



ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA,
ECOLÓGICA Y ESTACIONAL DE LA CALANDRIA
ICTERUS FUERTESI: IMPLICACIONES EN SU
CONSERVACIÓN

TESIS QUE PRESENTA **ARIADNA TOBÓN SAMPEDRO**
PARA OBTENER EL GRADO DE **MAESTRO EN CIENCIAS**

Xalapa, Veracruz, México 2012



INECOL

INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico para realizar mis estudios de maestría y al personal del programa del Instituto de Ecología, A.C. por las facilidades que me brindó durante la realización de la maestría.

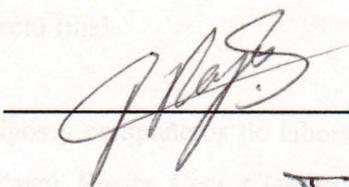
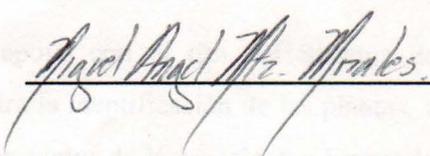
Este trabajo ha sido posible con el apoyo del Dr. Octavio R. Rojas Soto, mi tutor de tesis, quien me brindó el apoyo y tiempo necesarios para lograr el desarrollo del

Aprobación final del documento de tesis de grado:

Una vez más agradezco al CONACYT por el apoyo y tiempo necesarios para lograr el desarrollo del trabajo de tesis y al personal del programa del Instituto de Ecología, A.C. por las facilidades que me brindó durante la realización de la maestría.

"Análisis de la distribución geográfica, ecológica y estacional de la calandria *Icterus fortessi*:

implicaciones en su conservación"

	Nombre	Firma
Director	Dr. Octavio R. Rojas Soto	
Comité Tutorial	Dr. F. Javier Laborde Dovalí	
	Dr. Adolfo G. Navarro Sigüenza	
Jurado	Dr. Eduardo O. Pineda Arredondo	
	Dr. Miguel A. Martínez Morales	

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por otorgarme el apoyo económico para realizar mis estudios de maestría con la beca No. 250333. Un sincero agradecimiento al personal del posgrado del Instituto de Ecología, A.C. por la facilidades proporcionadas durante la realización de la maestría.

Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo del Dr. Octavio R. Rojas Soto, mi tutor de tesis, a quien agradezco todo el apoyo y tiempo invertidos para lograr el desarrollo del proyecto, pero en especial, le agradezco toda la confianza que deposito en mi y la paciencia que tuvo para enseñarme no solo a realizar este proyecto de investigación, sino también, me brindo una valiosa lección de vida.

Agradezco a los doctores Javier Laborde Dovalí y Adolfo Navarro Sigüenza quienes formaron parte de mi comité tutorial por sus valiosas aportaciones para lograr el enriquecimiento del proyecto de tesis, así como a los doctores Eduardo Pineda Arredondo y Miguel A. Martínez Morales por haber aceptado formar parte del jurado durante el examen de defensa de la tesis y por haber hecho sugerencias que mejoraron la calidad del proyecto final.

Gracias a mis padres, hermano y mi abuelita, mis amigos y compañeros de laboratorio; Diana Vásquez, Omar Hdez., Lore López, Yonatan Aguilar, Pavel, Rosita, Ceci, Claudio Mota, Alex Peña, Heidi Pérez, Paty, Cinthya Ureña, Juan Fer Escobar, Brenda Muñoz y Mary Salazar, por todas las risas, el cariño, el apoyo y el aprendizaje.

También agradezco al Dr. Alejandro Espinosa por sus consejos, por todo el apoyo y el recibimiento fraternal en el laboratorio.

Muchísimas gracias a Rosario Landgrave por su apoyo con el uso del Sistema de Información Geográfica, a Claudia Gallardo por su ayuda para la identificación de las plantas, a Dr. Kevin Omland por proporcionarnos las grabaciones de los cantos de la especie, y a Fernando González por las sugerencias respecto a la estimación de la abundancia.

DEDICATORIA

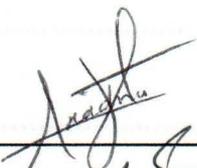
*Dedico esta tesis a mi hermano Ricardo,
quien siempre ha creído en mí.*

DECLARACIÓN

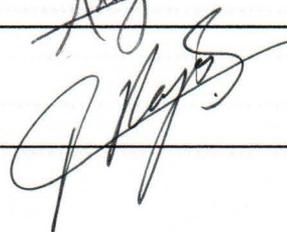
Excepto cuando es explícitamente indicado en el texto, el trabajo de investigación contenido en esta tesis fue efectuado por Ariadna Tobón Sampedro como estudiante de la carrera de Maestro en Ciencias entre septiembre de 2010 y septiembre del 2012, bajo la supervisión del Dr. Octavio R. Rojas Soto.

Las investigaciones reportadas en esta tesis no han sido utilizadas anteriormente para obtener otros grados académicos, ni serán utilizadas para tales fines en el futuro.

Candidato: Ariadna Tobón Sampedro



Director de tesis: Dr. Octavio R. Rojas Soto



ÍNDICE

I. CAPÍTULO INTRODUCTORIO.....	8
II. LA DESCONOCIDA CALANDRIA DE FUERTES <i>ICTERUS FUERTESI</i>: ¿ES DE NUESTRO INTERÉS?	
THE UNKNOWN FUERTE'S ORIOLE <i>ICTERUS FUERTESI</i> : SHALL WE CARE ABOUT IT? (Artículo enviado a revista: Bird Conservation International)	
.....	10
INTRODUCCIÓN.....	12
METODOLOGÍA	
<i>Obtención de registros y datos ambientales.....</i>	14
<i>Modelado de Nicho Ecológico.....</i>	15
<i>Análisis de la abundancia.....</i>	17
<i>Análisis de paisaje.....</i>	17
<i>Evaluación del estatus de riesgo.....</i>	18
RESULTADOS	
<i>Distribución geográfica y ecológica.....</i>	19
<i>Estimación de abundancia.....</i>	21
<i>Análisis a nivel de paisaje.....</i>	21
DISCUSIÓN.....	22
AGRADECIMIENTOS.....	26
LITERATURA CITADA.....	27
III. CONCLUSIÓN GENERAL.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución geográfica de <i>Icterus fuertesi</i> (adaptado de Jaramillo & Burke 1999)	32
Figura 2. Distribución potencial del nicho climático de la especie por temporadas	33
Figura 3. Principales usos de suelo de Tecolutla y Tlacotalpan.	34
Cuadro 1. Localidades de presencia de la especie por temporada.	35
Cuadro 2. Número de individuos registrados por localidad y por temporada así como el índice de abundancia relativa.	35
Cuadro 3. Proporción de área de uso de suelo y cuerpos de agua que caracterizan a los sitios.	35

I. CAPÍTULO INTRODUCTORIO

La distribución de las especies está limitada por diversos procesos, tanto históricos como ecológicos; el conocimiento de las áreas de distribución de las especies tiene importantes implicaciones para su conservación.

La conservación de la diversidad es un problema de importancia mundial. Se han hecho muchos esfuerzos por determinar a las especies amenazadas del mundo y las causas de estas amenazas, así como sus tendencias poblacionales. Se ha reconocido que las especies con un rango de distribución restringido (menor de 50 000 km²) son una prioridad mundial. A nivel local, todos los países reconocen como prioridades de conservación a las especies endémicas, consideradas patrimonio de los países y responsabilidad nacional para la conservación global (Arizmendi, 2003).

La calandria de Fuertes (*Icterus fuertesi*) es una especie endémica de México que se distribuye localmente en áreas costeras restringidas desde el sur de Tamaulipas y el norte y sur del estado de Veracruz, México (Howell y Webb, 1995, Jaramillo y Burke, 1999).

La reciente divergencia de *Icterus spurius spurius* e *Icterus spurius fuertesi* los ha vuelto sistemas ideales para investigar los límites de las especies (Kiere, *et al.* 2007, Baker, *et al.* 2003). Debido a las diferencias en la coloración de las plumas y sus rangos de anidación fueron descritos originalmente como especies separadas (Chapman, 1911). Actualmente la AOU (American Ornithologists' Union, 1998) coloca la calandria de Fuertes como subespecie, a pesar de que se ha sugerido una reconsideración de la taxonomía del grupo que permita su elevación a nivel de especie (Baker, *et al.* 2003); hasta ahora son pocos los estudios que reconocen a *Icterus fuertesi* (Navarro-Sigüenza y Peterson, 2004).

Bajo este contexto surgen varias interrogantes, entre ellas, esclarecer la distribución de *Icterus fuertesi* y su estatus de conservación. Para contestar estas preguntas se planteó como objetivo general realizar un análisis a dos escalas de la distribución geográfica, ecológica y estacional de la calandria de Fuertes, así como la estimación de su abundancia local. Los objetivos particulares fueron: determinar el área de distribución geográfica de *I. fuertesi* mediante el modelado de nicho ecológico, mediante esta misma aproximación analizar la distribución estacional, realizar un análisis y descripción a escala local de las características de los sitios de presencia de la especie, estimar su abundancia relativa y con base en los resultados anteriores, proponer su posible inclusión en las listas de riesgo.

