debido a la naturaleza de los corredores, espacios de paso creados por el hombre y modificados continuamente por el uso que éste realiza de los mismo, no se consideró necesario, ni lógico, la asignación de un área de amortiguamiento anexa. Finalmente, las áreas núcleo se encuentran conectadas a los pastizales de manera directa, dentro o en parte de los polígonos de pastizal, y de forma indirecta, en los bordes de los polígonos de pastizal, razón por la cual son abarcados por las áreas de amortiguamiento de la clase 1.

Mapa 4. Áreas de vagilidad generadas con base en las clases de abundancia de *Xenospiza baileyi*



CLASES DE VAGILIDAD

● Clase I (Vagilidad Mayor)

○ Clase II (Vagilidad Menor)

▭ Corredores de pastizal

SIGNOS CONVENCIONALES

Carretera México-Cuernavaca (cuota)

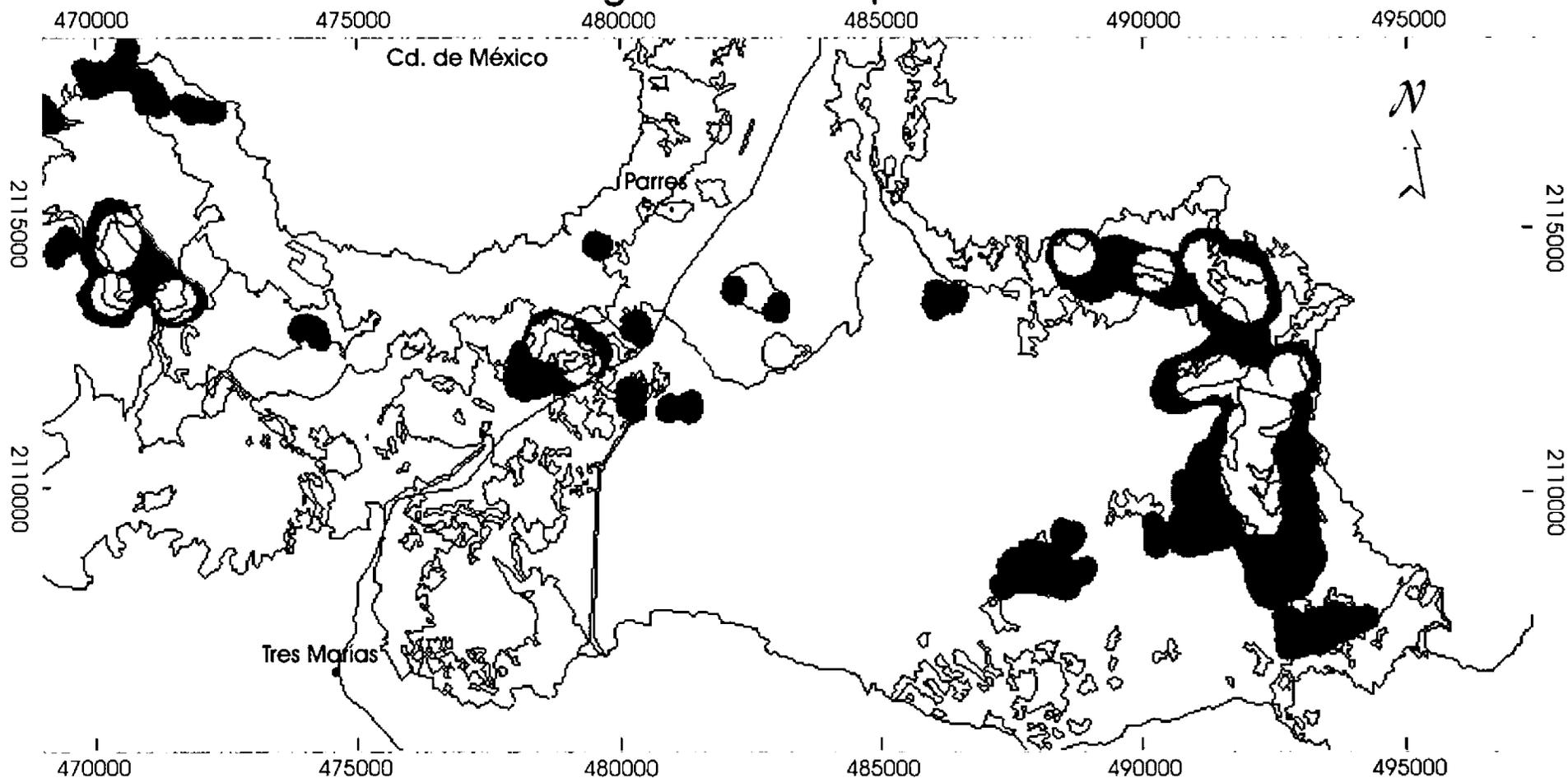
Límites de las coberturas

Referente al sistema de proyección
ver Mapa 2.

