



Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Programa de Posgrado en Manejo de Vida Silvestre

Tesis de Maestría

Determinación de áreas de protección especial para la conservación de aves migrantes en la Reserva Mar Chiquita

Autor: Lic. Jesús N. Pinto Ledezma

Director: Dr. Adrián Farmer

Co-director: Dr. Enrique Bucher

Marzo 2009

**DETERMINACION DE ÁREAS DE PROTECCION ESPECIAL PARA
LA CONSERVACION DE AVES MIGRANTES EN LA RESERVA
MAR CHIQUITA**

Tesis Presentada por:

Lic. Jesús N. Pinto Ledezma

Aprobada en estilo y contenido por:

Director: Dr. Adrian Farmer

Co-director: Dr. Enrique Bucher

Miembro de la Comisión Asesora: Dra. Emma Bonino

Prof. Dra. Sonia Colantonio
Secretaria Académica de Investigación y Posgrado
Universidad Nacional de Córdoba

Centro de Zoología Aplicada
Universidad Nacional de Córdoba
C.C. 122 – 5000 Córdoba – Argentina
zoología@efn.uncor.edu

*A Ángela Ledezma
Mi mamá (mamita), amiga y
compañera de travesuras
A mis hermanas*

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a:

Dios por quien todo fue hecho y a quien le debo cada día de mi vida.

A mis directores, los doctores Adrian Farmer y Enrique Bucher, por haber guiado a buen puerto este trabajo, además del tiempo brindado y el tiempo gastado en aclararme las dudas y mejorar mi razonamiento, muchas gracias a ambos.

A Adrian Farmer, quien reviso incontables veces el presente documento, por su incansable labor en guiarme y por sus mails de apoyo cuando más las necesitaba.

Al Dr. Enrique Bucher, quien confió en mi persona, por su paciencia y la enseñanza de muchas cosas que hasta la fecha no tenía en cuenta.

Al Dr. Gerardo Leynaud, por la amistad brindada y las enseñanzas, sugerencias, explicaciones brindadas a lo largo de la maestría.

A mis compañeros (maestricolas) de clase, Juliana, Celina, Sebastián, Alejandro, Rocio, Cecilia, Erio, Julieta y Damiana, por todo el tiempo compartido, las experiencias aprendidas y su amistad a lo largo de las clases y viajes de campo. Adiós y hasta una nueva ocasión, nunca los olvidare.

Al clan Pinto Ledezma, por confiar y apoyarme en el tiempo que me separe de ellas (en realidad toda mi vida), y por tener siempre los brazos abiertos...

Finalmente a todo el plantel de la Maestría y el centro de Zoología Aplicada, por todo el tiempo compartido y no compartido, por las experiencias aprendidas que siempre son útiles. Muchas gracias...

Este trabajo fue realizado con financiación del Programa de Maestría en Manejo de Vida Silvestre, que cuenta con el apoyo del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos de América (US.F.W.S) Durante el transcurso de la carrera fui beneficiado con la exención del pago de la matrícula, con una beca del Programa y con apoyo económico para la investigación.

El Programa de Maestría en Manejo de Vida Silvestre apoya y contribuye a la implementación de la Convención del Hemisferio Occidental (1940) y a la Convención sobre los Humedales (Ramsar 1971) en América Latina y el Caribe.

RESUMEN

Debido a la actual crisis ambiental, muchas poblaciones de distintas especies están declinando rápidamente, especialmente las aves playeras neárticas, siendo el principal factor la pérdida de hábitats y/o sitios de parada en sus áreas de invernada. El objetivo de este trabajo fue identificar y proponer sitios claves para la conservación de estas aves en la Reserva Mar Chiquita. Para esto, el trabajo fue dividido en 2 fases: 1. Selección de especies, y 2. Identificación de áreas para conservar. En primera instancia se identificaron y seleccionaron las especies con las cuales se trabajaría. En segundo lugar se elaboraron modelos de aptitud hábitat (HSI) los cuales se usaron para crear modelos cartográficos de hábitat con el uso de imágenes satelitales. Las especies seleccionadas para este trabajo fueron *Calidris melanotos*, *C. bairdii*, *C. fuscicollis*, *Tringa flavipes* y *Phalaropus tricolor*, las cuales fueron agrupadas en gremios de forrajeo. Se identificaron tres gremios de forrajeo y en base a esto se crearon tres modelos de aptitud de hábitat y tres modelos cartográficos, siendo estos últimos verificados y calibrados mediante censos poblacionales. Los resultados en base a los modelos cartográficos nos indican que para el área de estudio los hábitats de aptitud alta ocupan un 15%, los hábitats de aptitud media un 17% y un 33% a hábitats de aptitud baja. Aunque estas áreas se encuentran distribuidas en toda el área de estudio, en base a censos poblacionales y análisis de configuración espacial, se identificó y se propone las áreas correspondientes a la costa sur de la Laguna como áreas claves o especiales para la conservación.

Palabras clave: Conservación, áreas de invernada, aves playeras, imágenes satelitales, modelos de hábitat, configuración espacial.

ABSTRACT

Determination of areas of special protection for the conservation of migrants birds in the Mar Chiquita Reserve

Due to the current environmental crisis, many populations of different species are declining rapidly, especially Nearctic shorebirds, being the habitat loss and stopper sites the main reasons for this reduction. The aim of this work was to identify and propose specific sites to keep these shorebirds in the Mar Chiquita Reserve. The work was divided in two phases: 1) species selection, 2) identification of areas to conservancy. Firstly, the species to work was identified and selected. Secondly, habitat suitability models were developed which were used to create habitat maps using satellite imagery.

The species selected for this study were *Calidris melanotos*, *C. bairdii*, *C. melanotos*, *Tringa flavipes* and *Falaropus tricolor*, which were grouped into foraging guilds. Three foraging guilds were identified, and on this basis three habitat suitability models and three cartographic models were created, being these last ones verified and calibrated through population censuses. The results based on the mapping models, indicate that the habitat of high suitability occupy a 15% of the study area, the habitats of medium suitability is a 17% and a 33% of study area for habitats of minimum suitability. Although these areas are distributed throughout the study area, based on population censuses and spatial configuration analysis, it is identified and proposed areas for the southern coast of the Laguna as special key areas for conservation.

Key words: Conservancy, stopper areas, shorebirds, satellite imagery, habitats models, spatial configuration.

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	5
MARCO TEÓRICO	6
Gremios de forrajeo.....	6
Término hábitat para la vida silvestre, especialmente aves	6
Calidad de hábitat y las relaciones vida silvestre hábitat	7
Modelos de hábitat	8
MÉTODOS.....	10
Área de estudio.....	10
Clima	10
Vegetación.....	11
Medio Social	11
Metodología	12
Selección de especies	12
Identificación de áreas para la conservación.....	12
Elaboración de modelos de aptitud de hábitat.....	13
Ubicación de áreas adecuadas mediante imágenes satelitales	15
Verificación de las áreas seleccionadas mediante censos	15
Delimitación de las áreas a conservar en mapas temáticos	16
RESULTADOS.....	22
Selección de especies	22
Identificación de áreas a conservar	24
Elaboración de modelos de aptitud de hábitat	24
Ubicación de áreas adecuadas mediante imágenes satelitales	24
Verificación de las áreas seleccionadas mediante censos	25

Delimitación de áreas especiales a conservar	27
DISCUSIÓN	45
Uso de gremios.....	45
Modelando la relaciones entre la vida silvestre y el hábitat.....	46
Validación de los modelos cartográficos	50
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES DE MANEJO	55
BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXOS	
ANEXO I.....	69
ANEXO II	93
ANEXO III	111

LISTA DE TABLAS

1. Definición de las coberturas seleccionadas para la elaboración de los modelos cartográficos de HSI.....	18
2. Estado de conservación y tendencias poblacionales de las especies seleccionadas según datos publicados por W.I. y USFWS.....	23
3. Gremios de forrajeo y características principales de los hábitats utilizados por cada uno	24
4. Superficies y porcentajes de los modelos cartográficos de HSI encontrados para cada gremio estudiado, los porcentajes están en relación al total de superficie del área de estudio	30
5. Configuración espacial de los hábitats de alta y media aptitud, para toda el área de estudio.....	31
6. Configuración espacial de los hábitats de alta y media aptitud, para los complejos de la costa sur de la Laguna Mar Chiquita	32

LISTA DE FIGURAS

1. Ubicación del área de estudio.....	10
2. Suma total de individuos de las especies seleccionadas para el estudio, incluyen individuos no identificados en campo	25
3. Número de individuos encontrados en cada gremio de forrajeo por área de censo	26
4. Modelo cartográfico de HSI para los tres gremios estudiados, se muestra el hábitat de aptitud óptima (HSI 1) para cada gremio	28
5. Mapa de coberturas para la reserva de Uso Múltiple Laguna Mar Chiquita y Bañados de Río Dulce.....	29
6. Comparación de las características espaciales (hábitat de aptitud alta) para los tres gremios de estudio	34
7. Comparación de las características espaciales (hábitat de aptitud media) para los tres gremios de estudio	35
8. Modelos cartográficos de HSI para el gremio espigador/rastreador (género Calidris)	36
9. Modelos cartográficos de HSI para el gremio espigador de áreas acuáticas y pelágicas (género Phalaropus).....	37
10. Modelos cartográficos para el gremio espigador de áreas acuáticas (genero Tringa)	38
11. Mapa de áreas especiales propuestas a conservar para el gremio Espigador/Rastreador.	42
12. Mapa de áreas especiales propuestas a conservar para el gremio Espigador de Áreas Acuáticas y Pelágicas	43
13. Mapa de áreas especiales propuestas a conservar para el gremio Espigador de Áreas Acuáticas	44

INTRODUCCIÓN

Debido a la actual crisis ambiental, muchas poblaciones de distintas especies están declinando rápidamente (BirdLife Internacional 2006), en consecuencia para mantener las poblaciones de manera estable, se requiere la conservación y el manejo del hábitat donde estas habitan y hacen uso de sus recursos (Carter et al. 2006).