**II. LA DESCONOCIDA CALANDRIA DE FUERTES: ¿NOS
PREOCUPAMOS POR ELLA?**

THE UNKNOWN FUERTE'S ORIOLE *ICTERUS FUERTESI*: SHALL WE
CARE ABOUT IT?*

*Artículo enviado a la revista **Bird Conservation International**

Running Head: Analysis distribution Fuerte's Oriole

Author Head: A. Tobón-Sampedro and O.R. Rojas-Soto

THE UNKNOWN FUERTE'S ORIOLE *ICTERUS FUERTESI*: SHALL WE CARE ABOUT IT?

ARIADNA TOBÓN-SAMPEDRO and OCTAVIO R. ROJAS-SOTO

Red de Biología Evolutiva, Instituto de Ecología, A. C., Km. 2.5 carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, Xalapa, Veracruz 91070, México.

*Author for correspondence; e-mail: octavio.rojas@inecol.edu.mx

RESUMEN

Las especies endémicas y aquellas con intervalos de distribución restringidos son una prioridad mundial y de responsabilidad nacional para la conservación global. La calandria de Fuertes (*Icterus fuertesi*) es una forma endémica de México y es quizá de las aves menos conocidas. Tradicionalmente ha sido considerada como con-específica de *I. spurius* debido a que son formas similares excepto por el plumaje del macho adulto, aunque recientemente se ha sugerido que es una especie distinta, lo que conlleva a una preocupación acerca de su estatus de riesgo, ya que es reconocida sólo como una subespecie “sujeta a protección especial” dentro de la norma oficial mexicana. Sin embargo, existe escasa información relacionada con la distribución geográfica y estacional de la calandria de Fuertes, así como poca información sobre su abundancia y preferencias de hábitat. Se recopilaron todos los registros disponibles de la especie y, vía modelado de nicho ecológico (ENM) fueron analizados los patrones de distribución espacial y temporal. Se realizó trabajo de campo para estimar la abundancia relativa, vegetación y características del paisaje asociado con la presencia de la especie en dos localidades en el estado de Veracruz. Se encontró que la especie está localmente restringida a ocho localidades a lo largo de la costa del Golfo de México, lo que constituye pequeñas y discontinuas áreas de presencia.

No se encontraron evidencias de la migración a la costa del Pacífico durante el invierno, como históricamente ha sido sugerido, en vez de ello, los resultados sugieren que la especie presenta una migración de corta distancia, donde las poblaciones del norte migran hacia el sur de su intervalo de distribución dentro de la costa del Golfo de México. Los análisis de abundancia y preferencia de hábitat confirman que la especie se encuentra restringida a humedales altamente modificados y asociada a hábitats urbanos y peri-urbanos. Basados en estos resultados se sugiere una urgente necesidad de evaluar su categoría de riesgo.

INTRODUCCIÓN

Se han hecho muchos esfuerzos por identificar a las especies amenazadas del mundo y las causas de estas amenazas, así como sus tendencias poblacionales (ICBP 1992, BirdLife International 2000, IUCN 2001, UNEP-WCMC 2011). De hecho se sugiere que las especies con un intervalo de distribución restringido (e.g. menor de 20 000 km² para la categoría de *Vulnerable*; de acuerdo con la IUCN 2001) son una prioridad mundial (Stattersfield *et al.* 1998, IUCN 2001). A nivel nacional las especies endémicas son prioridad de conservación de cada país por ser patrimonio y responsabilidad para su conservación global (Arizmendi 2003, González-García & De Silva 2003). Desgraciadamente existen aún diversos ejemplos de grupos que han permanecido al margen de protección legal y de esfuerzos de conservación debido a su desconocimiento taxonómico, de distribución (geográfica y estacional) y/o de sus historias de vida (Rojas-Soto *et al.* 2010).

La calandria de Fuertes (*Icterus fuertesi*) es endémica de México y es quizá de las aves menos conocidas en el país. Tradicionalmente ha sido considerada como subespecie de *I. spurius* (Blake 1953, AOU 1983, 1998) debido a su similitud morfológica, excepto por el plumaje del macho adulto (Jaramillo & Burke 1999); aunque recientemente se ha reconocido su independencia evolutiva (Baker *et al.* 2003, Navarro-Sigüenza & Peterson 2004, Kiere *et al.* 2007, Clements 2012, Gill & Donsker 2012). Esta propuesta surge con base en diversos tipos de evidencia, tales como el análisis de ADN mitocondrial (Baker *et al.* 2003), la coloración del plumaje (Omland & Layon 2000, Kiere *et al.* 2007), las diferencias en el tamaño (Chapman 1911, Graber & Graber 1954), sus patrones migratorios (Jaramillo & Burke 1999) así como su

distribución en temporada reproductiva (Martin & Omland 2011), lo que sugiere un reconocimiento específico entre estos linajes, tal como lo sugirió Chapman (1911) al describirla.

La aceptación de *I. fuertesi* como una especie independiente (Navarro-Sigüenza y Peterson 2004, Clements 2012, Gill y Donsker 2012), crea una preocupación acerca de su estatus de riesgo, ya que implica que como linaje, presenta una distribución geográfica restringida y por lo tanto una posible inadecuada asignación de su categoría de riesgo, considerando tanto los criterios vigentes tanto nacionales como los internacionales (Rojas-Soto *et al.* 2010). En la actualidad *I. fuertesi* se encuentra enlistada como una subespecie “sujeta a protección especial” bajo la legislación mexicana (NOM-059-2010; SEMARNAT 2010) y no ha sido evaluada aún por la IUCN (2001).

Hasta ahora, la distribución conocida de *I. fuertesi* en la época reproductiva (marzo a agosto) incluye pocos registros y éstos se encuentran concentrados únicamente en los alrededores de ocho localidades, que se distribuyen de manera discontinua a lo largo de la zona costera del Golfo de México, desde el sur de Tamaulipas hasta el sur de Veracruz, México (Chapman 1911, Graber & Graber 1954, Howell & Webb 1995, Jaramillo & Burke 1999, Kiere *et al.* 2007, Martin & Omland 2011; Figure 1) aunque existen registros accidentales en Brownsville (Dickerman 1964) y en Harlingen (Hess 2004), ambos al sur de Texas. A pesar de la poca información sobre su distribución invernal, tradicionalmente se ha sugerido que *I. fuertesi* realiza una corta migración hacia la planicie costera del Pacífico, en los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México (Blake 1953, AOU 1983, 1998, Howell & Webb 1995) sugerencia basada en algunos ejemplares depositados en colecciones y en una fotografía.

Por otro lado, la información sobre las características específicas del hábitat de *I. fuertesi* es poco conocida, como es el caso de otras especies en riesgo (Viña *et al.* 2010). Se ha sugerido que su hábitat en temporada reproductiva corresponde a vegetación costera (Chapman 1911, Graber & Graber 1954); sin embargo, de acuerdo a Jaramillo & Burke (1999) y observaciones durante este estudio, en la actualidad la especie sólo se encuentra asociada a sitios abiertos en los márgenes de terrenos agrícolas, de vegetación secundaria, zonas urbanas y en chaparrales de *Acacia* sp. Se desconocen las implicaciones poblacionales que conlleva la presencia y uso de hábitats alterados para la especie, pero Kiere *et al.* (2007) han señalado que la pérdida o alteración de su hábitat, el cual aparentemente es muy restringido, podría tener un efecto dramático sobre su ámbito reproductivo.

La aplicación de Modelado de Nicho Ecológico (MNE) facilita el análisis de la distribución geográfica, ecológica y estacional de las especies, siendo además una excelente herramienta para el mejoramiento de estrategias de conservación de taxones raros o difíciles de localizar (e.g. Peterson *et al.* 2002, Peterson & Papes 2006, Franklin 2009, Peterson *et al.* 2011, Mota-Vargas & Rojas-Soto 2012), como es el caso de *I. fuertesi*. Esta herramienta ha sido utilizada con diferentes enfoques dentro de la conservación, como lo son: el diseño y planeación de reservas (e.g. Ortega-Huerta & Peterson 2004, Wilson *et al.* 2005), la evaluación de la respuesta de las especies al cambio climático (e.g. Peterson *et al.* 2001, Marini *et al.* 2009), la influencia que ejerce la expansión de especies exóticas (e.g. Rodríguez *et al.* 2007, Martínez-Morales *et al.* 2010, Jiménez-Valverde *et al.* 2011), la priorización de áreas para la reintroducción de las especies (e.g. Martínez-Meyer *et al.* 2006), entre otros; por lo que ahora que las especies enfrentan reducciones sin precedentes en sus ambientes naturales, este tipo de métodos son particularmente útiles.

Debido a la escases de información y a la aparente necesidad de conservar a *I. fuertesi*, los objetivos de este estudio fueron analizar la distribución geográfica y temporal de la especie usando MNE, describir las características paisajísticas y de hábitat asociadas a la presencia de la especie, obtener una evaluación de la abundancia y con base en esta información discutir sus implicaciones en conservación.

MÉTODOS

Obtención de registros y datos ambientales

La información de los registros de ocurrencia de la especie se obtuvo a partir de tres fuentes, la primera fue una búsqueda exhaustiva de los registros históricos, que incluyó la revisión de colecciones científicas mediante la consulta de la base de datos de la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF por sus siglas en inglés; <http://www.gbif.org/>), de la base de datos de Avibase (<http://avibase.bsc-eoc.org>), y del Atlas de distribución de las aves de México (Navarro-Sigüenza *et al.* 2006). Una segunda fuente fue la literatura general y especializada (e.g. Chapman 1911, Graber & Graber 1954, Dickerman 1964, Howell & Webb 1995, Jaramillo & Burke 1999, Kiere *et al.* 2007, Martin & Omland 2011). Una tercera fuente de información fue las salidas al campo para la búsqueda de la especie, tanto en localidades donde previamente se

había registrado y sus alrededores, así como en otras regiones intermedias entre las localidades conocidas. Todos los registros obtenidos en este estudio fueron geo-referenciados utilizando un sistema de posicionamiento global (GPS); y con base en su cercanía geográfica (no mayor a 10 km), fueron asociados a una sola localidad mediante la ayuda de un sistema de información geográfica ArcView V. 3.1. (ESRI 1999).