0 5000 m

Elaboró:
Charlotte González Abraham (2000)

Mapa 5. Propuesta de áreas para la conservación de *Xenospiza baileyi*, según niveles de prioridad



PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN

- Áreas núcleo
- Prioridad 1
- Prioridad 2
- Prioridad 3
- Sin prioridad

SIGNOS CONVENCIONALES

- Carretera México-Cuernavaca (cuota)
- Límite de las coberturas

Referente al sistema de proyección ver Mapa 2.



Elaboró:
Charlotte González Abraham (2000)

DISCUSIÓN

Area de estudio

Xenospiza baileyi es un ave rara, catalogada en peligro de extinción (ICBP-IUCN 1992), sobre la que se dispone de escasa información tanto en lo referente a su biología como sobre su distribución geográfica. Ante esta situación y con el nivel de información existente en el momento actual sobre el ave es necesario una estrategia de conservación de la especie.

La especie ha sido descrita hasta el momento en tres lugares, Jalisco (Pitelka 1947), Durango (Bailey y Conover 1935, Pitelka 1947, Miller *et al.* 1957), Morelos y Distrito Federal (Dickerman *et al.* 1967, Cabrera y Escamilla 2000). En las dos primeras localidades, Durango y Jalisco, las últimas fechas de avistamiento son antiguas, no se ha vuelto registrar y existe información que hace suponer que el medio que le sirve como hábitat se ha deteriorado (Pitelka 1947, Howell y Webb 1995), aunque esto no implica que haya desaparecido. Sólo el sur del valle de México tiene información actualizada de su presencia, aunque escasa, y por tanto esta es la región fundamental para cualquier programa de conservación del ave. Es por esta razón que se ha elegido esta zona como área de estudio.

Métodos

En numerosas ocasiones la urgencia de actuar obliga a planificar estrategias de manejo y/o conservación a partir de niveles de información precarios, lo que constituye un reto tanto en términos científicos como en la utilidad real de la aplicación. Para estos casos existen herramientas metodológicas y marcos conceptuales que nos ayudan a trabajar sobre datos escasos.

En nuestro caso el referente conceptual lo constituye la ecología del paisaje. El enfoque de esta disciplina va dirigido hacia escalas espaciales amplias y sobre los efectos ecológicos de los patrones espaciales de los ecosistemas. Los estudios de la ecología del paisaje se dirigen a los efectos que el patrón espacial y los cambios en la estructura del paisaje (fragmentación) tienen sobre la distribución, movimiento y persistencia de las especies. Ya que los paisajes son áreas espacialmente heterogéneas, la estructura, función y cambio de los paisajes son dependientes de la escala. Por tanto, la medida de

los patrones espaciales y de la heterogeneidad es dependiente de la escala de medida (Forman 1986, Van Lier 1994, Zonneveld 1994).

Los objetos de estudio de la ecología del paisaje, unidades ambientales, cuencas (en nuestro caso coberturas), conllevan implícitamente la decisión de la escala de análisis, el nivel jerárquico donde se sitúa el "ojo". Al elegir esta escala, concretamente 1:35,000 en nuestro caso, como en cualquier otra opción, se deja fuera en gran medida la información contenida en otros grados de detalle.

Los patrones espaciales observados en los paisajes resultan de complejas interacciones entre fuerzas físicas, biológicas y sociales. La mayoría de los paisajes están influenciados por el uso humano, y el mosaico paisajístico resultante es una mezcla de parches naturales y humanizados que varían en tamaño, forma y ensamblamiento espacial. Este patrón espacial es un fenómeno que sólo emerge desde el nivel de análisis del paisaje (Forman 1986, Zonneveld 1994).