Es por eso que el establecimiento de áreas para la conservación que se dieron en los últimos años a nivel global, cada una con diferentes metodologías y criterios, han permitido identificar áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad, como es el caso de BirdLife International, Conservación Internacional y el Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF).

BirdLife International identificó las Áreas de Endemismo de Aves, basado en un análisis sistemático de la distribución de las zonas de endemismos de aves, en las que se presentan 218 áreas de endemismos de aves (Stattersfield et al. 1998), por su parte Conservación Internacional presentó las 25 Ecorregiones de la tierra, más conocidos como Hotspots, que poseen los principales centros de endemismos de vertebrados y plantas (Mittermeier et al. 1998), y la WWF presentó una selección de las 200 ecorregiones más distintivas, más conocidas como Global 200, las cuales representan las áreas que pudieran tener la máxima biodiversidad de la tierra (Olson y Dinerstein 1998), donde diferentes grupos animales y vegetales resaltan las características de biodiversidad y endemismo en las regiones analizadas, actualmente esta iniciativa sigue completando sus listas con las ecorregiones más representativas llegando a un total de 867 unidades representativas en todo el mundo (Olson et al. 2001).

Otra iniciativa de Birdlife International que inicio en 1985, ha sido aceptada y reconocida mundialmente como uno de los sistemas de selección de prioridades para la conservación, la cual reúne las características y criterios ideales para establecer áreas para la conservación, es de ahí que nace el nombre de la iniciativa como: Áreas Importantes para la Conservación de las Aves AICAS (IBAs por su siglas en inglés, “Important Bird Areas”) estas son áreas críticamente importantes a nivel mundial para las aves y la biodiversidad, esta idea está basada en que las aves son indicadoras de la diversidad biológica en general, es por eso que las AICAS se identifican en base a una serie de criterios internacionales previamente acordados, aplicados de manera estándar en todo el mundo. (BirdLife International 2004).

En este sentido en los últimos años se seleccionaron AICAS en todo el mundo, especialmente en Sudamérica como los AICAS de los andes tropicales y los AICAS de Argentina, los cuales representan áreas para la conservación a nivel biogeográfico o regional.

Actualmente para la Argentina se han identificado alrededor de 273 AICAS, que concuerdan con los criterios de globales de clasificación, haciendo que las acciones de conservación sean realizadas a nivel regional. Estos 273 sitios actualmente cubren el 12% de la superficie del país (Di Giacomo 2005).

De los 237 sitios seleccionados como AICAS para la Argentina, 9 sitios se encuentran en la provincia de Córdoba, siendo uno de los sitios más destacados la Reserva de Uso Múltiple Bañados de Río Dulce y Laguna Mar Chiquita que se encuentra al Noreste de la Provincia, la cual es la región más importante de la provincia de Córdoba en cuanto a abundancia y diversidad de aves y al mismo tiempo comprende el humedal de mayor importancia regional por el número de especies e individuos de aves acuáticas residentes y migratorias (Torres y Micheluti 2005).

Ya que las anteriores iniciativas son muy importantes para la identificación de áreas para la conservación, estas son a nivel regional y no trabajan a nivel local, lo que muchas veces dificultan los trabajos de conservación y manejo de la vida silvestre. De acuerdo a esto, para mejorar y acelerar la identificación de áreas adecuadas para la conservación de las especies a nivel local y específico, se elaboraron una serie de modelos que se basan sobre todo en el conocimiento del rango geográfico, distribución y ocurrencia de patrones y la distribución de hábitat adecuado de las especies, estos modelos más conocidos como modelos especie-hábitat, a menudo son los mejores y más rápidos para la adquisición de información.

En este sentido, los modelos de hábitat proveen a los investigadores herramientas para examinar el hábitat de las especies, así como también proveen hipótesis entre las interacciones de las especies con su hábitat (Rumble y Anderson 1998).

Desde 1974, el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos, ha desarrollado una serie de modelos de evaluación de hábitat, que está basado en dos variables: 1) el índice de hábitat adecuado (HSI habitat suitability index) y 2) el total de área de hábitat disponible. Los modelos de índice de hábitat adecuado, son definidos como un índice numérico en el que se representa la capacidad de un hábitat determinado y seleccionado para una especie y asume que existe una relación positiva entre el valor HSI y capacidad de

carga de los hábitats (Schamberger et al. 1982). Es por eso que los modelos de HSI, predicen el hábitat adecuado para una especie, basado en un análisis de los atributos del hábitat, como estructura, tipo y disponibilidad espacial del hábitat (USFWS 1981). Este tipo de modelo es uno de los modelos más populares para el modelamiento de las condiciones ambientales, es decir estos modelos son usados para la representación en forma simple y entendible de los mejores factores ambientales que influyen en la ocurrencia y abundancia de las especies (Morrison et al. 1998).

Anteriormente, se mostraba a las aves migratorias como pertenecientes u originarias de sus áreas de reproducción, y su permanencia en las áreas no reproductoras se la interpretaba como visitas. Sin embargo, esta visión ha evolucionado, reconociendo la importancia de sus áreas de invernada para la supervivencia de estas especies, donde llegan a pasar más de la mitad de sus vidas (Rappole et al. 1993). Existen 341 especies migratorias neárticas-neotropicales en Norte América, las cuales tienen todo o la mayor parte de sus rangos de distribución invernal (no reproductor) al sur del Trópico de Cáncer, es decir, invernán en el Neotrópico (USFWS 2005).

El amplio rango geográfico que presentan las especies migratorias implica una compleja ecología a la vez que una mayor exposición a potenciales amenazas, y por lo tanto, una compleja conservación efectiva. Esto unido a la falta de información en gran parte de las áreas de invernada, la escasez de recursos, y la existencia de otras especies altamente amenazadas o endémicas en gran parte de los neotrópicos, ha provocado que la conservación de aves migratorias a lo largo de sus áreas de invernada nunca haya sido una prioridad, especialmente en Sudamérica, a pesar de la importancia de esta región para la supervivencia y mantenimiento de las poblaciones de estas especies (Rappole et al. 1993, Dunn et al. 2005).

En este sentido se hace más evidente que las especies de aves playeras están en declinación (Howe et al. 1989, Morrison et al. 1994, Brown et al. 2001 y Morrison et al. 2001). Del total de las 74 taxas de playeros (e.g. especie, subespecie, población), estas especies en los Estados Unidos y Canadá, siete necesitan una conservación imperiosa y 23 se encuentran en estado de alta preocupación (US Shorebird Conservation Plan 2004). Como especies migratorias las aves playeras, son residentes estacionales y su presencia continuada indica una buena condición de los hábitats locales. Las variaciones y/o escasez de los recursos fuerzan a las aves playeras a un estiramiento de sus rutas de vuelo en busca de áreas de invernada y descanso (Alerstam 1990, Williams y Williams 1990). Aunque los vuelos

largos exponen a las aves playeras a riesgos durante la migración, los estudios indican que la degradación o la pérdida parcial o completa de los hábitats de invernada desempeñan un papel extremadamente importante en la supervivencia de estas especies (Goss-Custard et al. 1995, Durell et al. 1997). Por nombrar algunas especies la pérdida de hábitat ha afectado considerablemente las poblaciones de *Numenius borealis*, *Pluvialis fulva*, *Calidris canutus* y *Numenius tenuirostris*.

Aunque la ecología de invierno para la mayoría de las aves playeras no es muy conocida, las investigaciones indican que este grupo en general demuestran una alta tenacidad a las localizaciones específicas de los sitios de invernada (Evans 1981). Además, los sitios de invernada son a menudo pequeños y son ocupados por otras especies de aves, estas observaciones indican que los playeros están ubicados en áreas específicas del paisaje, áreas que cumplen con los requisitos para su supervivencia en invierno.

Aunque algunos años antes del inicio del Censo Neotropical de Aves Acuáticas (CNAA) en 1990, ya se venía trabajando en el establecimiento de normas y sitios para la conservación y el manejo de aves migrantes, recién desde el inicio del CNAA, se ha demostrado un mayor interés por la conservación de aves migratorias (Wetlands International 1999, USFWS 2002, Birdlife International 2006), y ha permitido identificar prioridades de conservación de hábitats y especies, incluyendo sitios prioritarios para la Red Hemisférica de Reservas de Aves Playeras (RHRAP) y la convención Ramsar.

Un caso particular es La Reserva Bañados de Río Dulce y Laguna Mar que forma parte de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (RHRAP) desde 1991, siendo esta la primera categoría de protección a nivel internacional, posteriormente en el año 2002 fue declarada como humedal de importancia internacional o Sitio Ramsar. Aunque la reserva cuenta con estas dos categorías de protección a nivel internacional a nivel local la protección que tiene la misma es solo de carácter general debido a que es una reserva de uso múltiple y no contempla la conservación de casos específicos que requieren un nivel de mayor protección. Uno de esos casos es el de las aves playeras migratorias, las cuales son muy importantes en la región.