Los registros históricos dudosos, particularmente aquellos en donde se carecía de ejemplares o de evidencia fotográfica, y que se encontraban fuera de su distribución conocida (Howell & Webb 1995, Jaramillo & Burke 1999) fueron verificados; aquellos duplicados o que no tenían suficiente información geográfica fueron eliminados. Debido a que en diversas localidades existieron registros de presencia muy cercanos, para el análisis de distribución geográfica y estacional sólo se consideraron aquellos registros espacialmente únicos, es decir, aquellos que estuvieran separados al menos un kilómetro de distancia. Con base en el mayor número de registros históricos, dos de las localidades fueron elegidas para ser visitadas a lo largo de un año para los análisis: estacional, de paisaje y de abundancia (Cuadro 1).

Modelado de Nicho Ecológico

El análisis de la distribución geográfica, ecológica y estacional se realizó mediante MNE. Los modelos de nicho relacionan registros de ocurrencia de las especies, en combinación con variables ambientales, para establecer áreas con los requerimientos ambientales favorables para la presencia de las especies (Peterson *et al.* 2002, Peterson *et al.* 2011). En este trabajo se utilizó el algoritmo MaxEnt V. 3.3.3e. (Phillips *et al.* 2006) para obtener las distribuciones potenciales estacionales y la caracterización del nicho de *I. fuertesi*, ya que estudios previos han demostrado que constituye un algoritmo adecuado para hacer predicciones, particularmente cuando se utiliza un pequeño número de registros de presencia (Phillips *et al.* 2006).

MaxEnt estima la probabilidad de distribución que tenga la máxima entropía bajo el siguiente principio: el valor esperado de cada característica (*i.e.* variables climáticas) debe igualar el promedio empírico, es decir, el promedio del valor de los puntos de presencia conocidos. El algoritmo realiza un determinado número de iteraciones hasta alcanzar un límite de convergencia. El mapa final representa un índice de favorabilidad que va desde 0 (inadecuado) a 1 (perfectamente adecuado) (Phillips *et al.* 2006). Se utilizaron los parámetros predeterminados en el programa (*default settings*), aunque se desactivó la opción “*Do clamping*” para evitar

extrapolaciones artificiales en los valores extremos de las variables ecológicas. Debido a que el número de localidades por cada temporada estacional fue reducido, se utilizaron todos los puntos para el entrenamiento de los modelos.

Con el objetivo de analizar los patrones de distribución estacional de la especie y con base en la variación en las fechas de los registros de ocurrencia a lo largo del año, se elaboraron dos grupos de coberturas climáticas, que a su vez correspondieron con la temporada reproductiva y no reproductiva (Cuadro 1). Aunque la temporada reproductiva de la especie corresponde al período de mayo-julio (Jaramillo & Burke 1999, Martin & Omland 2011) en este trabajo incluimos en la temporada reproductiva al período comprendido entre marzo y agosto, y en temporada no reproductiva a los meses de noviembre, diciembre y enero. Los meses de septiembre, octubre y febrero, debido a la carencia de registros y a que son meses de aparente transición durante la migración, no fueron considerados en este análisis.

Para la caracterización ambiental de cada temporada se utilizaron tres variables climáticas mensuales, disponibles a través de mapas digitales provenientes del proyecto WorldClim (Hijmans *et al.* 2005), de las cuales se obtuvo para cada temporada, la temperatura máxima y mínima y la precipitación promedio; en combinación con tres variables topográficas: elevación, pendiente y el índice topográfico compuesto, provenientes del proyecto Hydro 1K (USGS 2001), todas a una resolución de 0.0083 grados ($\sim 1 \text{ km}^2$) (Cuadro 2).

Una vez obtenidos los mapas de distribución potencial por temporada, se realizaron proyecciones de las condiciones de una temporada hacia la otra, para identificar si las condiciones climáticas de la especie en una temporada, están presentes en la geografía de la otra temporada y viceversa. Sin embargo, como se detectó a la especie en la temporada no reproductiva sólo en las localidades del sur de su distribución conocida, se realizaron también proyecciones entre temporadas pero considerando una división entre localidades norte-sur. Se elaboraron un total de seis mapas de distribución potencial correspondientes con: a) la temporada reproductiva; b) proyección de las condiciones de la temporada reproductiva a la no reproductiva; c) la temporada no reproductiva; d) proyección de las condiciones de la temporada no reproductiva a la reproductiva; e) la temporada reproductiva de los sitios del norte; f) proyección de las condiciones de la temporada reproductiva de los sitios del norte a la temporada no reproductiva. Esto permitió analizar, partiendo del supuesto de que la especie mantiene sus condiciones entre temporadas (especie *nicho-seguidora* de acuerdo a Nakazawa *et al.* 2004), si la

especie realiza una migración del Golfo de México a la planicie costera del Pacífico, como se ha sugerido históricamente.

El desempeño de los modelos resultantes en MaxEnt son tradicionalmente evaluados a través de una curva ROC (Receiver Operating Characteristic; Phillips 2006); sin embargo, se ha demostrado que existen varios problemas asociados a este método (Peterson *et al.* 2007, Lobo *et al.* 2008). Por ello se implementó una curva ROC parcial (Tool for Partial-ROC V. 1.0.; Narayani 2008) de acuerdo a lo sugerido por Peterson *et al.* (2007).

Análisis de la abundancia

Se realizó una estimación de la abundancia relativa de la especie en dos de las localidades con un mayor número de registros históricos de presencia: 1) Tecolutla (20.479442 N, -97.010210 W), ubicada al norte del estado de Veracruz, y visitada durante los meses de mayo, agosto, diciembre de 2011 y enero de 2012; y 2) Tlacotalpan (18.613382 N, -95.661369 W), ubicada al sur de Veracruz, y visitada durante los meses de marzo, mayo, julio y diciembre de 2011. Estas dos localidades corresponden a humedales dominados por zonas periurbanas, potreros inundables con pastos introducidos, cercas vivas, fragmentos reducidos de manglar (a veces usado como cercas vivas en Tecolutla), así como zonas con cultivos de cítricos, principalmente.

Para la estimación de la abundancia relativa se siguió una modificación del método de puntos fijos por Ralph *et al.* (1996) que consistió en realizar puntos fijos de observación cada 200 m a lo largo de un trayecto de 2 km (dos en cada localidad). Debido a que la reproducción de los cantos incrementa la probabilidad de detectar a una especie y permite realizar un eficiente monitoreo de la población (Sutherland 2006), se utilizó el “playback” del canto a través de un amplificador y un reproductor de sonidos; el cual, para evitar la interrupción brusca del canto, se colocó en modo de repetición automática. La reproducción del canto consistió en dos series de llamados de 30 s cada uno, separados por 30 s de silencio. El muestreo se mantuvo constante, lo que permitió el cálculo de un índice de abundancia relativa obtenido a partir de la suma de todos los puntos de conteo por temporada y por localidad; dicho índice consistió en dividir el total de la suma de los registros, entre el total de la suma de los puntos fijos. Los censos se realizaron en dos horarios, por la mañana (6:00 a 10:00 hrs) y por la tarde (16:00 a 20:00 hrs).

Análisis de paisaje

Se eligieron siete puntos de ocurrencia para Tlacotalpan y cinco para Tecolutla, los cuales fueron caracterizados a un nivel de paisaje mediante el uso de imágenes satelitales provenientes de *Google Earth*, (Tecolutla - 3/11/2006 y Tlacotalpan - 1/23/2010) a una altura del ojo de 1.78 km. Para cada imagen se generó un sistema de información geográfica (SIG) con información sobre las áreas con cubierta forestal (fragmentos de vegetación), cuerpos de agua, zonas urbanas y zonas abiertas donde fueron incluidos los potreros. Para ello se digitalizaron las imágenes tomando como referencia las cartas temáticas vectoriales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía 1:50 000 (INEGI 2011) con información de zonas urbanas, cuerpos de agua y caminos, de los municipios de Lerdo de Tejada, Mixtequilla y Papantla, que son los correspondientes a las localidades analizadas, además la información se complementó con la información obtenida en las visitas de campo. La caracterización de los sitios se efectuó mediante el cálculo de la proporción de área que ocupa cada tipo de uso de suelo, para lo cual se trazaron “buffers” de 1 km de diámetro alrededor de los puntos de ocurrencia de la especie. En ambas localidades se eligieron los puntos al azar, pero cumpliendo con el criterio de una distancia 1.5 km para evitar que los buffers se superpusieran. El análisis se realizó con el programa ArcView V. 3.2. (ESRI 1999).

Para complementar el análisis a nivel de paisaje se realizó una descripción de la vegetación asociada a los puntos de ocurrencia; para ello se trazaron 10 trayectos en franja con un tamaño de 100 x 10 m, cinco en Tecolutla y cinco en Tlacotalpan, y se calculó el índice de valor de importancia relativa (IVI) en cada localidad. Se midieron todos los árboles enraizados con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 15 cm dentro de los trayectos, y se tomó la altura, el DAP, la altura de inicio de la fronda, y dos longitudes del follaje. Todos estos datos se tomaron con ayuda de una cinta métrica y un clinómetro. Se colectó el material vegetal de las especies para su posterior determinación en el herbario XAL del Instituto de Ecología, A.C.