La ecología del paisaje nos ofrece una perspectiva completa del territorio, tanto desde un punto de vista estructural, de unidades que lo conforman, como dinámico, de los procesos que interrelacionan las distintas unidades. Esto lo realiza conjugando una deseada combinación de dos dimensiones, la vertical o intensidad de análisis y la horizontal o dimensión espacial de que abarca. Esta doble perspectiva es imprescindible para la necesaria comprensión de un territorio con vistas al diseño de estrategias de manejo del mismo (Zonneveld 1994).

Los sistemas de información geográfica son una herramienta de incuestionable valor en los análisis información de carácter espacial. Facilitan enormemente el manejo de grandes cantidades de información y la síntesis operativa, mediante distintas rutinas, de información pluritemática, y finalmente son un medio idóneo para representar toda aquella información asociada al espacio (Bocco et. al 1991).

Delimitación e identificación

La delimitación de las coberturas, el trazo de sus límites no deja de tener una carga de subjetividad, como toda modelización, y por tanto de simplificación, de la naturaleza. Pero esta subjetividad, está apoyada en criterios de identificación mantenidos constantes durante todo el proceso de delimitación. Podríamos decir que es una carga de subjetividad "congruente".

En cuanto a la identificación de las unidades de estudio, es decir las coberturas, nos hemos encontrado con dos grandes categorías que podríamos nombrar como coberturas puras y mixtas. Aunque el objetivo inicial de la clasificación fue definir clases puras claramente delimitadas, la existencia de clases mixtas nos muestra que la naturaleza no se estructura en clases puras, sino que es un continuo.

El origen de las clases mixtas no es distinto al origen y mantenimiento de las nombradas como puras, que son el conjunto de factores antrópicos y naturales que actúan en la región a lo largo del tiempo. Pero sí debe destacarse que el factor antrópico se ha convertido en tiempos recientes desde la conquista, y especialmente en los últimos 60 años en el de mayor capacidad de modificación del medio tanto por el nivel de energía asociada como por la extensión espacial que alcanza (Ezcurra 1994, Velázquez 1988). Posiblemente en esta línea pueda explicarse algunas de las clases de coberturas mixtas como un nivel de alteración "incompleto". Puede deberse a que la combinación más o menos homogénea de parches de coberturas puras dentro de la clase mixta esté condicionada por el medio natural, particularmente el topográfico y la naturaleza del suelo. Esto se ha observado en la zona donde el suelo poco profundo de origen volcánico imposibilita la extensión masiva y uniforme de los cultivos agrícolas, pero en cambio permite la instalación de manchas de pastizal.

Resultados

La ocupación del suelo en el área de estudio está dominada en cuanto a extensión ocupada por dos coberturas que en conjunto suman el 90% de la superficie, bosque (63.8%) y agricultura (26.1%). El pastizal, que es la cobertura a priori requerida por la especie, ocupa tan sólo el 3.4% de la superficie y presenta un alto grado de fragmentación (29 polígonos).

Los resultados de la relación entre los valores de presencia y abundancia de la especie con las coberturas identificadas nos indican que mayoritariamente está asociada al pastizal, que contiene el 70% de los puntos totales de presencia, de los cuales el 68% son de abundancia mayor que constituyen el 70% de los puntos de abundancia mayor existentes en el área. Este hecho confirma la hipótesis sustentada en la literatura de que el ave prefiere las regiones de pastizal como hábitat.

Nuestros resultados también muestran una importante novedad, la existencia de la especie en otras coberturas que no habían sido reportadas hasta el momento como utilizadas por el ave, como son la agricultura y el bosque. La agricultura reúne un 24% de las presencias totales, de los cuales un 60% son de abundancia mayor, que a su vez son el 24% del total de los puntos de abundancia mayor existentes en el área. La presencia en el bosque es anecdótica en cuanto a sus valores con tan sólo 2 puntos (4% del total).

La ocurrencia del gorrión serrano en la cobertura de bosque puede explicarse como una presencia marginal proveniente del pastizal. Es decir, la especie se aventura circunstancialmente dentro de los límites del bosque, a escasa distancia y por poco tiempo. Otra posible explicación es un error en la medición del punto geográfico en donde se registró el ave, originado en el grado de error asociado al aparato geoposicionador (GPS), de forma que un punto en el borde de pastizal generó un registro de coordenadas que correspondían en la interpretación de las coberturas a un área de cobertura de bosque.