Los humedales ofrecen a las aves playeras migratorias refugio y alimento y son sitios de concentración durante la migración anual, por lo tanto, la pérdida o el deterioro de estos sitios tienen el potencial de limitar perceptiblemente a poblaciones de playeros, de acuerdo a esto resulta prioritaria la identificación y protección adecuada de aquellos sitios que proveen hábitat clave para dichas aves durante el período que permanecen en el área.

Objetivos

Objetivo general.

Identificar y proponer sitios claves para la conservación de aves playeras neárticas que se encuentran en la Reserva Mar Chiquita, y cuantificar la extensión y configuración espacial de estas áreas a escala de paisaje.

Objetivos específicos.

1. Seleccionar aquellas especies que por su abundancia o situación de conservación resultan importantes para conservar dentro del área de la Reserva Mar Chiquita.
2. Identificar las áreas que se requieren para asegurar la protección y conservación de cada una de las especies seleccionadas, en base a estudios de hábitat y el uso de modelos de hábitat.
3. Aportar información básica y recomendaciones para el manejo eficiente para las áreas que se identifiquen como claves para la conservación.

MARCO TEÓRICO

Gremios de forrajeo

Un gremio es un grupo de especies que explotan un recurso de una manera similar (Root 1967). Cada especie en un gremio tiene un único nicho de forrajeo; consecuentemente, la competición es mínima y la coexistencia es posible. Por otro lado, el concepto de los gremios indicadores asume que los miembros de un gremio prefieren usar los recursos de manera similar (Severinghaus 1981, Verner 1984).

Los gremios pueden ser instrumentos útiles para los biólogos en la planificación de estudios de impacto, puesto que ayudan en la delimitación del hábitat y sus características espaciales, las cuales deben ser consideradas en una evaluación exhaustiva de la calidad de un sitio (Roberts 1987). Por lo tanto, siempre y cuando los gremios sean construidos o seleccionados correctamente, se puede permitir un cierto grado de extrapolación de la calidad de hábitat en individuos del gremio no estudiados. Tal vez lo más importante, es que a partir de esto se proporciona un medio para mostrar toda la comunidad biológica y ayudar a conservar un mayor grupo de especies.

Término hábitat para la vida silvestre, especialmente para aves

La aplicación del término hábitat, fue bien unificado como concepto que explica la diversidad de patrones de la historia de vida de las aves (Block y Brennan 1993). En este sentido, el término hábitat es definido como los recursos y condiciones presentes en un área que produce ocupación, además de supervivencia y reproducción por un organismo (Hall et al. 1997, Morrison et al. 1998).

El término hábitat, en muchos casos es confundido, como tipo de vegetación (Block y Brennan 1993, Hall et al. 1997, Morrison et al. 1998), o en otros casos, con términos adicionales como, macrohábitat, microhábitat, hábitat crítico, área núcleo, uso de hábitat, asociación de hábitat, selección de hábitat, preferencia de hábitat, hábitat adecuado y calidad de hábitat (Block y Brennan 1993). El hábitat implica mucho más que el tipo o estructura de vegetación, es decir es la suma de los recursos específicos que el organismo necesita para sobrevivir (Hall et al. 1997, Morrison et al. 1998). Por otro lado, este término debe estar relacionado con la noción de la presencia de las especies y los atributos físicos y biológicos del ambiente (Morrison et al. 1998).

Calidad de hábitat y las relaciones Vida silvestre-hábitat

Calidad de hábitat es definido como, la habilidad que tiene el medioambiente de proveer de condiciones apropiadas para la persistencia de individuos y poblaciones (Block y Brennan 1993, Hall et al. 1997, Morrison et al. 1998, Johnson 2007).

Entonces, si la calidad del hábitat de una especie es una medida de la importancia de un tipo de hábitat en el mantenimiento de dicha especie, la calidad debe definirse en términos de supervivencia y características de reproducción, así como la densidad de la especie que ocupa un hábitat determinado (Van Horne 1983), esto nos sugiere que el estudio de las relaciones de la vida silvestre y su hábitat, debe tener en cuenta la dinámica de las poblaciones animales, ya que los factores que modifican estas poblaciones, no implican solo la disponibilidad, distribución, y calidad de hábitat, sino también la composición genética de las poblaciones, los movimientos de los animales y la presencia e influencia de otros organismos, especialmente humanos (Morrison et al. 1998).

Es por eso, que el entendimiento del porque las especies o poblaciones ocupan un determinado hábitat, permite en algún nivel realizar predicciones acerca de la distribución y la abundancia de las especies o poblaciones en otras áreas o en otros tiempos (Morrison et al. 1998), por otro lado, entender la calidad del hábitat para la vida silvestre y en especial para las aves es crucial para los ecólogos y los encargados del manejo ambiental (Johnson 2007).

De acuerdo a lo anterior, existen diversas maneras de medir la calidad de hábitat, entre las más utilizadas se encuentran los estudios de distribución (e.g. a través de patrones de selección de hábitat), teniendo en cuenta que sus sujetos de estudio presenten distribuciones libres ideales, debido a que muchos factores ecológicos pueden llevar a que las aves seleccionen ambientes pobres y eviten ambientes ricos (Battin 2004). Otra forma de medir la calidad de hábitat, es midiendo la condición corporal de los individuos, pero esta medición debe ser una causa y no un efecto de la calidad de hábitat (Johnson 2007). Por lo tanto, el uso de modelos nos ayuda a entender mejor las relaciones entre la vida silvestre y el hábitat que ocupan, como es el caso de los modelos de HSI, que miden las relaciones entre la vida silvestre y su hábitat, los cuales son sostenidos mediante datos empíricos y opinión de expertos o ambos (USFWS 1980, 1981).

En este sentido, los investigadores interesados en estudiar la calidad del hábitat y las relaciones con la vida silvestre, deben enfatizar su estudio en variables demográficas, y tener en cuenta que la reproducción, supervivencia y abundancia podrían no estar correlacionados (Johnson 2007), así como también la densidad no necesariamente indica

que un hábitat sea adecuado, ya que en distintas situaciones, la calidad de hábitat definido en términos de densidad puede no estar correlacionada con las características ambientales (Van Horne 1983).

Modelos de hábitat

Los modelos de hábitat son usados para tratar de documentar o predecir la respuesta de una o varias especies a su ambiente, esta respuesta puede ser descrita como ocurrencia, condición fisiológica, abundancia u otras respuestas de interés al tipo de modelo a usar. La respuesta de interés entonces se vuelve el objetivo del modelo, y los diferentes objetivos de manejo y/o investigación deben ser organizados en función del modelo (USFWS 1980b). En este sentido, los modelos de hábitats desempeñan un papel fundamental en la biología de la conservación, por lo tanto, corresponde a investigadores, administradores de recursos, ser capaces de evaluar los modelos y los documentos elaborados a partir de estos (Peck 2000).

En los sistemas ecológicos, los modelos son usados para predecir resultados, aclarar cuestiones y permiten realizar experimentos virtuales para manipular las variables claves, que de otro modo sería imposible de hacer en la vida real.

Para elaborar los modelos, la clave es encontrar la distinción entre formas diferentes de modelos, de hacer predicciones e incorporar explícitamente los procesos biológicos en el análisis o modelado (Peck 2000), desde una perspectiva de la ecología, los modelos de hábitat y biodiversidad, deberían ser más precisos, ecológicamente sensibles, interpretables, generales y los datos deberán estar definidos y expresados en un marco espacial (Lehmann et al. 2002).

Existen tres tipos generales de modelos ecológicos, que son: 1) marco de prueba de hipótesis acerca del funcionamiento de los sistemas ecológicos, 2) descriptores detallados de los procesos ecológicos, y 3) ayuda a manejadores de la tierra en la conservación y/o manejadores de especies o comunidades (Mosher et al. 1986). En este sentido, para que un modelo sea usado, las variables deben representar la preferencia de las especies hacia las características físicas que son los componentes de los hábitats (Hardy et al. 1982). Entonces el primer objetivo del modelamiento del hábitat para la vida silvestre debe ser el verificar que variables constituyen una verdadera relación con las especies de estudio en un área determinada. Idealmente, cada modelo debe ser aplicable a un área geográfica, lo que significa la necesidad de testear en distintos lugares (Latka y Yahnke, 1986).

Un tipo de modelo utilizado con frecuencia (el cual se aplicó en este trabajo), es el llamado de aptitud de hábitat HSI, se aplica principalmente a especies individuales, pero también puede aplicarse a nivel comunitario (Lai et al. 2000), ya que estos modelos están basados en las relaciones funcionales entre la vida silvestre y las variables ambientales, donde, estas relaciones son sostenidas mediante datos empíricos y opinión de expertos o ambos (USFWS 1980, 1981).

En este tipo de modelos, el hábitat es seleccionado como la base para los esfuerzos de modelamiento para asistir en los estudios de planeamiento, porque el hábitat provee una integración entre conceptos población y capacidad de carga, y esto provee una consistente base para análisis de impacto, líneas base, mitigación, y estudios de monitoreo (USFWS 1980a, 1980b). Los modelos de HSI son desarrollados y usados para determinar la calidad de hábitat (USFWS 1981). Estos modelos no son modelos de investigación, modelos de capacidad de carga, predictores poblacionales. Los modelos de HSI son modelos prácticos, modelos de planeamiento operacional, diseñados para analizar los impactos de cambio, y basados en la definición estrecha entre el hábitat y su capacidad de carga. Esto también provee un puente entre los campos de planeamiento y la ciencia.