Evaluación del estatus de riesgo

Se realizó un análisis de la categoría de riesgo de la especie a partir de la información obtenida en este estudio y con base en los criterios establecidos por la UICN (2001) tales como el tamaño de la población y del área de distribución geográfica; criterios que se corresponden parcialmente con los establecidos por el Método de Evaluación de Riesgo (MER) que son los aplicados en la

legislación nacional para el establecimiento de las categorías de riesgo (Sánchez *et al.* 2007, SEMARNAT 2010).

RESULTADOS

Distribución geográfica y ecológica

Se obtuvieron un total de 48 registros de presencia espacialmente únicos pero asociados a ocho localidades durante la temporada reproductiva, y cinco registros asociados a tres localidades para la temporada no reproductiva (Cuadro 1). Estos últimos registros corresponden a localidades ya conocidas para la temporada reproductiva; sin embargo, producto de las búsquedas en campo, se obtuvieron los primeros registros invernales para la especie en estas mismas localidades, es decir, en la zona del Golfo.

Como parte de la revisión de los registros históricos, se tuvo acceso a los ejemplares colectados en los estados de Morelos y Guerrero, depositados en las colecciones del Museo Americano de Historia Natural (AMNH Bird SKIN-818329) y el Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias de la UNAM (MZFC 16544). También fueron revisadas las fotografías correspondientes a los avistamientos de la especie en el estado de Chiapas a través de internet (<http://ibc.lynxeds.com/species/fuertess-oriole-icterus-fuertesi>). Se corroboró que todos ellos correspondieron a individuos juveniles y hembras, lo que dificultó su correcta identificación (*I. fuertesi* es indistinguible de *I. spurius* a excepción de los macho adultos) por lo que no fueron tomados en cuenta para el MNE; sin embargo, este hecho además pone en duda la migración invernal hacia el Pacífico, ya que estos registros podrían pertenecer a *I. spurius*. Por otro lado, se hizo una revisión de la fotografía tomada por S. Howell en Puerto Arista, Chiapas (Howell & Webb 1995); se consideró que la calidad de la imagen dificulta su correcta identificación, y debido a la similitud que presenta el ave fotografiada con un individuo macho juvenil de *Icterus galbula*; este registro tampoco no fue considerado para el MNE.

La distribución potencial de la especie obtenida a partir del MNE en la temporada reproductiva (Figure 2a) abarcó una zona estrecha de la costa del Golfo de México, particularmente al norte donde se corresponde con zonas inundables y de manglar (con alto grado de perturbación), misma que se extiende tierra adentro a lo largo del río Tamesí, en la frontera del

estado de Veracruz y Tamaulipas, así como en el sur siguiendo al río Papaloapan. La proyección de las condiciones de esta temporada hacia el invierno (Figure 2b) mostró la presencia de estas condiciones en un área reducida correspondiente a Tlacotalpan y a Minatitlán.

El MNE de la temporada no reproductiva (Figure 2c) correspondió con la distribución potencial de la especie en temporada reproductiva en el sur de Veracruz, abarcando las localidades de El Bayo, Tlacotalpan y Minatitlán aunque con baja probabilidad, y se extendió al estado de Tabasco. Cabe resaltar que se predijo únicamente una porción reducida en la costa del Pacífico, en la zona del Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca. Las condiciones invernales de las localidades de presencia en la temporada no reproductiva proyectadas a la temporada reproductiva (Figure 2d) coincidieron con las localidades de distribución de la especie en el norte; lo que sugiere que las condiciones climáticas de la distribución potencial en temporada reproductiva del norte, se encuentran muy bien representadas en el invierno de las localidades del sur; como se demuestra cuando se modeló la distribución de la especie usando sólo las localidades del norte en la temporada reproductiva (Figure 2e); y cuando se hizo a la inversa, es decir, cuando se proyectaron estas condiciones a la geografía de invierno, estas coincidieron con las localidades del sur (Figure 2f) aunque con poca probabilidad.

Cuando se modeló la distribución potencial del nicho climático de la especie durante la temporada la temporada reproductiva, ésta abarcó aproximadamente 15 700 km², mientras la distribución potencial del nicho climático ocupada en la temporada no reproductiva, fue apenas de 4 250 km². Los resultados mostraron áreas con condiciones climáticas favorables para la presencia potencial de la especie en Tabasco y la península de Yucatán; sin embargo, estas áreas se omitieron del análisis debido a que no se tienen registros históricos ni actuales, que validen la presencia de la especie en estas zonas, aunque no se descarta la posibilidad de presencia anual o incluso estacional en bajas densidades, aunque es necesario realizar búsquedas intensivas que permitan esclarecer su presencia en estas áreas.

El desempeño de los tres modelos y sus respectivas proyecciones (Figure 2 a-f) con base en los resultados de las curvas ROC parciales, fue significativamente mayor a lo esperado por el azar; mostrando para el modelo de la temporada reproductiva un radio de AUC de 1.98 ($p < 0.001$); para el modelo de la temporada no reproductiva un radio de AUC de 1.98 ($p < 0.001$); y para el modelo de la temporada reproductiva de las localidades del norte un radio de AUC de 1.99 ($p < 0.001$).

Estimación de abundancia

En Tlacotalpan se realizaron en total 140 puntos fijos, de los cuales, se registró a la especie en 53 de ellos; mientras que para Tecolutla, de un total de 60 puntos fijos, se registró a la especie únicamente en 16. Sin embargo, a pesar de que durante la temporada reproductiva en Tecolutla se realizaron sólo 40 puntos fijos, en comparación con los 100 realizados en Tlacotalpan, el índice de abundancia relativa muestra que la abundancia fue similar en ambos sitios (0.40 y 0.48 respectivamente). Durante la temporada no reproductiva, en Tlacotalpan la abundancia fue tres veces menor a la obtenida durante la temporada reproductiva (0.12) y durante esta misma temporada no se registró a la especie en Tecolutla (Cuadro 2). El número de machos fue casi el doble que de hembras o juveniles en ambas localidades y temporadas.

Análisis a nivel de paisaje

Fueron en total doce los “buffers” analizados a nivel de paisaje, siete en Tlacotalpan y cinco en Tecolutla (uno por cada punto de presencia; Figure 3). El porcentaje más alto en ambas localidades correspondió con las áreas abiertas, las cuales en su mayoría son potreros inundables y cultivos; sin embargo, el segundo mayor porcentaje de ocupación correspondió a los parches de vegetación en Tecolutla, y a cuerpos de agua en Tlacotalpan. En ambos casos las zonas urbanas fueron de menor ocupación con un 5% y 6% aproximadamente (Cuadro 3).

El análisis de la vegetación a lo largo de los trayectos representados principalmente por cercas vivas usadas por la especie, permitió la estimación del índice de valor de importancia relativa (IVI), e indicó que la especie dominante en Tecolutla corresponde a *Erythrina folkersii* (66.04) seguida por *Sapium macrocarpum* (40.07) y *Parmentiera aculeata* (19.23). Otras especies presentes en el sitio, y cuyo valor de dominancia fue menor, correspondieron a *Laguncularia racemosa*, *Bursera simaruba*, *Terminalia cappata*, *Leucaena leucocephala*, *Annona glabra*, *Avicennia germinans*, *Ficus* sp., *Manilkara zapota*, *Salix humboldtiana*, *Pithecellobium dulce*, *Guazuma ulmifolia*, *Maclura tinctoria*, *Psidium guajava*, y *Pachira acuatica*; en esta última se observó en tres ocasiones a *I. fuertesii*. Se registraron otras tres especies de la familia Fabaceae que no fue posible.

En Tlacotalpan la especie dominante de acuerdo al IVI correspondió a *Pithecellobium dulce* (42.64) seguida por *Crataeva tapia* (21.59) y *Spondias mombim* (16.93). Otras especies fueron: *Bursera simaruba*, *Casuarina equisetifolia*, *Coccoloba barbadensis*, *Cocos nucifera*,

Syderoxilom sp., *Erythrina folkersii*, *Ficus* sp., *Gliricidia sepium*, *Mangifera indica*, *Parmentiera aculeata*, *Terminalia cappata*, *Tabebuia* sp., *Citharexylum* sp. Además se registraron dos especies de la familia Fabaceae, que no fueron. En ambas localidades los árboles presentaron una altura promedio de 5.5 m; sin embargo, debe considerarse que al ser especies dispuestas en cercas vivas, son podados con frecuencia.

Cabe señalar que a pesar de los esfuerzos, debido a los pocos registros obtenidos de la especie, no fue posible relacionar estadísticamente la abundancia con la estructura del paisaje y de la vegetación.

DISCUSIÓN

El grado de desconocimiento actual de *I. fuertesii* resulta evidente a través de las imprecisiones en su distribución geográfica y estacional; lo que es preocupante por tratarse de una forma endémica de México. Este desconocimiento puede deberse en parte al lento proceso en su reconocimiento taxonómico como un linaje evolutivo distinto (Baker *et al.* 2003), ya que de ser así, tendría importantes repercusiones en su conservación, debido a que el tamaño del área de distribución de una especie es considerada como uno de los criterios importantes para determinar la categoría de riesgo de las especies (IUCN 2001, Sánchez *et al.* 2007, SEMARNAT 2010) y en este caso, estaría restringida a algunas pocas localidades a lo largo de la costa del Golfo de México.