En el caso de la ocurrencia de la especie en la cobertura agricultura, y basándonos en los valores de presencia y abundancia que presentan, nos inclinamos a pensar que la especie usa dicha cobertura cuando menos de manera temporal, quizá como fuente de alimento y de paso entre parches de pastizal. También se considera que la existencia de pequeños fragmentos de pastizal inmersos en la cobertura agricultura, cuya existencia se comprobó en el campo, y que por limitaciones de escala no son visibles durante la fotointerpretación, permiten que la especie pueda utilizar zonas de cultivo como áreas de ocurrencia. Es posible que la agricultura *per se* no sea capaz de sustentar al ave, pues la literatura menciona que la especie requiere de las macollas del pastizal para el cortejo, anidación y protección (Cabrera y Escamilla 2000, Oliveras *et al.* en prensa), pero parece

actuar como una cobertura cuando menos de carácter complementario. Es decir, que puede tener cierta capacidad para sustentar al ave cuando menos en las zonas de esta cobertura próximas al pastizal. Este hecho es de capital importancia para abordar cualquier estrategia de conservación del ave. Futuros estudios acerca de los hábitos alimenticios y de otros aspectos de la biología de la especie ayudarán a esclarecer el papel que juega realmente la agricultura como espacio de ocupación y fuente de alimento para el gorrión serrano.

Amenazas

El pastizal del área de estudio como hábitat de *Xenospiza baileyi* es vulnerable a una doble amenaza, la reducción de su extensión y el aumento de la fragmentación. Esta amenaza adquiere su verdadera dimensión si consideramos que en todo el país, actualmente, sólo está constatada la presencia del ave en los pastizales de las montañas del sur de la Cuenca de México.

El origen de esta amenaza radica básicamente en dos actividades de carácter antrópico, agricultura y ganadería principalmente. El aumento de la superficie agrícola afecta negativamente tanto por la reducción de la superficie de pastizal como por el aumento de la fragmentación de la que permanece.

Siguiendo la tendencia de cambio de uso de suelo descrita por Velázquez (1988), en la que se menciona el crecimiento de la agricultura hacia las áreas de pastizal, es posible que la agricultura se expanda sobre todas las áreas de pastizal representadas hasta los 3,300 m, que presenten pendientes bajas y sin suelos de lava holocénica (Velázquez y Bocco 1994). Sin embargo, cabe la posibilidad de que las actuales áreas de agricultura se mantuvieran y fueran usadas de manera en que se optimizara su rendimiento y no fuera necesaria su expansión. Este último escenario permitiría que los pastizales se mantuvieran en las condiciones actuales potenciando la probabilidad de sobrevivencia de la especie (Velázquez y Bocco 1994).

En cualquier caso esta relación de amenaza entre el pastizal y la agricultura desde la perspectiva de *Xenospiza baileyi* ha de considerar el papel que la agricultura parece jugar como cobertura secundaria, al menos en la proximidad del pasto, como lugar de ocurrencia del ave. Estudios de la biología de la especie son necesarios para clarificar

cuáles los efectos de la modificación de la superficie de pastizal debido a los usos agrícolas.

Las actividades ganaderas afectan a través de dos procesos básicamente, el pastoreo propiamente dicho y los fuegos asociados al pastoreo. El pastoreo en un principio modifica la composición y estructura de los pastos (Obieta y Sarukhán 1981) y cuyo grado de intensidad condicionaría la aptitud de los pastos como hábitat de la especie. Los incendios provocados por los pastores con el objeto de renovación del pasto, pueden cambiar la composición del pastizal y dependiendo de la época de quemas puede provocar importantes efectos en el ciclo biológico de la especie.

El efecto de estas actividades sobre los pastizales en esta región no parece estar definitivamente dilucidado, de hecho es fuente de controversia entre diversos autores. Cruz (1969), Benítez (1988) y Rzedowski (1988) afirman que las comunidades de pastizal son mantenidas por las actividades de quema y pastoreo. Estos autores aseguran que sin dichas actividades la zona estaría poblada por comunidades de bosque de *Abies religiosa*. Sin embargo Velázquez (1994) considera que las comunidades de pastizal están determinadas fundamentalmente por la altitud y los niveles de humedad del suelo, y que tanto quemas como pastoreo operan a una escala más fina. Consideramos que esta controversia debe ser aclarada ya que ayudaría a adecuar los planes de manejo adecuados para las áreas de pastizal. Si el pastizal es mantenido por la quema y pastoreo, las estrategias de conservación deberán considerar y regular la permanencia de dichas actividades. Sin embargo, si como dice Velázquez (1994) los pastizales están determinados por la altitud y la humedad del suelo, entonces las estrategias de conservación deberán ser mucho más estrictas a la hora de regular las actividades de quema y pastoreo.