Por lo tanto, los modelos de hábitat revelan algunas diferencias reales en relación con la naturaleza del hábitat, en lo que respecta a los tipos apropiados de las variables dependientes e independientes. Los problemas con las variables independientes, implican por ejemplo que si un modelo debe incluir los depredadores o no, por otro lado, como las características físicas del ambiente influyen en la depredación y cuando el modelo podría aplicarse a diferentes situaciones que tengan diferentes niveles de presión de predación. Problemas con la variable dependiente, incluyen si la idoneidad debe medirse como presencia, abundancia, o la productividad y el factor de variación de estas medidas que se debe a variables no incluidas en el modelo de hábitat (Auble 1988).

Un último problema con los modelos de hábitat, significa que muchas veces los modelos son interpretados como imágenes de la verdadera causalidad, en especial los métodos de basados en técnicas estadísticas, como es el caso de las correlaciones. En este sentido, las predicciones de las asociaciones de hábitat, no implican necesariamente la causa y efecto en lo que representa a la población que se refiere, porque es probable que los mecanismos de la dinámica poblacional no se vean afectados por las variables del hábitat (Rotenberry 1986), por otro lado, es necesario realizar diseños experimentales y muestreos de campo, para hacer frente a las relaciones causales (Marzluff 1986).

MÉTODOS

Área de estudio

La Reserva Mar Chiquita y Bañados de Río Dulce, se encuentra ubicada al noreste de la provincia de Córdoba y al sureste de la provincia de Santiago del Estero, a los 30° y 31° S y 62°10' y 63°10'W, ocupando aproximadamente una superficie de 1.000.000 ha (fig. 1).

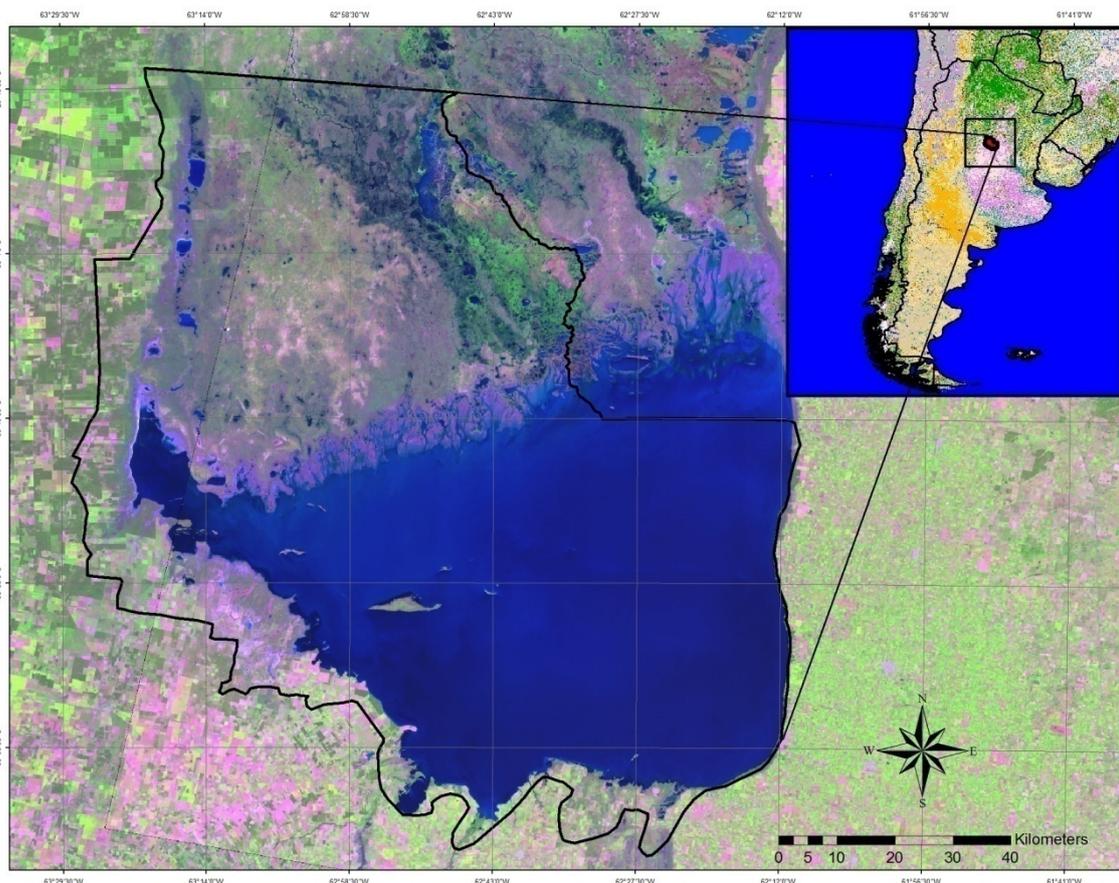


Figura 1. Ubicación del área de estudio, se muestra un mosaico de imágenes satelitales Landsat TM p228r081 y p229r081, combinación en falso color 5-4-3.

Clima.

Presenta un clima subtropical semiárido monzónico, con temperaturas templadas a cálidas. La temperatura media anual varía aproximadamente entre los 23 °C en el norte y los 17 °C en el sur. También se puede notar que la zona presenta una marcada estacionalidad, mostrando una estación húmeda y cálida entre los meses de octubre y marzo y una estación seca y templada entre los meses de mayo y agosto extendiéndose hasta septiembre, presentando una precipitación de 1000 mm anuales en el este y 700mm al oeste (Bucher, Gavier y Curto 2006).

Vegetación

La reserva en toda su extensión se encuentra ubicada en la provincia biogeográfica de Chaco, la cual muestra un mosaico de bosques, montes, sabanas y pastizales.

Mar Chiquita y los Bañados de Río Dulce puede ser dividida en dos subregiones o subsistemas bien definidos, con los Bañados al norte y la laguna al sur (Bucher, Gavier y Curto 2006).

La vegetación de la reserva es compleja y variada, su diversidad y distribución espacial están determinadas por el relieve y la hidrología, de acuerdo a este criterio siguiendo un gradiente hidro-topográfico, la correspondencia de la vegetación es la siguiente: bosque chaqueño, arbustal de transición, matorrales halófitos y sabanas inundables en la que se pueden encontrar pajonales, juncales, totorales y praderas (Menghi 2006).

De norte a sur el río Dulce alimenta una serie de lagunas con juncales (*Scirpus spp.*) y totorales (*Typha latifolia*) e inundando pastizales de *Echinochloa helodes*, pastos amargos (*Elionurus sp.*) y pastos salados (*Distichlis spicata*), zonas bajas que alternan con isletas de bosque con vinales (*Prosopis ruscifolia*) y chañares (*Geoffroea decorticans*) que frecuentemente también son anegados.

En las zonas elevadas con inundaciones menos frecuentes, con espartillares (*Spartina spp.*) y jumes (*Heterostachys sp.*, *Allenrolfea sp.*), que también aparecen en las costas de la laguna Mar Chiquita (Torres y Michelluti 2005).

En las zonas altas el bosque chaqueño, con *Acacia spp.*, algarrobos (*Prosopis spp.*), mistoles (*Zyziphus mistol*), quebrachos blancos (*Aspidosperma quebracho-blanco*), cardones (*Stetsonia coryne*) y remanentes de quebracho colorado (*Schinopsis quebracho-colorado*). (Bucher y Herrera 1981, Torres y Michelluti 2005 y 2006, Menghi 2006).

Medio Social

En la zona norte y oeste, donde se encuentran los bañados existen pocos accesos, los mismos que se hacen intransitables en la época húmeda. Por el sur el acceso es mucho más fácil. Es por eso que sobre la costa sur y este del humedal se concentra la mayoría de los asentamientos humanos, con campos dedicados a la agricultura y ganadería. Los pastizales que crecen sobre el limo depositado por la creciente en la llanura aluvial del río Dulce son aprovechados por su buena calidad como pasturas por los habitantes del lugar, que llevan un modo de vida seminómada adaptado a los pulsos de inundación y sequía. En los bañados, costas de los ríos y de la laguna Mar Chiquita se practica la pesca deportiva. En la laguna Mar Chiquita propiamente dicha se practica la pesca artesanal del pejerrey

(*Odonthestes bonariensis*), que invadió la laguna luego de la gran creciente ocurrida a fines de la década de 1970, como consecuencia de la disminución en la salinidad del agua (Bucher 2006).

Metodología

Para lograr los objetivos planteados, el trabajo se dividió en las siguientes fases:

1. Selección de especies.
2. Identificación de áreas para la conservación de especies migrantes.

Selección de especies

La selección de especies, se basó en la revisión de información existente de las aves playeras neárticas que se pueden observar en la Reserva, para esto se consideraron aspectos como: conocimiento de los tamaños y tendencias poblacionales y el estado de conservación de las mismas.

De acuerdo a lo anterior, se consultó la base de datos del Censo Neotropical de Aves Acuáticas de los años 2000 al 2003 (Nores y Serra 2005, López-Lanús y Blanco 2005 y Bucher 2006), la misma que sirvió para identificar las especies de aves playeras más abundantes en la reserva Mar Chiquita.