Desde su descripción por Chapman (1911), son pocos los estudios enfocados al entendimiento de la biología de la especie, a pesar de ser endémica a México y encontrarse sujeta a una categoría de riesgo bajo la normatividad mexicana (NOM-059-2010; SEMARNAT 2010), por lo que el presente estudio aporta información fundamental en el entendimiento de la distribución espacial y estacional de la especie, considerando el reto que representa un ave que al ser migratoria, presenta diferencias estacionales en su distribución.

En este estudio se encontró que la especie tiene un área de distribución potencial muy reducida a lo largo de la franja costera del Golfo de México, en los estados de Tamaulipas y Veracruz, y que resultó nueve veces menor a lo reportado por Martin y Omland (2011) quienes establecieron un intervalo de distribución potencial en temporada reproductiva de 145 400 km² a través de un estudio con MNE sobre la comparación de la distribución de *I. spurius* e *I. fuertesii*.

Las diferencias en las estimaciones pueden deberse a que en el estudio de Martin y Omland (2011) se emplearon variables ambientales anuales para modelar la distribución estacional. Nuestros resultados, obtenidos a partir de la separación estacional de las variables, son de especial relevancia y preocupación en la conservación de *I. fuertesi*, porque sugieren un intervalo de distribución menor a 50 000 km², lo que coloca a esta especie en una situación de prioridad en su conservación (ICBP 1992, Stattersfield *et al.* 1998).

Por otro lado, la búsqueda en campo de nuevas localidades para la especie resultó infructuosa, manteniéndose básicamente en ocho localidades conocidas en la época reproductiva, con algunos nuevos registros pero relativamente cercanos a las localidades ya conocidas (e.g. Salinas, Veracruz; a 6 km de distancia de El Bayo); y con tan sólo tres localidades conocidas durante su época no reproductiva. Esto permite sugerir que el patrón de distribución de esta especie es particularmente restringido, con un marcado aislamiento y una falta de conectividad geográfica entre localidades.

Aunado a la distribución restringida y fragmentada, los patrones estacionales de la especie han permanecido confusos; ya que durante mucho tiempo se ha considerado que realiza migraciones invernales a la planicie costera del Pacífico (Howell & Webb 1995, Jaramillo & Burke 1999) y que su distribución incluye hasta el estado de Guerrero (Blake 1953, Howell & Webb 1995, Jaramillo & Burke 1999). Sin embargo, los análisis con MNE sugieren que la especie realiza una migración invernal (correspondiente en este estudio con la temporada no reproductiva) de corta distancia, desde el norte hacia el sur de su distribución en el Golfo de México (correspondiente con la temporada reproductiva). Es importante considerar que de acuerdo a Nakazawa *et al.* (2004) existe una variación en la ecología estacional de las especies migratorias, algunas siguen un nicho climático particular entre temporadas (“nicho seguidoras”), mientras que otras realizan cambios en sus regímenes climáticos entre estaciones (“nicho permutadoras”). Si *I. fuertesi* fuese nicho-seguidora, entonces no existe evidencia climática que sugiera que la especie migre hacia el Pacífico en invierno, ya que las proyecciones de los modelos de nicho de su área reproductiva (zona costera del Golfo de México), hacia los meses de la temporada no reproductiva, muestran que no existen las condiciones climáticas en la costa del Pacífico durante la temporada no reproductiva, exceptuando sólo una pequeña porción de la costa del Pacífico en el Istmo de Tehuantepec y en el norte del estado de Chiapas (Figure 2d);

existiendo sólo un registro fotográfico (Howell & Webb 1995) dudoso en Puerto Arista, Chiapas, y que podría validar su presencia en esta pequeña franja costera del Pacífico.

Por el contrario, si la especie fuese nicho permutadora (que cambia de nicho climático entre temporadas; Nakazawa *et al.* 2004), como lo podrían sugerir los registros históricos de la especie en el centro y en la costa del Pacífico, existiría la posibilidad de una migración Golfo-Pacífico. Sin embargo, el análisis cuidadoso de algunos de estos ejemplares demuestra que pertenecen a individuos juveniles y/o hembras, por lo que no existe certeza de su identificación y por lo tanto de su presencia invernal en estas zonas. De lo anterior surge la necesidad de continuar con la búsqueda intensiva de la especie en el Pacífico; aunque nuestros resultados sugieren que *I. fuertesii* es una especie migratoria “nicho seguidora” y de corta distancia. Además, la ausencia de registros de ocurrencia en el norte de su distribución conocida en el Golfo de México durante la temporada no reproductiva, y apoyada por los resultados del MNE, sugiere que las poblaciones del norte de Veracruz y sur de Tamaulipas, podrían estar realizando una migración invernal pero sólo hasta el sur de Veracruz, donde además se realizaron los primeros registros confirmados durante la época invernal y que corresponden con las áreas sureñas de la temporada de reproducción, donde se observó que existen las condiciones climáticas para la presencia anual de la especie (Figure 2c-f).

Con relación a la abundancia, para la temporada reproductiva tanto para Tlacotalpan como para Tecolutla, se registró un índice de abundancia relativa similar; para la temporada no reproductiva éste fue aún más bajo en Tlacotalpan y nulo para Tecolutla (Cuadro 2). Los valores del índice de abundancia relativa obtenidos en este estudio en la temporada reproductiva, sugieren que la especie se registró con un promedio de cuatro individuos cada diez puntos; aunque este valor quizá está influido por el uso del “playback” que muy probablemente incrementó su detección (Sutherland 2006); lo mismo pudo haber sucedido con el número de individuos por sexo y edad, siendo los machos los más registrados (Cuadro 2). Es importante remarcar que ambas localidades, al igual que otras no analizadas pero sí visitadas, muestran la existencia de subpoblaciones aisladas y separadas entre sí por decenas y en ocasiones centenas de kilómetros, que probablemente podrían estar evitando el flujo de individuos entre ellas.

A escala local en Tecolutla y Tlacotalpan, se observó que la especie se encuentra presente en zonas con poca vegetación arbórea; todos los avistamientos de la especie fueron en zonas de potreros inundables delimitados por cercas vivas, lo que sugiere que la especie podría tener

preferencia por las áreas abiertas y cierta tolerancia a la perturbación, como históricamente han sugerido otros autores (Chapman 1911, Graber & Graber 1954, Jaramillo & Burke 1999). Cabe resaltar que Graber y Graber (1954) fueron de los primeros autores en hacer una descripción del hábitat de la especie, sugiriendo que anida en arbustos de dunas costeras cercanas a manglar (*Conocarpus erectus*). Sin embargo, en este estudio no se observó a *I. fuertesii* utilizando este tipo de hábitat; pese a que en Tecolutla algunas de las cercas vivas están compuestas por árboles de mangle (i.e. *Avicennia germinans*) aunque no fue una especie dominante.

Jaramillo y Burke (1999) con base en las descripciones de Graber y Graber (1954) y de Howell y Webb (1995) sugieren que la especie recientemente ha modificado su presencia a otros tipos de hábitat, pero que originalmente se establecía en dunas costeras. Pese a que desconocemos el tipo de vegetación en la parte más norteña de su distribución (Altamira y Tampico; Tamaulipas; Tamiahua y Tuxpan; Veracruz), tanto en Tecolutla como en Tlacotalpan la especie no fue observada en o cercana a los sistemas de dunas costeras; en cambio se observó que los individuos estaban cerca de cuerpos de agua permanentes, tal como lo hace *Icterus spurius* en temporada de anidación (Jaramillo & Burke 1999). Además, con base en el análisis de la vegetación a lo largo de los trayectos y en estudios de la flora del estado de Veracruz (Castillo *et al.* 2011) varias de las especies arbóreas donde se observó a la especie, han sido consideradas como características de bosques de galería (*Pachira acuatica*, *Psidium guajava*, *Salix humboldtiana*), popal-tular (*Annona glabra*, *Pachira acuatica*, *Salix humboldtiana*, *Sapium macrocarpum*) y manglar (*Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*); por lo que sugerimos que estos tipos de vegetación, que son frecuentes en los sistemas de humedales (Moreno-Casasola *et al.* 2011), podrían haber sido los utilizados por la especie originalmente, aunque se desconoce el impacto que podría haber tenido el aparente cambio de hábitat de la especie de vegetación natural de bosques de galería, popal-tular y manglar, hacia la presencia exclusiva en sistemas perturbados de humedales y zonas costeras.

Con base en los resultados de este estudio, incluyendo su distribución restringida y fragmentada, así como con los valores registrados de abundancia, sugerimos realizar una re-evaluación del estatus de riesgo de la especie. La UICN (2001) considera varios criterios, entre ellos el tamaño poblacional, que está inversamente correlacionado con la probabilidad de extinción; por lo que con base al bajo número de individuos registrado en todas las localidades visitadas y a que los registros de la especie se encontraron como poblaciones pequeñas,

fragmentadas y relativamente aisladas, se considera que la especie podría estar enfrentando una situación de riesgo sin precedentes, que bajo los criterios de la IUCN (2001) correspondería al menos con los criterios de una especie *vulnerable*.

Considerando los criterios actuales de la legislación mexicana (NOM-059-2010; SEMARNAT 2010) se sugiere la revaluación de la categoría de *I. fuertesii* a la categoría de “Peligro de Extinción” debido a que cumple ampliamente con los cuatro criterios del MER (Sánchez *et al.* 2007) para la asignación de dicha categoría: 1) amplitud de la distribución del taxón en México muy restringida (menor a 5% del territorio nacional); 2) estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón muy limitante; 3) vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón alta; y 4) alto impacto de la actividad humana sobre el taxón.