Corredores

Dentro del área de estudio el pastizal se manifiesta, además de en polígonos claramente delimitables, se distribuyen en franjas y manchones dentro de superficies que en el presente estudio llamamos "corredores". Éstos se encuentran a lo largo de los caminos, brechas y bordeando los campos de cultivo. El tipo de uso al que son sometidos estos espacios así como su configuración espacial les otorga una problemática en parte diferenciada de las grandes superficies de pastizal. Su grado de vulnerabilidad es aún mayor que en el caso de los grandes polígonos de pastizal ya que son frecuentemente fragmentados por efecto de los vehículos que los atraviesan. La cercanía a los cultivos y su constante perturbación han promovido la presencia de vegetación ruderal.

Los corredores presentan menor proporción de puntos de abundancia mayor que los polígonos de pastizal propiamente dichos. Esto puede explicarse por la combinación de varios factores. El pasto está sumamente fragmentado y en superficies de pequeño tamaño, que unido a la ruderalidad a la que están sometidos mantiene de manera precaria la composición y estructura del pasto. Su carácter de corredores los mantiene bajo condiciones de perturbación intensa, tanto por presencia reiterada del hombre como por el grado de alteración de la misma.

La conectividad del paisaje puede ser muy importante para la persistencia de las especies que en él habitan. Según la perspectiva del análisis de metapoblaciones (Gotelli 1991, Hanski 1994), en un paisaje estructurado en mosaico de parches de tamaño adecuado una población se manifiesta en forma de "subpoblaciones" presentes en cada uno de los parches, entre las cuales existe cierto grado de comunicación. En estas circunstancias la sobrevivencia de la población en su conjunto, depende de la tasa de extinción local en los parches y la tasa de movimiento y colonización entre parches, de manera que las especies en parches aislados tienen menor probabilidad de sobrevivir. Para considerar viable una población debe ser suficiente grande y bien comunicada entre sus "subpoblaciones" para resistir la estocasticidad demográfica y ambiental, la pérdida de variabilidad genética y los sucesos de carácter catastrófico (Nee y May 1992, Lindenmayer y Lacy 1995).

Warner (1994) realizó un estudio en los pastizales de Illinois en el que describe a los corredores de pastizal como franjas de conexión entre áreas de agricultura, y que desde principios de 1900 hasta 1950, los corredores de pastizal fueron los únicos remanentes de los pastizales originales. Según dicho autor, estos corredores a pesar de sus características de perturbación y fragmentación continua, fueron de vital importancia para el posterior restablecimiento de los pastizales en la región ya que actuaron de refugio para especies vegetales y animales. También menciona que actualmente los corredores funcionan como áreas de transición para las poblaciones de aves de pastizal, de manera que permite el flujo genético entre poblaciones de aves que habitan en pastizales alejados entre sí. Si bien es cierto que en esta área los corredores no son el último reducto de pastizal, si actúan como áreas de intercambio y de comunicación entre coberturas para la especie (Cabrera y Escamilla 2000).

En los mapas del presente estudio sólo se visualizan algunos corredores presentes en el área, esto se debe a limitaciones de escala y el detalle espacial de la delimitación, no obstante el trabajo de exploración realizado en el área de estudio nos mostró que conforman una compleja red ampliamente distribuida.

Conservación

El carácter de especie en peligro de extinción de *Xenospiza baileyi*, la escasa información sobre su biología y las amenazas potenciales a las que hemos visto están sometidas las áreas de las coberturas que le sirven de hábitat obliga a tomar medidas precautorias para su conservación.

En nuestros resultados se pone en evidencia que el ave utiliza de alguna manera la cobertura agricultura, al menos en las proximidades de los pastizales. Pero como no tenemos suficiente información sobre el papel jugado por esta cobertura como hábitat de la especie, construimos nuestra propuesta de áreas de conservación a partir del pastizal, en la que existe mayor información acerca de su ocupación como cobertura utilizada para hábitat por el ave y confirmado en nuestros resultados. El análisis del rol jugado por las áreas agrícolas puede variar este criterio.