Una vez identificadas las especies de aves más abundantes de la reserva, se procedió a identificar el estado de conservación de las mismas, así como sus tendencias poblacionales, para esto se revisaron las bases de datos de Wetlands International, la US Fish and Wildlife Service, Western Hemisphere Shorebird Reserve Network, American Ornithologists' Union y la World Wildlife Fund (Brown et al. 2001, López-Lanús y Blanco 2005, USFWS 2005, Andres et al. 2006, WI 2006, AOU 2006, Remsen et al. 2006 y WWF 2006).

Identificación de áreas para la conservación

Para la identificación de las áreas para la conservación de las especies migrantes se siguió una serie de pasos sucesivos que concluyeron con la selección de áreas óptimas para la conservación de aves playeras migrantes. Los pasos a realizar fueron los siguientes:

1. Elaboración de Modelos de Aptitud de Hábitat.
2. Ubicación y búsqueda de áreas adecuadas mediante el uso de Imágenes Satelitales.
3. Verificación de las áreas seleccionadas mediante censos poblacionales.

4. Delimitación de áreas prioritarias a conservar.

Elaboración de Modelos de Aptitud de Hábitat (HSI)

El primer paso para la identificación de áreas para conservar fue la elaboración de modelos simples de aptitud de hábitat, similares a los propuestos por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (USFWS 1981), que utiliza la metodología de “Índice de Adecuación de Hábitat” (Habitat Suitability Index HSI), que describe la relación entre la población de una especie y su hábitat, además de ser una herramienta para mejorar nuestro entendimiento y capacidad predictiva acerca de las relaciones entre las especies y su hábitat.

Para la elaboración de los modelos, las especies seleccionadas se agruparon en gremios, siguiendo la definición expuesta por Richard Root (1967), que define gremio como un grupo de especies que explotan la misma clase de recursos ambientales de una manera similar (e.g. gremio Espigador/rastreador). También, este término agrupa especies que se superponen significativamente en sus requerimientos de nicho, sin importar su posición taxonómica (Root 1967), el proceso de agrupar las especies seleccionadas en gremios fue para facilitar la elaboración de los modelos.

Para el desarrollo de los modelos, se realizaron revisiones de literatura sobre los siguientes aspectos: 1) tipos de cobertura de suelo, 2) uso de hábitat, 3) historia natural de los gremios seleccionados.

De acuerdo a lo anterior, la elaboración de los modelos siguieron las siguientes fases:

1. Recopilación de información sobre la especie y el área

Donde se compila información referente a las características de la especie y su relación con el medio, además de la cartografía, historia de uso de la tierra e información de la infraestructura del sitio bajo estudio.

2. Fijar los objetivos del modelo

a) Establecer las metas de salida.

- Escala de 0 a 1
- Se debe definir el significado de esa salida cuantitativa en términos de alguna medida de performance relacionada a la especie
- El HSI deberá estar basado en una medida de la performance expresado por unidad de área

- b) Definir el área geográfica de aplicabilidad.
- c) Definir la aplicabilidad estacional de modelo.

3. Definir las variables del modelo

Esta fase permite al modelador fraccionar un problema complejo en partes manejables.

Los modelos generalmente consisten en muchas variables de hábitat que están directamente relacionadas a los requerimientos de hábitat de las especies.

Las variables pueden ser identificadas mediante recopilación de bibliografía o experiencias de campo y deberán: ser críticas para una especie, ser medidas bajo las condiciones existentes, ser predecibles para futuras condiciones y tener medidas poblacionales. El aspecto más difícil de esta etapa es limitar las variables a un número relativamente pequeño, el desafío a menudo no es decidir que incluir, sino determinar las variables que podrían ser razonablemente excluidas.

En base a esto la presente fase se la dividió en cuatro etapas:

- a) Definición de las variables de hábitat
- b) Identificación de los requisitos de vida y estados de vida
- c) Identificar los tipos de cobertura usados
- d) Limitar las variables potenciales del modelo

4. Estructura del modelo

En esta fase se definen las reglas bajo las cuales se evalúa un hábitat para determinar un índice de aptitud de hábitat. El enfoque típico es definir las condiciones de la variable correspondiente a:

No Aptitud (índice = 0.0)

Aptitud óptima (índice = 1.0).

5. Documentación del modelo

En esta fase se hace un resumen de la información del hábitat, además de poner toda la información sobre los supuestos y las limitaciones del modelo y una base de datos del muestreo usado para evaluar la selección de las variables medidas.

6. Verificación del modelo

La verificación del modelo es el proceso de determinar si el modelo de hábitat y sus componentes se comportan tal como fue la intención del que lo construyó y si su comportamiento se ajusta a la teoría biológica actualmente aceptada y a las factibilidades operacionales.

La validación incluye la evaluación de la salida del modelo con algún estándar de comparación. La validación significa más que la simple verificación de la performance del

modelo, sin embargo a menudo esta etapa no se completa debido a las restricciones de tiempo y financiación, de todas maneras es necesario recalcar que la verificación del modelo debería ser completada antes de que el mismo sea usado en un proyecto real.

La verificación del modelo incluye cuatro niveles progresivos:

- a) Revisión por el autor
- b) Análisis del modelo con una muestra de datos
- c) Revisión del modelo por una autoridad en la especie
- d) Análisis con datos de campo

Ubicación y búsqueda de áreas adecuadas mediante el uso de Imágenes Satelitales

Los datos obtenidos en base a los modelos de HSI revisados por los especialistas, sirvieron para identificar y elaborar firmas espectrales correspondientes para cada gremio sobre las imágenes satelitales, los cuales se usaron para el desarrollo de modelos cartográficos de las áreas adecuadas para conservar y la identificación de áreas para los censos. Para esto se utilizaron imágenes satelitales Landsat TM y ETM+ p228r081, p229r080 y p229r081, de los años 2002 y 2007 correspondientes a la época lluviosa, época en la cual las aves playeras se encuentran en el área de estudio. También se hizo uso de los programas Google Earth y ArcGis Explorer, para facilitar la identificación de los tipos de coberturas identificados como importantes en los modelos de HSI.

Para la elaboración de las firmas espectrales se utilizó una combinación de bandas de falso color 4-5-3 que facilita el reconocimiento de áreas inundadas y tipos de vegetación, facilitando de esta manera la elaboración de las firmas espectrales por gremio.

Para esto se utilizó el modulo Classifier-Unsupervised Classification del programa Erdas Imagine v9.1 (Leica Geosystems 2006), realizando de esta manera una clasificación no supervisada, con la producción de 150 clases y 100 iteraciones, que luego fueron agrupadas en 4 clases, obteniendo de esta manera los primeros mapas base de áreas para conservar.

Erdas Imagine v9.1, fue el programa seleccionado ya que el mismo facilita la manipulación y realce de las imágenes satelitales y el procesamiento de datos.

Verificación de las áreas de seleccionadas mediante censos poblacionales

Para la verificación de las áreas seleccionadas y su aptitud se realizaron censos poblacionales de las especies seleccionadas entre los meses de octubre y noviembre de 2007, febrero y marzo de 2008, que coinciden con la llegada y partida de las aves en la

Reserva. Los censos se realizaron en áreas representativas de la reserva, que fueron previamente seleccionadas en la etapa de ubicación y búsqueda de áreas adecuadas, mediante la consulta a especialistas y el uso de sensores remotos (imágenes satelitales, Google Earth, y ArcGis Explorer), teniendo en cuenta que las mismas tuvieran fácil acceso, los censos se realizaron a pie y el método empleado para los censos fue el de conteo de puntos extensivos (Ralph et al. 1995 y 1996)

Se trabajo con binoculares 10x50, teniendo en cuenta que todos los censos se realizaran a primeras horas de la mañana o a la salida de sol, periodo en la que las aves playeras se agrupan para alimentarse, lo cual facilito la identificación y conteo respectivo. También para mejorar el conteo de las aves se procuró trabajar bajo condiciones atmosféricas estables (ausencia de lluvias y niebla). En caso de que el área de censo estuviese con mareas altas se espero entre una o dos horas, hasta que las aves se agrupen en áreas más pequeñas, lo cual obliga a las aves a forrajear en hábitats cercanos a los observadores (Ralph et al. 1995).

Para la identificación de campo se usaron distintas guías de campo (Nores e Yzurieta 1980 y Narosky e Izurieta 2003).

Se realizaron cuatro campañas de campo, cubriendo gran parte de la costa sur y oeste de la laguna, donde se contaron todos los individuos de las especies seleccionadas para el estudio. Aquellas especies que no se pudieron identificar se las agrupo a nivel de género/gremio para facilitar el conteo (e.g. *Calidris* sp.).

En cada punto de conteo se tomo las coordenadas geográficas del lugar mediante el uso de un sistema de posicionamiento global (GPS), los mismos que se utilizaron para la calibración y verificación de los modelos cartográficos de HSI.

También en cada punto se observación se observo de dos a cinco individuos por cinco minutos para identificar el hábitat en el que se encontraban, también se tomo datos del sitio de forrajeo y el modo de forrajeo, dichos datos se anotaron en planillas elaboradas previamente.

Delimitación de las áreas prioritarias a conservar en mapas temáticos.