Finalmente, a pesar de que existen programas e iniciativas de conservación de algunos sitios (i.e. Tecolutla y Tlacotalpan han sido considerados como Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves; Arizmendi & Marquez 2000, así como sitios Ramsar; <http://www.ramsar.org>), se sabe que el resto de las localidades de presencia se encuentran en áreas con un alto grado de impacto y degradación humana, y a su vez están sujetas a eventos estocásticos severos como inundaciones y huracanes (Moreno-Casasola *et al.* 2011), por lo que se debe prestar atención a la conservación particular de esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Kevin Omland por las grabaciones proporcionadas y a la Biol. Claudia Gallardo por su apoyo en la identificación de las especies vegetales. El trabajo de campo se benefició del apoyo brindado por Augusto Alonso, Claudio Mota, Alexander Peña, Juan Escobar, Diana Vázquez, Omar Hernández y el grupo Kululú en Tecolutla. El manuscrito fue enriquecido con los comentarios de Adolfo G. Navarro, F. Javier Laborde, Alejandro Espinosa, Eduardo O. Pineda, Fernando González y Miguel A. Martínez. Rosario Landgrave apoyó con el uso del SIG. ATS contó con una beca CONACyT para sus estudios de maestría.

LITERATURA CITADA

- AOU (American Ornithologists' Union) (1983) *Check-list of North American Bird*. Sixth edition. Washington, D.C.: American Ornithologists' Union.
- AOU (American Ornithologists' Union) (1998) *Check-list of North American Birds*. Seventh edition. Washington, D.C.: American Ornithologists' Union.
- Arizmendi, M. C. (2003) Estableciendo prioridades para la conservación de las aves. Pp. 133-149 in H. Gómez de Silva & A. Oliveras de Ita, eds. *Conservación de aves, experiencias en México*. México, D.F.: CIPAMEX, National Fish and Wildlife Foundation, CONABIO.
- Arizmendi, M. C. & Márquez, L. (2000) *Áreas de importancia para la conservación de las aves en México*. México, D.F.: CIPAMEX.
- Avibase (2011) [http:// avibase.bsc-eoc.org](http://avibase.bsc-eoc.org) (accessed January-December 2011)
- Baker, J. M., López-Medrano, E., Navarro-Sigüenza, A. G., Rojas-Soto, O. R. & Omland, K. E. (2003) Recent speciation in the orchard oriole group: divergence of *Icterus spurius spurius* and *Icterus spurius fuertesi*. *Auk* 120: 848-859.
- Blake, E. R. (1953) *Birds of Mexico*. Chicago: University of Chicago Press.
- BirdLife International (2000) *Threatened Birds of the World*. Barcelona, España and Cambridge, Reino Unido: Lynx Edicions and BirdLife International.
- Castillo-Campos, G., S. Avendaño R. & M.E. Medina (2011) *Flora y vegetación*. Pp. 163-179 in Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) La biodiversidad en Veracruz: estudio de estado. México: CONABIO, Gobierno del Estado de Veracruz, Instituto de Ecología, A.C.
- Chapman, F. M. (1911) [Description of a new oriole (*Icterus fuertesi*) from Mexico] *Auk* 28: 1-4.
- Clements, J. F. Schulenberg, T. S. Iliff, M. J. Sullivan, B.L. Wood, C. L. & Roberson, D. (2012) *The eBird/Clements checklist of birds of the world: V. 6.7*. <http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/downloadable-clements-checklist>.
- Dickerman, R. W. (1964) [A specimen of Fuerte's Oriole, *Icterus fuertesi*] from Texas. *Auk* 81: 433.
- ESRI (1999) *ArcView GIS*, V. 3.2. California, USA: Environmental Systems Research Institute Inc.

- Franklin, J. (2009) *Mapping species distributions: spatial inference and prediction*. Cambridge, U.K.: University Press.
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility) (2011) <http://www.gbif.org> (accessed January 2011)
- Gill, F. & Donsker, D., eds. (2012) IOC World Bird Names. V. 3.2. (accessed July 2012)
- Graber, R. R. & Graber, J. W. (1954) Comparative notes on Fuertes's and Orchard orioles. *Condor* 56: 274-282.
- Google Earth (2011) <http://earth.google.es> (accessed January-December 2011)
- González-García, F. & Gómez de Silva, H. (2003) Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. Pp. 150-194 in H. Gómez de Silva & A. Oliveras de Ita, eds. *Conservación de aves, experiencias en México*. México, D.F.: CIPAMEX, National Fish and Wildlife Foundation, CONABIO.
- Hess, P. (2004) *Ochard Oriole Split Suggested*. *Birding* 36: 464.
- Hijmans, R. J. Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G. & Jarvis, A. (2005) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Internatn. J. Climatol.* 25: 1965-1978.
- Howell, S. N. G. & Webb, S. (1995) *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. New York: Oxford University Press.
- Howell, S. N. G. (1999) *A bird-finding guide to Mexico*. New York: Cornell University Press.
- ICBP (International Council for Bird Preservation) (1992) *Putting biodiversity on the map: priority areas for global conservation*. Cambridge, U.K.: International Council for Bird Preservation.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2011) <http://www.inegi.gob.mx> (accessed March 2012)
- IUCN (International Unit for Conservation of Nature) (2001) Red List Categories and Criteria. V. 3.1. Gland, Suiza and Cambridge, U.K.: UICN.
- Jaramillo, A. & Burke, P. (1999) *New world blackbirds: the icterids*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Jiménez-Valverde, A. Peterson, A. T. Soberón, J. Overton, J. M. Aragón, P. & Lobo, J. M. (2011) Use of niche models in invasive species risk assessments. *Biol. Invasions* 13: 2785-2797.

- Kiere, L. M. Hofmann, C. M. Tracy, I. E. Cronin, T. W. Leips, J. & Omland, K. E. (2007) Using the color to define species boundaries: quantitative analysis in the orchard oriole complex supports the recognition of two species. *Condor* 109: 692-697.
- Lobo, J. M. Jiménez-Valverde, A. & Real, R. (2008) AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global Ecol. Biogeog.* 17: 145-151.
- Marini, M. A. Barbet-Massin, M. Esteves, L. & Jiguet, F. (2009) Predicted climate-driven bird distribution changes and forecasted conservation conflicts in a neotropical savanna. *Conserv. Biol.* 23: 1558-1567.
- Martin, M. D. & Omland, K. E. (2011) Environmental niche modeling reveals climatic differences among breeding ranges of orchard oriole subspecies. *Am. Midl. Nat.* 166: 404-414.
- Martínez-Meyer, E. Peterson, A. T. Servín, J. I. & Kiff, L. F. (2006) Ecological niche modelling and prioritizing areas for species reintroductions. *Oryx* 40: 411-418.
- Martínez-Morales, M. A. Zuria, I. Chapa-Vargas, L. MacGregor-Fors, I. Ortega-Álvarez, R. Romero-Águila, E. & Carbó, P. (2010) Current distribution and predicted geographic expansion of the Rufous-backed Robin in Mexico: a fading endemism? *Divers. Distrib.* 16: 786-797.
- Moreno-Casasola, P. Infante, D. M. López-Rosas, H. Peralta, L. A. Castillo-Campos, G. Travieso-Bello, A. C. Méndez, W. A. & Sánchez-Ríos, G. (2011) *La biodiversidad de los humedales*. Pp. 217-228 in Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) *La biodiversidad en Veracruz: estudio de estado*. México: CONABIO, Gobierno del Estado de Veracruz, Instituto de Ecología, A.C.
- Mota-Vargas, C. Rojas-Soto, O. R. Lara, C. Castillo-Guevara, C. & Ballesteros-Barrera, C. (2012) Geographic and ecological analysis of the Bearded Wood Partridge *Dendrortyx barbatus*: some insights on its conservation status. *Bird Conserv. Internatn.* Available on CJO Doi:10.1017/S0959270912000329.
- Nakazawa, Y. Peterson, A. T. Martínez-Meyer, E. & Navarro-Sigüenza, A. G. (2004) Seasonal niches of Nearctic-Neotropical migratory birds: implications for the evolution of migration. *Auk* 121: 610-618.
- Narayani-Barve (2008) *Tool for Partial-ROC*, V. 1.0. Lawrence, K.S.: Biodiversity Institute.