Se consideró por tanto que todos los polígonos de pastizal, tanto los que tienen verificada la presencia de la especie como aquellos sobre los que no se tiene información,

considerados potenciales, debían tener categoría de conservación. Se decidió la inclusión de todos los polígonos potenciales porque en base a los niveles de información poblacional existente no existen razones para eliminarlos, ni siquiera su posible aislamiento porque hemos visto que la cobertura de agricultura es ocupable y por tanto utilizable como área de paso por la especie. E incluso el escaso tamaño en alguno de los casos, o su elevada relación perímetro / superficie tampoco pueden ser utilizados como umbral de cara a la conservación pues sería necesario antes clarificar el tamaño de parche de pastizal mínimo que necesita la especie y el papel que juega la combinación de mosaicos de pequeños parches de pasto en la agricultura.

La categorización de los polígonos de pastizal se consideró como una propuesta de priorizar áreas en cuanto a su urgencia y nivel de protección, ya que esto se valora necesario en una región como la presente donde existe una intensa ocupación del suelo por el hombre y por tanto también hay que tomar en cuenta sus circunstancias en los planes de conservación.

A partir de nuestro modelo de vagilidad se pretende convertir una información de coordenadas espaciales a una de superficies. Obteniéndose de esta manera lo que se denominó áreas núcleo. Sin embargo resulta poco práctico establecer áreas núcleo en zonas eminentemente agrícolas y lejanas a los polígonos de pastizal. Es por esta razón que las áreas de vagilidad con las características antes mencionadas fueron consideradas dentro de la clase 3, que es la prioridad mas baja.

Las condiciones del modelo utilizado son necesariamente amplias y pueden, y deben, detallarse en el momento en que se disponga de más información sobre la especie, pero lo que se defiende en este modelo es la validez de sus criterios conceptuales.

En el proceso de añadir el área de amortiguamiento alrededor de los polígonos de pastizal y considerar la superficie resultante como el objeto de la conservación, se plantea ésta en término de áreas, no en términos de polígonos ni clases de coberturas. De esta manera se asegura un cierto grado de conectividad entre los parches con presencia de la especie, de forma que haga viable la sobrevivencia de la población (Nee y May 1992, Gotelli 1991)

El fin último de nuestra propuesta de áreas de conservación es el mantenimiento de los procesos físicos, biológicos, y en su caso antrópicos, que se consideran necesarios para que las áreas ocupadas o potencialmente ocupables por el ave conserven las condiciones adecuadas para que sean utilizadas. Para ello es necesario considerar dos niveles territoriales: el área de conservación y el territorio que la circunda.

El conjunto de procesos físicos, biológicos y antrópicos actuantes no se restringen a los límites de las áreas de conservación propuestas, sino que se extienden más allá de éstas en el territorio circundante. Es necesario considerar este "marco mayor" porque si la dinámica de relaciones y procesos en el territorio circundante se modifica es necesario reconsiderar cómo afecta al funcionamiento de las áreas inicialmente protegidas (Fahring and Merriam 1994).

Con respecto a las áreas de conservación propuesta, en primer lugar en la zona amortiguamiento se debe al menos mantener el usos del suelo en las condiciones que se realizan actualmente. Por otro lado, dentro del área de conservación propuesta es urgente la eliminación de los procesos que provoquen reducción y/o fragmentación de la cobertura de pastizal. La primera medida sería inmovilizar la frontera agrícola, es decir, no aumentar la superficie cultivada, ni de explotación forestal a costa del pastizal. Respecto a la ganadería, reducir el sobrepastoreo en donde exista, y hacer con urgencia un estudio de los efectos del fuego sobre el pastizal y sobre el ciclo biológico de *Xenospiza baileyi*.

Una vez tomadas estas primeras medidas de carácter preventivo, se insta a realizar con urgencia un análisis más detallado de la zona que como mínimo ha consistir en:

- Estudio poblacional de *Xenospiza baileyi*, que permita determinar para el área los valores y patrones de abundancia, uso de las distintas coberturas (especialmente agricultura) , vagilidad y ciclo biológico.
- Análisis de los efectos del pastoreo y fuego sobre el pastizal y el ciclo biológico del ave, en función del área quemada e intensidad del fuego, frecuencia y momento del año.
- Estudios de cambio de uso del suelo para así comprender cuál es la dinámica y las fuerzas que regulan estos cambios.

El resultado de estos estudios sugeridos habrían de ser utilizados con una doble finalidad:

1. Validar la presente propuesta de conservación realizada, introducir las modificaciones necesarias y mejorar así las herramientas metodológicas y marco conceptual utilizados de cara a un futuro.
2. Establecer una propuesta de conservación y manejo del área ajustada a esta nueva información.