Los hábitats son los lugares donde viven los organismos, pero estos pueden variar en su calidad debido a fenómenos naturales y/o antrópicos, afectando directamente al número de individuos que pueden encontrarse en un área determinada. Es por eso que el uso conjunto de los modelos de hábitat (e.g. modelos de HSI y mapas previos) y los censos

poblacionales, mejoraron la precisión en la elaboración de modelos de SIG, facilitando la delimitación de áreas adecuadas para la conservación.

Por lo tanto, para la delimitación de las áreas que se proponen a conservar, se siguieron estos pasos:

1. *Identificación de coberturas para el desarrollo de los modelos cartográficos*

Para la identificación de las coberturas potenciales usadas por los gremios de estudio se utilizó los datos colectados en campo, y los modelos de HSI elaborados previamente. Teniendo en cuenta que la información extraída de los modelos de HSI solo corresponde a la variable cobertura. Los datos colectados en campo se consideraron como el nivel de uso de las especies observado en un determinado hábitat o tipo de cobertura, es decir el número de individuos de una o varias especies de un gremio presentes en un determinado tipo de cobertura, esto indicaría la idoneidad relativa de las condiciones ambientales de un determinado hábitat con respecto al número de individuos de las especies o gremios presentes. De esta manera, se identificó las coberturas o ambientes usadas por las aves playeras, y se les pudo asignar valores numéricos, los mismos que reflejan el valor del hábitat (tabla 1). También se procuró que en lo posible los tipos de coberturas identificados debían ser fácilmente reconocibles mediante el uso de imágenes satelitales.

La selección de los tipos de coberturas potenciales se realizó siguiendo lo propuesto por Banner y Schaller (2001), que indican que, aquellas áreas donde se encuentren menos de 5 individuos, obtendrán un SI (índice de adecuación) de 0,5 y aquellas áreas que presentan arriba de 5 individuos presentarán un SI de 1,0.

De acuerdo a lo anterior, se utilizaron los datos de los censos, los cuales incluyen número de individuos censados en un sitio en un tiempo determinado, coberturas usadas por los playeros, puntos de GPS, y localidades de censo. De esta manera, la identificación de las coberturas potenciales y la asignación de valores numéricos a estas coberturas son más simples, puesto que, existe un mayor ajuste entre la cantidad de individuos censados y las áreas censadas. Por lo tanto, el valor para cada tipo de cobertura o ambiente potencial fue adjudicado en base a la presencia y número de individuos en un área determinada (Anexo II). Además, es importante señalar que aunque algunos tipos de coberturas o ambientes identificados son similares entre gremios, esto no indica la presencia de grupos grandes de individuos de distintos gremios en un determinado tipo de hábitat.

Finalmente, los resultados reflejan el nivel de confianza que presenta un área en relación a las condiciones adecuadas para un gremio. Pero es importante señalar que los hábitats cartografiados son una representación de los hábitats usados por las especies, teniendo en cuenta que incluso una precisa descripción de hábitats adecuados, no puede garantizar que las especies se encuentren regularmente en esos lugares, así como también que la ocupación de los hábitats del área de estudio es estacional, puesto que los gremios estudiados utilizan el área de estudio como sitio de invernada.

Tabla 1. Definición de los ambientes o coberturas identificadas mediante el uso de los modelos de HSI y las campañas de campo. También se presenta los valores para cada ambiente (SI) siguiendo el criterio de Banner y Schaller (2001), utilizados para la elaboración de los modelos cartográficos de aptitud de hábitat.

N° Cobertura	Espigador/Rastreador		Espigador de áreas acuáticas y pelágicas		Espigador de áreas acuáticas	
	<i>Hábitats potenciales definidos para cada pixel</i>	<i>SI</i>	<i>Hábitats potenciales definidos para cada pixel</i>	<i>SI</i>	<i>Hábitats potenciales definidos para cada pixel</i>	<i>SI</i>
1	Estuarios, lagos y estanques naturales con presencia de áreas rocosas y/o escombros	0,5	Playas arenosas no inundadas de lagos y estanques naturales	0,5	Playas arenosas no inundadas de lagos y estanques naturales y presencia de escombros	0,5
2	Estuarios, lagos y estanques naturales con vegetación emergente casi nula	0,5	Estuarios, lagos y estanques naturales con vegetación emergente casi nula	0,5	Playas inundadas con presencia de vegetación baja y densidad baja a nula	0,5
3	Estuarios, lagos y estanques naturales con bancos de lodo	1	Estuarios, lagos, estanques naturales con bancos de lodo	1	Estuarios, lagos y estanques naturales con bancos de lodo	1
4	Playas arenosas de lagos y estanques naturales	1	Playas inundadas de lagos y estanques naturales sin vegetación	1	Playas arenosas inundadas de lagos y estanques naturales	1

Por tanto, el Índice de aptitud de hábitat desarrollado para la elaboración de los modelos cartográficos de HSI se basó en los siguientes supuestos:

- ✓ El hábitat requerido por los gremios estudiados son una función de las coberturas o ambientes utilizados por las especies de estudio.
- ✓ Las coberturas que presentan un índice de adecuación de 1,0 son las coberturas más importantes identificadas para la presencia de los gremios. Aunque las coberturas 3 y 4 son identificados como los ambientes más importantes estos han sido asociados con otros tipos de coberturas (1 y 2) mediante relaciones compensatorias de manera

que los valores bajos de estas coberturas se vean compensadas por los valores altos de las coberturas 3 y 4, y de esta manera no se pierde ninguno de los valores obtenidos.

2. Desarrollo de los modelos cartográficos de aptitud de hábitat

Para determinar y modelar cartográficamente la relación entre las aves playeras y los tipos de coberturas potenciales o características de sus hábitats de invernada (Tabla 1), se desarrollaron modelos cartográficos de aptitud de hábitat, para esto se usaron los mapas creados en las primeras fases del trabajo en conjunción de los datos colectados en campo. Se usaron imágenes satelitales Landsat TM y ETM+ de los años 2002 y 2007 correspondientes al área de estudio (p228r081, p229r080 y p229r081), teniendo en cuenta que las imágenes satelitales correspondieran a la época húmeda o lluviosa, época en la cual las especies estudiadas están presentes en el área de estudio, y que las mismas se encuentren libres de nubes o tener un bajo porcentaje de estas para facilitar la clasificación de los tipos de coberturas identificadas mediante los modelos de HSI y las campañas de campo (ver anexos).

Las imágenes fueron geo-refenciadas con un RMS error de 0.03, utilizando el sistema de coordenadas UTM, Datum WGS 84, y zona 20 sur, posteriormente estas imágenes fueron transformadas a mapas de coberturas. Este proceso se realizó usando todos los puntos de colectados en los censos para seleccionar las áreas de entrenamiento que se usaron para la clasificación de las imágenes satelitales, además de fuentes secundarias. Para esto, se realizó una clasificación supervisada mediante el uso del módulo Classifier-Supervised Classification de Erdas Imagine v.9.1 (Leica Geosystems 2006).

Para clasificar las imágenes satelitales, cada punto georeferenciado de los censos fue convertido a un buffer con un radio de 3,5 km, para esto se utilizó el módulo Spatial analyst de ArcGis v9.2 (ESRI 2006). Este radio fue seleccionado por que Drake et al. (2001), que reportaron el 50% de los movimientos invernales de las aves playeras, con 2,9 km² de área núcleo. Por otro lado el movimiento linear en áreas de parada no superan los 10 km de distancia desde el punto original de liberación (Farmer y Parent 1997, Drake et al. 2001, Ledee 2005).

Este diámetro de radio fue utilizado como tamaño de ventana, para el proceso de clasificación. El mismo fue utilizado para delimitar áreas de entrenamiento e identificar las

coberturas potenciales identificadas en campo sobre las imágenes satelitales, teniendo en cuenta de tener un mínimo de 70 píxeles en cada área de entrenamiento (Eastman 1997).

En base a lo anterior, se obtuvo firmas espectrales (iguales características espectrales por clase o conjunto de píxeles del mismo tipo) correspondientes a cada tipo de cobertura o ambiente. Para mejorar la identificación de estas áreas se hizo uso de herramientas como ArcGis Explorer y Google Earth, utilizando el mismo tamaño de ventana.

De esta manera para cada gremio estudiado se generó un mapa de unidades de hábitat en base a la Tabla 1, donde un tipo de cobertura corresponde a un solo tipo píxel determinado. Una vez que se obtuvieron las firmas espectrales finales mediante la clasificación supervisada, se asignó un valor numérico (SI) a cada cobertura identificada en el modelo cartográfico, donde los valores numéricos reflejan el valor de adecuación de cada cobertura o ambiente seleccionado. La adecuación de cada cobertura (Tabla 1) fue expresada como un índice, en rangos de 0.0 (menos adecuado) a 1.0 (más adecuado).

Finalmente cada categoría de aptitud de hábitat fue delimitada en base a la agrupación de coberturas y al mayor ajuste existente con los modelos de HSI y los censos realizados, donde cada punto georeferenciado obtenido mediante los censos también sirvió para verificar la exactitud de los modelos cartográficos.

De acuerdo a lo anterior, a cada complejo de áreas identificadas se le asignó un valor de HSI donde: 1.0 indica adecuación óptima, 0.5 adecuación media y 0.0 adecuación baja.

De acuerdo a este criterio las áreas a conservar fueron clasificadas en categorías:

- | | | |
|--------------------|---|-----|
| 1) Prioridad alta | = | 1.0 |
| 2) Prioridad media | = | 0.5 |
| 3) Prioridad baja | = | 0.0 |

Donde cada categoría representa que áreas son más prioritarias que otras para conservar. Este proceso fue realizado con el programa ArcGis v9.2 (ESRI 2006).