- Navarro-Sigüenza, A. G. & Peterson, A. T. (2004) An alternative species taxonomy of Mexican birds. *Biota Neotropica* 2: 1-32.
<http://www.biotaneotropica.org.br/v4n2/pt/abstract?taxonomic-review+BN03504022004>
- Navarro-Sigüenza, A., Peterson, A. T. & Gordillo-Martínez, A. (2003) Museums working together: the atlas of the birds of Mexico. *Bull. Brit. Ornithol. Club Suppl.* 123A: 207-225.
- Omland, K. E. & Lanyon, S. M. (2000) Reconstructing plumage evolution in orioles (*Icterus*): repeated convergences and reversal in patterns. *Evolution* 54: 2119-2133.
- Ortega-Huerta, M. A. & Peterson, A. T. (2004) Modelling spatial patterns of biodiversity for conservation prioritization in north-eastern Mexico. *Divers. Distrib.* 10: 39-54.
- Peterson, A. T. Ball, L. G. & Cohoon, K. P. (2002) Predicting distribution of Mexican birds using ecological niche modelling methods. *Ibis* 144: e27-e32.
- Peterson, A. T. & Papes, M. (2006) Potential geographic distribution of the Bugun Liocichla *Liocichla bugunorum*, a poorly-known species from north-eastern India. *Indian Birds* 6: 148-151.
- Peterson, A. T. Papes, M. & Soberón, J. (2007) Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. *Ecol Model.* 213: 63-72.
- Peterson, A. T. Sánchez-Cordero, V. Soberón, J. Bartley, J. Buddemeier, R. W. & Navarro-Sigüenza, A. G. (2001) Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae. *Ecol. Model.* 144: 21-30.
- Peterson, A. T., Soberón, J. Pearson, R. G. Anderson, R. P. Martínez-Meyer, E. Nakamura, M. & Bastos, M. (2011) *Ecological niches and geographic distribution*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Phillips, S. J. Anderson, R. P. & Schapire, R. E. (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol. Model.* 190: 231-259.
- Ralph, C. J. Geupel, G. R. Pyle, P. Martin, T. E. De Sante, D. F. & Milá, B. (1996) *Manual de Métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, California: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Ramsar (2012) <http://www.ramsar.org> (accessed July 2012)
- Rodríguez, J. P. Brotons, L. Bustamante, J. & Seosane, J. (2007) The application of predictive modelling of species distribution to biodiversity conservation. *Divers. Distrib.* 13: 243-251.

- Rojas-Soto, O. R., Navaro-Sigüenza, A. G. & Espinosa de los Monteros, A. (2010) Systematics and bird conservation policies: the importance of species limits. *Bird Conserv. Internatn.* 20: 176-185.
- Sánchez, O. Medellín, R. Aldama, A. Goettsch, B. Soberón, J. & Tambutti, M. (2007) *Método de evaluación del riesgo de extinción de las especies silvestres en México (MER)*. México, D.F.: SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, UNAM, CONABIO.
- Stattersfield, A. J., Crosby, M. J. Long, A. J. & Wege, D. C. (1998) *Endemic bird areas of the world. Priorities for Biodiversity Conservation*. Cambridge: BirdLife International (BirdLife Conservation Series 7)
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2011) Diario Oficial de la Federación (2001, 2011) *Norma Oficial Mexicana NOM-059- 2010. Protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo*. México D.F.: Secretaría de Gobernación.
- Sutherland, W. J. (2006) *Ecological Census Techniques*. Second edition. Cambridge, N.Y.: Cambridge University Press.
- UNEP-WCMC (Comps.) 2001. *Checklist of CITES species* (CD-ROM). Geneva, Switzerland, and UNEP-WCMC, Cambridge, U.K.: CITES Secretariat. <http://www.cites.org/eng/resources/species.html> (accessed July 2012)
- USGS (United States Geological Survey) (2001) HYDRO1k Elevation Derivative Database, U.S. Geological Survey, Washington, D.C. <http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/hydro/> (accessed January-August 2011)
- Viña, A. Tuanmu, M. Xu, W. Li, Y. Ouyang, Z. DeFries, R. & Liu, J. (2010) Range-wide analysis of wildlife habitat: Implications for conservation. *Biol. Conserv.* 143: 1960-1969.
- Wilson, K. A. Westphal, M. I. Possingham, H. P. & Elith, J. (2005) Sensitivity of conservation planning to different approaches to using predicted species distribution data. *Biol. Conserv.* 122: 99-112.

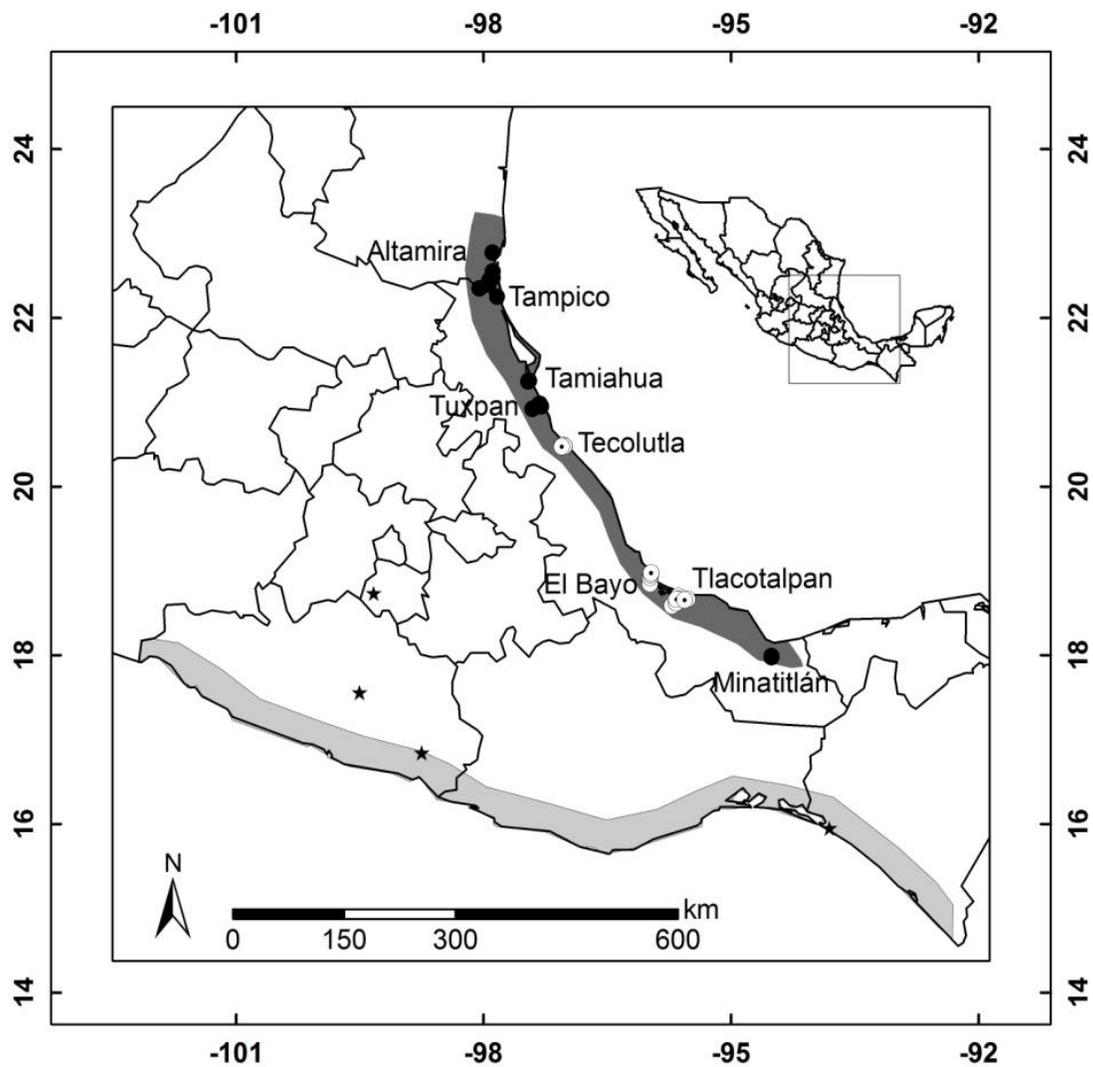


Figura 1. Distribución geográfica de *Icterus fuertesi* (adaptado de Jaramillo & Burke 1999). El polígono gris oscuro representa la distribución reproductiva y el polígono gris claro la distribución invernal sugerida por Howell y Webb (1995). Los círculos negros y blancos representan las localidades históricas conocidas de presencia, aunque estos últimos corresponden con las localidades visitadas en este estudio (ver métodos). Las estrellas indican ejemplos de registros dudosos de la especie en la temporada no reproductiva.