CONCLUSIONES

1. Los estudios posteriores relacionados con la especie deben de orientarse a conocer la dinámica poblacional de la especie, así como la dinámica entre la especie y su hábitat en toda la República. Esta información serviría para calibrar el modelo de conservación generado.
2. Las áreas núcleo (940.4 ha) presentan un alto grado de fragmentación principalmente de origen antrópico. Ante ello se sugiere un programa de corredores con el objeto de unir áreas núcleo, ya que se ha observado la ocurrencia de la especie en corredores de cobertura pastizal, aunque estos sean muy angostos.
3. En el área es posible generar una matriz de uso y conservación debido a que los resultados indican que *Xenospiza baileyi* tolera la agricultura.
4. De los millones de hectáreas originales del área de distribución de la especie inferidos a partir de Bailey y Conover (1935), Pitelka (1947), Dickerman *et al.* (1967), Wilson (1991), Wilson y Ceballos-Lascurain (1993) y Cabrera y Escamilla (2000), en este trabajo se concluye que actualmente la distribución conocida del ave se restringe a 23,180 ha. Por lo tanto es urgente establecer un programa de conservación de la especie encaminado a la generación de una estrategia de manejo del área en donde uno de los elementos de esta estrategia sea la conservación de la especie, como alta prioridad.
5. El enfoque espacial en el paradigma de la biología de la conservación ofrece operativamente un mayor número de alternativas viables de conservación a largo plazo, ya que permiten argumentar acciones concretas aún cuando el conocimiento acerca de la especie en cuestión sea escaso, asegurando la conservación de la especie.
6. La delimitación de unidades geográficas, definidas con base en límites naturales de los elementos que la componen (geomorfología, vegetación y suelos), permitió entender el patrón espacial de distribución de *X. baileyi* dado el carácter homogéneo de las unidades. Cualquier otro modelo geométrico (pixels) obscurece el uso del espacio por la especie, ya que la heterogeneidad de las unidades se incrementa debido al origen artificial de los límites de las mismas.

LITERATURA CITADA

- Aranda, J.M. 1978. La comunidad (El Capulín) como parte del problema de conservación de la Sierra del Ajusco. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 116 pp.
- Arizmendi, M.C. y L. Márquez. 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves en México. CONABIO. México.
- Bailey, A.M. and H.B. Conover. 1935. Notes from the State of Durango, Mexico. *Auk* Vol LII: 421-424.
- Benítez, B.G. 1988. Efectos del fuego en la vegetación herbácea de un bosque de *Pinus hartwegii* Lind. De la Sierra del Ajusco. Pp. 111-152. En: Rapoport, E.H. e I.R. López Moreno (eds.) *Aportes a la ecología urbana de la Ciudad de México*. Limusa, México.
- Bocco, G., Palacio, J.L. y Valenzuela, C. 1991. Integración de la percepción remota y los sistemas de información geográfica. *Ciencia y Desarrollo*. 27(97):79-88
- Cabrera, L. 1999. La avifauna del sur del Valle de México: aplicación de un enfoque sin ecológico-paisajístico para su conservación. Tesis de maestría en ciencias (Ecología y C. Ambientales). Facultad de Ciencias, UNAM.
- Cabrera, L., Escamilla, M. 2000. Caracterización del hábitat de *Xenospiza baileyi*. Informe del proyecto R-108, CONABIO.
- Cabrera, L., y A. Meléndez. 1999. Las aves de la región de montaña del Sur de la Cuenca de México. En (A. Velázquez y F. Romero, comps.). Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de México: bases para el ordenamiento ecológico. UAM Xochimilco-SEMARNAP.
- Cardoso da Silva, J. M., Uhl, Christopher and Gregory M. 1996. Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned amazonian pastures. *Conservation Biology*. Vol 10:2 pp 491-503.
- Ceballos, G. y C. Galindo. 1984. Mamíferos silvestres de la Cuenca de México. Limusa. México D.F. 300 pp.
- COCODA. 1984. Plan rector de uso del suelo y desarrollo agroforestal. Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agropecuario del Distrito Federal, documento de circulación interna, Departamento del Distrito Federal, México, D.F.
- Cruz, C.R. 1969. Contribución al estudios de los pastizales en el Valle de México. Tesis Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México D.F.