En base a lo anterior se realizó la delimitación final de las áreas a conservar. Este proceso se realizó mediante el uso de los mapas finales, los límites de la Reserva Mar Chiquita, y los puntos de GPS, transformados en áreas buffer de 3,5 km. (ver atrás). Cada área buffer fue superpuesta sobre las imágenes clasificadas (i.e. modelos cartográficos) y de esta manera se crearon polígonos en base a la información existente para los tres gremios (i.e. puntos de GPS donde se realizaron los censos poblacionales), para esto se usaron los módulos ArcCatalog y Spatial Analyst de ArcGis v9.2 (ESRI 2006).

Para este proceso se tomo especial importancia los sitios de censos ya que se tiene información de estos. En aquellas áreas donde solo se cuenta con información cartográfica se siguió la línea de costa de la Laguna Mar Chiquita, y los límites de la Reserva Mar Chiquita, delimitando así las áreas que se consideran especiales para la conservación de los playeros migratorios.

3. Análisis de la configuración espacial de los hábitats

Para cada mapa de unidades de hábitat se agruparon los píxeles correspondientes a un solo tipo de aptitud de hábitat, con lo que se redujo la cantidad de unidades de hábitat a solo tres de acuerdo a su prioridad de conservación, formando complejos de píxeles de distintos tipos de unidades de hábitat que corresponden a un solo tipo de aptitud de hábitat.

De acuerdo a esto, a partir de los modelos cartográficos finales de aptitud de hábitat y mediante el uso del programa Patch Analyst v4.1 (Elkie et al. 1999), se analizó la configuración espacial de las áreas de aptitud alta y media. Esta configuración espacial puede ser descrita como una función del tamaño, forma, distribución espacial y cantidad de las áreas estudiadas.

Se eligieron los índices más aceptados y usados para el análisis, descripción y la cuantificación de su configuración espacial (Ripple et al. 1991, Spies et al. 1994, Forman 1995, Farmer y Parent 1997).

RESULTADOS

Selección de Especies

Debido a que no se pueden publicar números puntuales de la base de datos del Censo Neotropical de Aves Acuáticas, fuera de los que publica Wetlands International, se nombra las especies de aves playeras más abundantes identificadas para la reserva Mar Chiquita; las mismas son: *Calidris fuscicollis*, *Calidris melanotos*, *Calidris bairdii*, *Tringa flavipes* y *Phalaropus tricolor*.

Las estimaciones y umbrales poblacionales de las especies nombradas anteriormente como las más abundantes, así como el grado de interés para la conservación de estas especies se las puede ver en la tabla 2.

Tabla 2. Estado de conservación y tendencias poblacionales según datos publicados de Wetlands International y USFWS.

Especies	Población estimada WBPE	Umbrales WBPE*-WHSRN**			Tendencia Poblacional	Interés para la Conservación - USFWS-WHRN		
		Nivel 30%	Nivel 10%	Nivel 1%		Interés	Declinación	Perdida de hábitat
<i>Calidris fuscicollis</i>	1120000	336000	112000	11200	Estable	Moderado	0+	0^
<i>Calidris melanotos</i>	C+	120000	40000	4000	Estable	Moderado	0+	0^
<i>Calidris bairdii</i>	300000	90000	30000	3000	Estable	Moderado	0+	0^
<i>Tringa flavipes</i>	400000	120000	40000	4000	Decrece	Moderado	0+	0^
<i>Phalaropus tricolor</i>	1500000	450000	150000	15000	Decrece	Alto	1++	1^^

* Water Bird Population Estimates-Wetlands International

** Western Hemispheric Shorebirds Reserve Network

C+ 400000 individuos en sus áreas reproductivas según Waterbird populations estimates

+ Indica algún grado de interés para la conservación

++ Indica un alto grado de interés para la conservación

^Muestra que la pérdida de hábitat tiene algún grado de importancia para la conservación

^^Indica que la pérdida de hábitat es una razón para la conservación

Identificación de Áreas para Conservar

Elaboración de modelos de aptitud de hábitat

En base a lo expuesto en la metodología, las especies seleccionadas fueron agrupadas en gremios (tabla 3), una vez agrupados los gremios, se elaboraron tres modelos de hábitat simples, basados generalmente en términos de cobertura, similares a los realizados por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (USFWS 1981), Posteriormente los modelos fueron revisados por el autor, el director de la tesis y autoridades científicas locales, a quienes también se requirió información sobre las áreas donde los gremios son observados con mayor frecuencia dentro de la reserva (Anexo I).

Tabla 3. Gremios de forrajeo y características principales del hábitat utilizados por estos.

<i>Genero</i>	<i>Gremio</i>	<i>Sustrato</i>	<i>Estructura de la</i>	<i>Vegetación</i>
		<i>Grado de inundación</i>	<i>Altura</i>	<i>Densidad</i>
Calidris	^a Espigador en agua y ^b Rastreador en tierra	Inundado-anegado/saturado	Ninguna/corta	Escaso/poco denso
Phalaropus	Espigador de áreas acuáticas y pelágicas	Inundado-anegado	Ninguna/corta	Escaso/moderado
Tringa	Espigador de áreas acuáticas	Inundado-anegado	Corto/mediano	Escaso/moderado

a Espigador = aves que recogen seleccionan su alimento de la superficie, es de tipo visual.

b Rastreador = aves que rastrean o investigan su alimento del sustrato, es de tipo táctil.

Fuente: Shorebird management manual, Helmers D.L. 1992, y Foraging Guilds of North American Birds, De Graaf R.M., N.G. Tilghman, y S.H. Anderson. 1985.

Ubicación y búsqueda de áreas adecuadas mediante el uso de Imágenes Satelitales

Para la identificación de las áreas para conservar se elaboraron firmas espectrales para cada gremio por separado mediante el uso de imágenes satelitales y los modelos de hábitat, teniendo en cuenta que estas firmas espectrales estén lo más ajustadas con las características de los hábitats identificados en los modelos de HSI.

De acuerdo a las firmas espectrales se identificaron distintas áreas primarias para conservar, así como también estas firmas espectrales sirvieron para la identificación de áreas para realizar censos poblacionales de las especies seleccionadas.

Verificación de las áreas de seleccionadas mediante censos poblacionales

Se realizaron cuatro campañas de censos poblacionales, las áreas censadas estuvieron ubicadas en la costa sur de la laguna Mar Chiquita y la zona Oeste de la reserva.

Se contaron un total de 2272 individuos de las especies seleccionadas, siendo las especies más abundantes *Phalaropus tricolor* y *Calidris fuscicollis* con 730 y 630 individuos respectivamente (figura 2), aunque la abundancia de estas especies no fue constante en todas las áreas visitadas. Por otro lado *Tringa flavipes*, *Calidris melanotos* y *Calidris bairdii* fueron las menos abundantes, identificando 114 individuos para *Tringa flavipes*, 44 para *Calidris melanotos* y 5 individuos para *Calidris bairdii*.

De las cinco especies seleccionadas *Calidris fuscicollis* fue la más abundante en la mayoría de las áreas censadas, *Phalaropus tricolor* en algunas áreas de costa sur exceptuando la costa de Miramar donde no se encontró ningún individuo, seguido por *Tringa flavipes* la cual se encontró en números constantes en todas las áreas censadas.

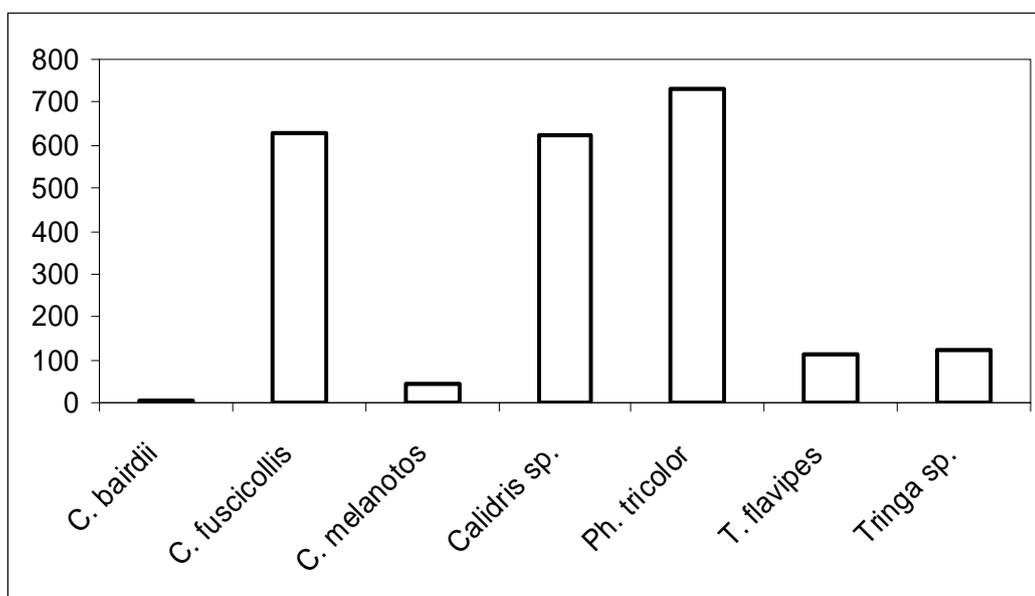


Figura 2. Suma total de individuos de las especies seleccionadas para el estudio, incluyen los individuos que no pudieron ser identificados en campo los cuales fueron agrupados a nivel de género.