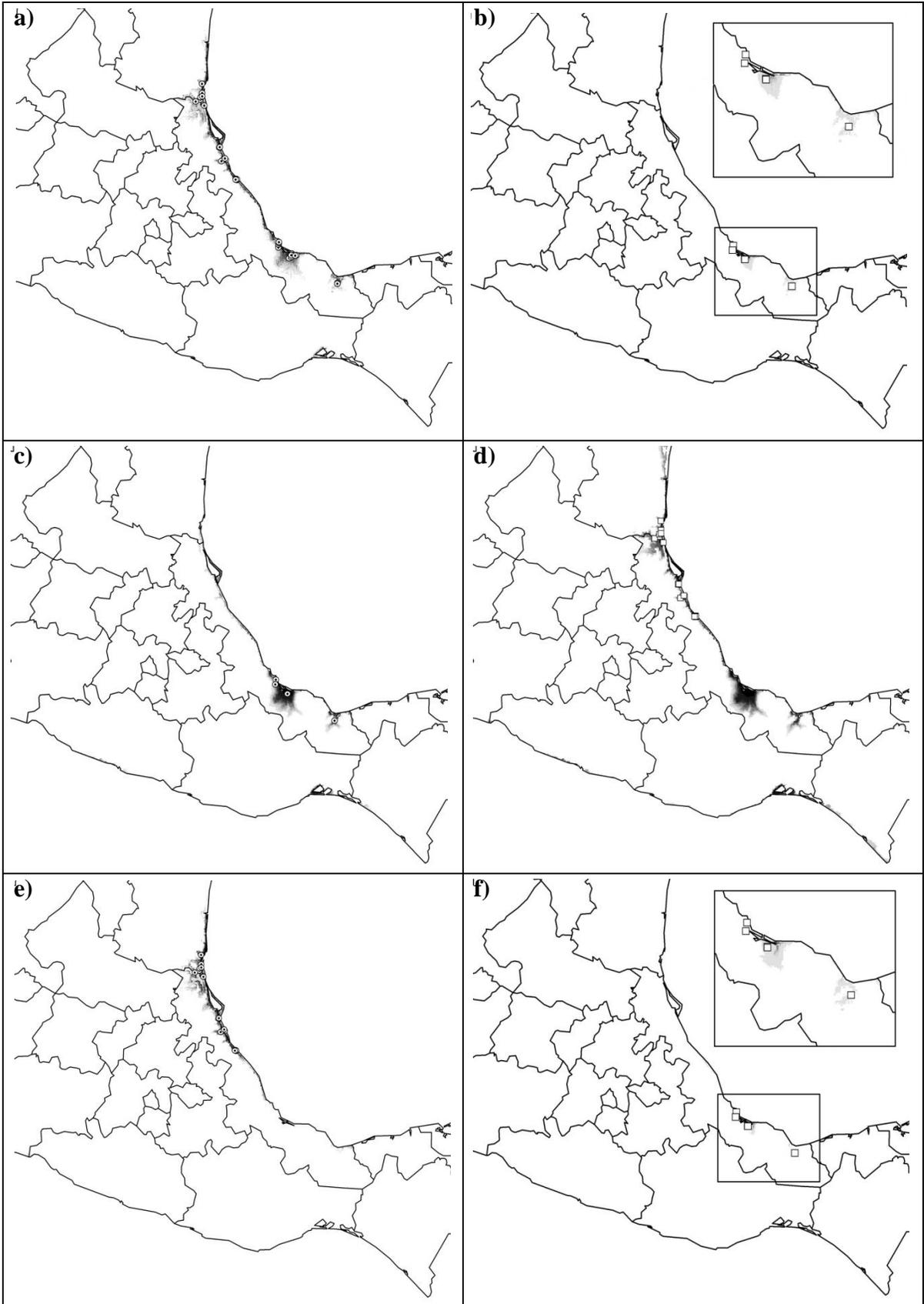


Figura 2. Distribución potencial del nicho climático de la especie por temporadas: **a)** reproductiva; **b)** proyección de las condiciones de temporada reproductiva a temporada no reproductiva; **c)** temporada no reproductiva; **d)** proyección de las condiciones de temporada no reproductiva a temporada reproductiva; **e)** temporada reproductiva de los sitios del Norte de Veracruz; **f)** proyección de las condiciones de temporada reproductiva del Norte a la temporada no reproductiva. El sombreado corresponde a las probabilidades de presencia (negro 0.6 – 0.9, gris oscuro 0.3 – 0.59, gris claro 0.01 – 0.29). Los cuadros blancos simbolizan la ausencia de la especie en invierno pero son correspondientes con localidades de presencia en la temporada reproductiva.

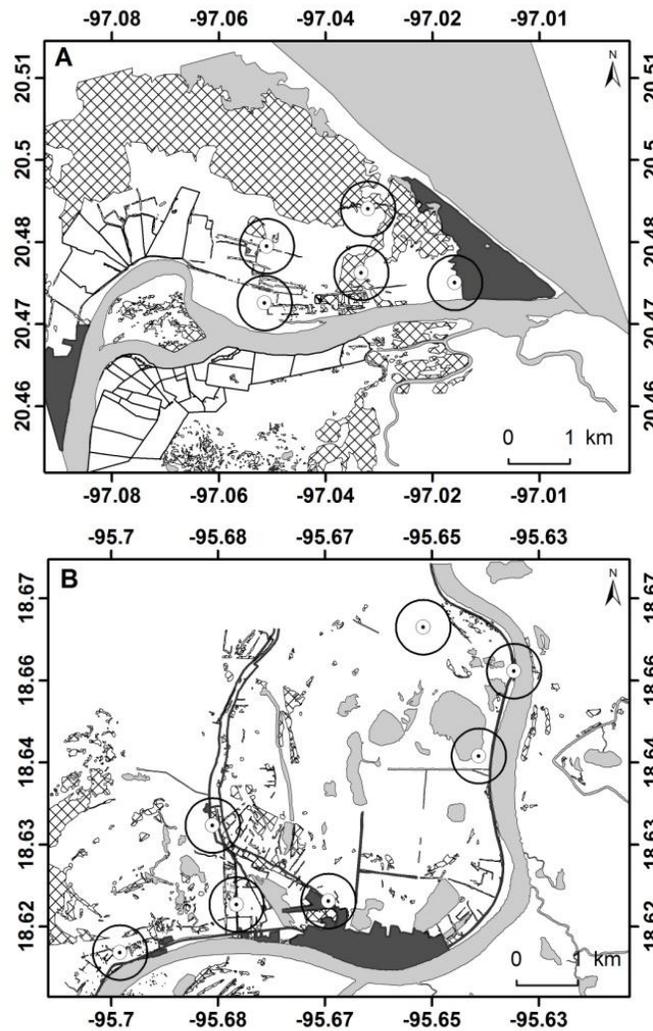


Figura 3. Principales usos de suelo de Tecolutla (a) y Tlacotalpan (b). Se muestran los “buffers” de 1km alrededor de los puntos de presencia de la especie representados por un círculo. El área urbana se encuentra representado por polígonos gris oscuro, los cuerpos de agua en polígonos gris claro, mientras que los parches de vegetación están representados por un achurado cuadrículado. El área abierta se muestra en blanco.

Cuadro 1. Localidades de presencia de la especie por temporada. Los números entre paréntesis representan el número de visitas en cada temporada durante este estudio; cabe resaltar que Tecolutla se visitó además dos veces en invierno. Aquellas marcadas con un asterisco fueron las localidades donde se estimó la abundancia relativa (ver métodos).

Estado	Reproductiva Marzo – Agosto	No reproductiva Noviembre – Enero
Tamaulipas	Altamira	
	Tampico	
Veracruz	Tamiahua	
	Tuxpan	
	Tecolutla* (2)	
	El Bayo (1)	El Bayo (1)
	Tlacotalpan* (3)	Tlacotalpan (1)
	Minatitlán	Minatitlán

Cuadro 2. Número de individuos registrados por localidad y por temporada así como el índice de abundancia relativa.

	Categoría	Temporada reproductiva			Temporada no reproductiva		
		# puntos fijos	# indiv.	índice	# puntos fijos	# indiv.	índice
Tlacotalpan	Juveniles		13	0.13		1	0.025
	Machos		21	0.21		4	0.1
	Hembras		14	0.14		0	0
	Totales	100	48	0.48	40	5	0.12
Tecolutla	Juveniles		3	0.075		0	0
	Machos		12	0.3		0	0
	Hembras		1	0.025		0	0
	Totales	40	16	0.4	20	0	0

Cuadro 3. Proporción de área de uso de suelo y cuerpos de agua que caracterizan a los sitios.

		Área abierta	Parches de vegetación	Cuerpos de agua	Área urbana
Tlacotalpan	km ²	3.83	0.47	0.89	0.30
	porcentaje	69.76	8.56	16.21	5.46
Tecolutla	km ²	2.60	0.85	0.21	0.26
	porcentaje	66.32	21.68	5.35	6.63

III. CONCLUSIÓN GENERAL

El presente proyecto de investigación aporta información relevante para la conservación de *Icterus fuertesi*, considerando el reto que representa un ave que al ser migratoria, presenta diferencias estacionales en su distribución. Se encontró que la especie tiene un área de distribución potencial muy reducida, con un marcado aislamiento y una falta de conectividad geográfica entre localidades a lo largo de la franja costera del Golfo de México, en los estados de Tamaulipas y Veracruz, con un intervalo de distribución menor a 50 000 km², lo que coloca a esta especie en una situación de prioridad en su conservación (ICBP 1992, Stattersfield *et al.* 1998), ya a que el tamaño del área de distribución de una especie es considerada como uno de los criterios importantes para determinar la categoría de riesgo de las especies (IUCN 2001, Sánchez *et al.* 2007, SEMARNAT 2010).

A pesar de que los patrones estacionales de la especie han permanecido confusos, a través del modelado de nicho ecológico, se sugiere que la especie realiza una migración invernal de corta distancia, desde el norte hacia el sur de su distribución en el Golfo de México. No existe evidencia climática que sugiera que la especie migre hacia el Pacífico en invierno, como tradicionalmente se ha planteado.

A escala local en Tecolutla y Tlacotalpan, desconocemos el impacto que tiene la presencia de la especie en sitios de humedales altamente perturbados y con poca vegetación arbórea (todos los avistamientos de la especie fueron en zonas de potreros inundables delimitados por cercas vivas).

Con base en los resultados de este estudio, incluyendo su distribución restringida y fragmentada, así como con los valores registrados de abundancia, sugerimos realizar una re-evaluación del estatus de riesgo de la especie, ya que se considera que la especie podría estar enfrentando una situación de riesgo sin precedentes. Considerando los criterios actuales de la legislación mexicana (NOM-059-2010; SEMARNAT 2010) se sugiere la reevaluación de la categoría de *I. fuertesi* a la categoría de “Peligro de Extinción” debido a que cumple ampliamente con criterios del MER (Sánchez *et al.* 2007) para la asignación de dicha categoría, y bajo los criterios de la IUCN (2001) correspondería al menos con los criterios de una especie *vulnerable*.