- Diario Oficial de la Federación. 1994. Norma oficial por la que se establecen las especies de flora y fauna que se encuentran sujetas a protección especial. Tomo CDLXXXVII No. 10: 6-50.
- Dickerman, W., A. R. Phillips and D.W. Warner. 1967. On the Sierra Madre Sparrow. *Xenospiza baileyi*, on Mexico. *The Auk*, 84: 46-60.
- Estevez, M. A., N. Castañeda. *En Ed.* Los anfibios y reptiles del sur del Valle de México. En (A. Velázquez y F. Romero, comps.) Biodiversidad del Sur del Valle de México y Estrategias para su conservación. SEMARNAP-UAM Xochimilco.
- Ezcurra, E. 1990. De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México. Fondo de Cultura Económica. 119 pp.
- Forman, R., Godron, M. 1986, Landcape ecology. John Wiley and Sons. USA. 619 pp.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación de Köepen. Segunda Edición. Instituto de Geografía, UNAM. México DF, 246 pp.
- González-G. J.G. 1982. El volcán "El Pelado" como reserva natural. Tesis profesional. Facultad de filosofía y letras. Colegio de Geografía, UNAM, México.
- Gotelli, N.J. 1991. Metapopulation models: the rescue effect, the propagule rain and the core-satellite hypothesis. *Amer. Nat.* vol 138, 3: 768-776
- Hanski, I. 1994. A practical model of metapopulation dynamics. *Jour. Anim. Ecol.* 63: 151-162
- Harestad, A. S. and F. L. Bunnell. 1979. Home range and body weight-A reevaluation. *Ecology*. 60(2). pp 389-402.
- Howell, S. N.G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. New York. 851 pp.
- ICBP/IUCN Red data book. 1992. Threatened birds of the Americas. Third Edition, part 2. Smithsonian Institution Press. International Council for Bird Preservation. 670 pp.
- INEGI, 1998. Atlas de México. Secretaría de Educación Pública. 36-39 pp.
- Lindenmayer, D.B. & Lacy, R.C. 1995. Metapopulation viability of arboreal marsupials in fragmented old-growth forests: comparison among species. *Ecol. Applic.* 5(1): 183-199
- López-Paniagua, J. y T. Rodríguez. 1988. Las especies forrajeras y el proceso ganadero en la zona boscosa del Distrito Federal. XI Conferencia Anual de Etnobiología, Marzo 9-13, Sociedad de Etnobiología. México DF.

- Velázquez, A. 1994. Multivariate analysis of the volcanoes Tláloc and Pelado, México. *Journal of Vegetation Science*. Vol 5: 263-260.
- Velázquez, A. and G. Bocco. 1994. Modelling conservation alternatives with ILWIS: a case study of the volcano rabbit. *ITC Journal* 1994-3. Pp 197-204.
- Velázquez, A. and Heil G. W. 1996. Habitat suitability study for the conservation of the volcano rabbit (*Romerolagus diazi*). *Journal of Applied Ecology*, 33, 543-554.
- Velázquez, A. y F. Romero. 1996. Análisis de la heterogeneidad ambiental y conectividad de las áreas naturales del sur del Valle de México. Proyecto CONABIO-FAC. CIENCIAS, UNAM.
- Velázquez, A., Bocco, G. y F. Romero (Compiladores). 1999. Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de México: bases para el ordenamiento ecológico. UAM – SEMARNAP, México, 349 pp.
- Velázquez, A., Romero, F. y J. López-Paniagua (Compiladores). 1996. Ecología y conservación del conejo zacatuche y su hábitat. UNAM - Fondo de Cultura Económica. 204 pp. México DF.
- Warner, R. E. 1994. Agricultural land use and grassland habitat in Illinois: Future Shock for midwestern birds?. *Conservation biology*. Vol 8. No. 1: 147-156.
- Wilson, R. and G. Ceballos-Lascurain. 1986. The birds of Mexico City: and annotated checklist and bird-finding guide to the Federal District. BBC Printings and Graphics LTD, Ontario, Canada. 86 pp.
- Wilson, R. and Ceballos-Lascurain, G. 1993. The birds of México City. Second edition. BBC Printing and Graphics Ltd., Canadá. 65 pp
- Zoneneveld, I. 1994. Landscape ecology and ecological networks. En *Landscape planning and ecological networks*. 25 p Editores. Cook, E. Y van Lier, H. 1994. ELSEVIER. N.Y.