Por otro lado al realizar la suma total de todos los individuos y al agruparlos en gremios se encontró que el gremio espigador/rastreador fue el más abundante con 1304 individuos, seguido por el gremio espigador de áreas acuáticas y pelágicas con 730 y por último el gremio espigador de áreas acuáticas con 238 individuos encontrados (figura 3), siendo este ultimo el más regular en cuanto a número de individuos en todas las áreas censadas, aunque en número pequeños, el gremio espigador de áreas acuáticas y pelágicas se encontró en grandes números en una serie de lagunas cercanas a la localidad de Altos de

Chipión y en la desembocadura del río Segundo, por su parte, el gremio espigador/rastreador fue muy abundante en las costas de la localidad de Miramar y la desembocadura del río Segundo, aunque también se encontró un buen número en los Altos de Chipión.

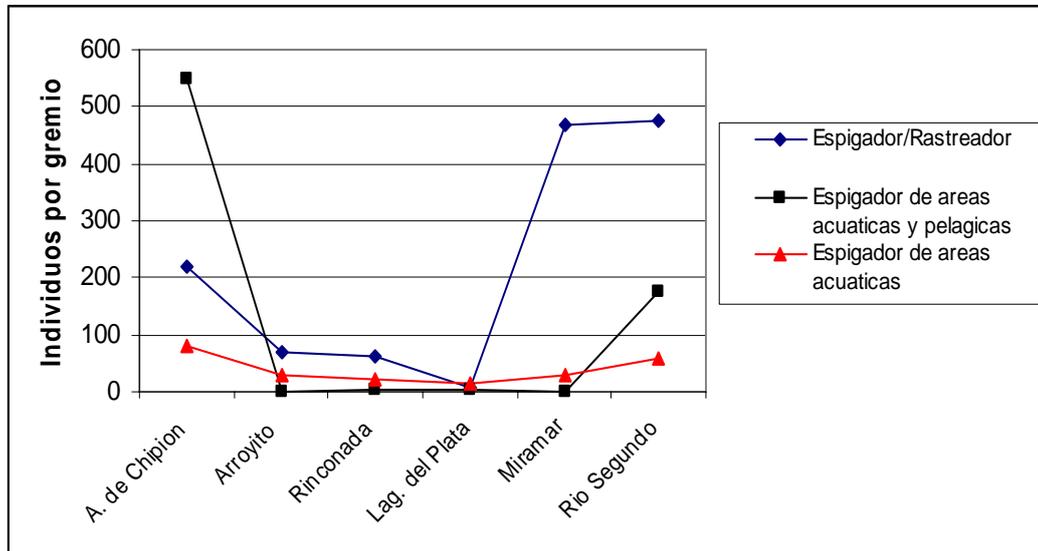


Figura 3. Número de individuos encontrados en cada gremio por área de censo.

Por otro lado también se pudo identificar las áreas en las que se alimentaban las especies seleccionadas, además del tipo de forrajeo empleado, coincidiendo con lo identificado en la literatura.

Según las observaciones de campo se pudo identificar que el gremio espigador/rastreador ocupa principalmente áreas cercanas a las costas de la laguna prefiriendo áreas barrosas y sin vegetación, el tipo de forrajeo comúnmente observado fue del tipo espigador en áreas barrosas y picoteado en áreas secas desprovistas de vegetación. También se pudo observar que este gremio al igual que el gremio espigador de áreas acuáticas y pelágicas prefiere agruparse en números superiores a 15 individuos, característica no observada para el gremio espigador de áreas acuáticas, que fue observado comúnmente en grupos de 2 a 5 individuos, aunque en distintas ocasiones se observó asociación entre los gremios estudiados, haciendo uso de los recursos disponibles en un determinado tipo de hábitat.

El gremio espigador de áreas acuáticas y pelágicas prefiere áreas inundadas o anegadas independientemente de su ubicación. El tipo de forrajeo observado fue del tipo espigador de áreas acuáticas.

Por último el gremio espigador de áreas acuáticas se encontró en distintos tipos de hábitats, siendo el que no presentaba alguna preferencia particular y ocupando áreas disponibles a lo

largo de todas las áreas censadas. El tipo de forrajeo empleado fue el espigador tanto en áreas acuáticas como barrosas, aunque también se observó que el tipo picoteo también fue empleado en áreas barrosas y terrestres.

Delimitación de las áreas prioritarias a conservar en mapas temáticos

De acuerdo a las variables extraídas (tabla 1) de los modelos de HSI para generar los modelos cartográficos y en conjunción con los censos realizados, se encontró que estos cubren las necesidades de cobertura para las aves playeras, indicando los hábitats de interés en los mapas para cada gremio por separado.

En base a lo anterior, el modelado de los hábitats logró determinar las afinidades conocidas entre las especies seleccionadas y las variables ambientales, en este sentido los modelos cartográficos de HSI obtenidos, muestran una gama de valores de 0.0, 0.5 y 1.0 (tabla 4), indicando que los modelos fueron bien calibrados para el área de estudio, mostrando las diferencias de aptitud encontradas en toda el área estudiada (figura 4). De acuerdo a esto, los modelos elaborados predicen los hábitats aptos que son utilizados por las especies seleccionadas como áreas de invernada en la Reserva Mar Chiquita y áreas cercanas, y es importante señalar que los resultados de los modelos muestran potencialmente el hábitat adecuado y su distribución para los gremios estudiados.

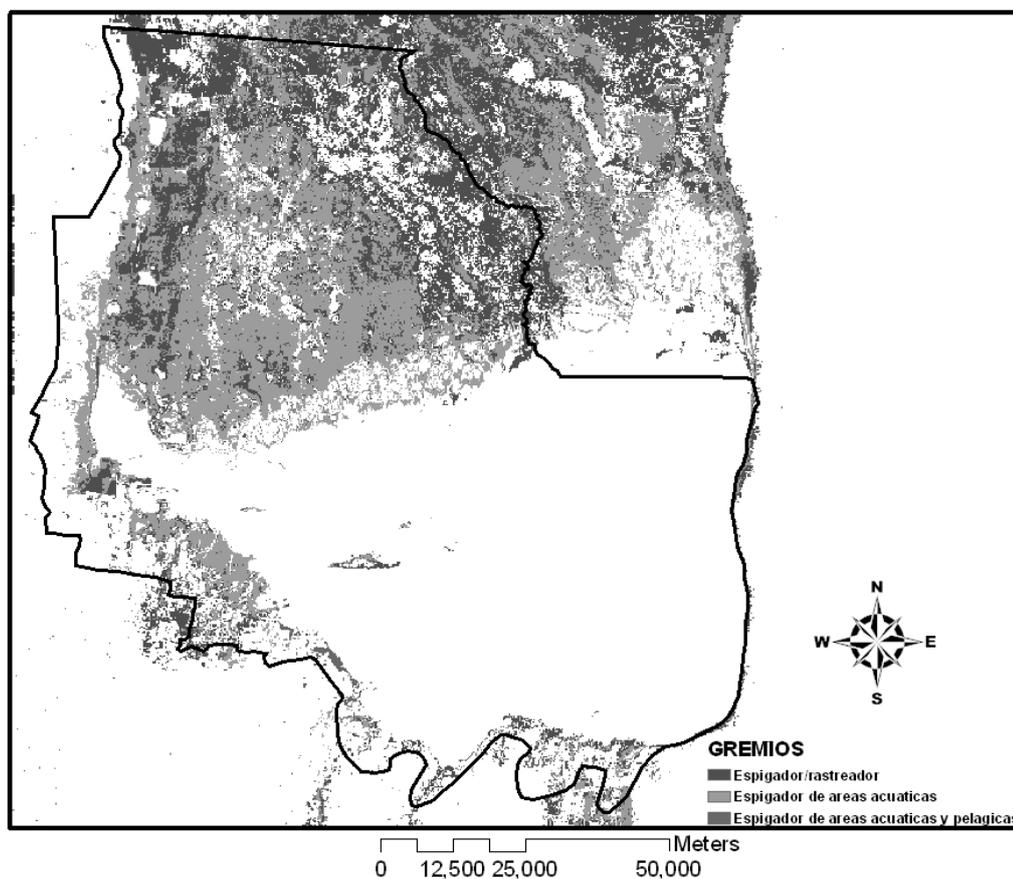


Figura 4. Modelo cartográfico de HSI para los tres gremios estudiados, se muestra el hábitat de aptitud óptima (HSI 1) para cada gremio.

Se evaluaron tres gremios de forrajeo, abarcando una superficie total de 1.939.140 hectáreas, que incluyen la Reserva de “Uso Múltiple Bañados de Río Dulce Laguna Mar Chiquita” y áreas cercanas, los resultados indican que en general alrededor del 32 % (HSI de 0.5 y 1.0) del área analizada son adecuadas como área de invernada para las aves playeras, abarcando una superficie de 309.720 hectáreas.

El 68 % del total del área analizada como áreas inadecuadas (tabla 4), que abarca una superficie de 1.629.420 hectáreas, lo cual era esperado ya que gran superficie del área de estudio es ocupada por la Laguna Mar Chiquita, parches de bosque chaqueño en distintos estados seriales y áreas de uso agrícola (figura 5).

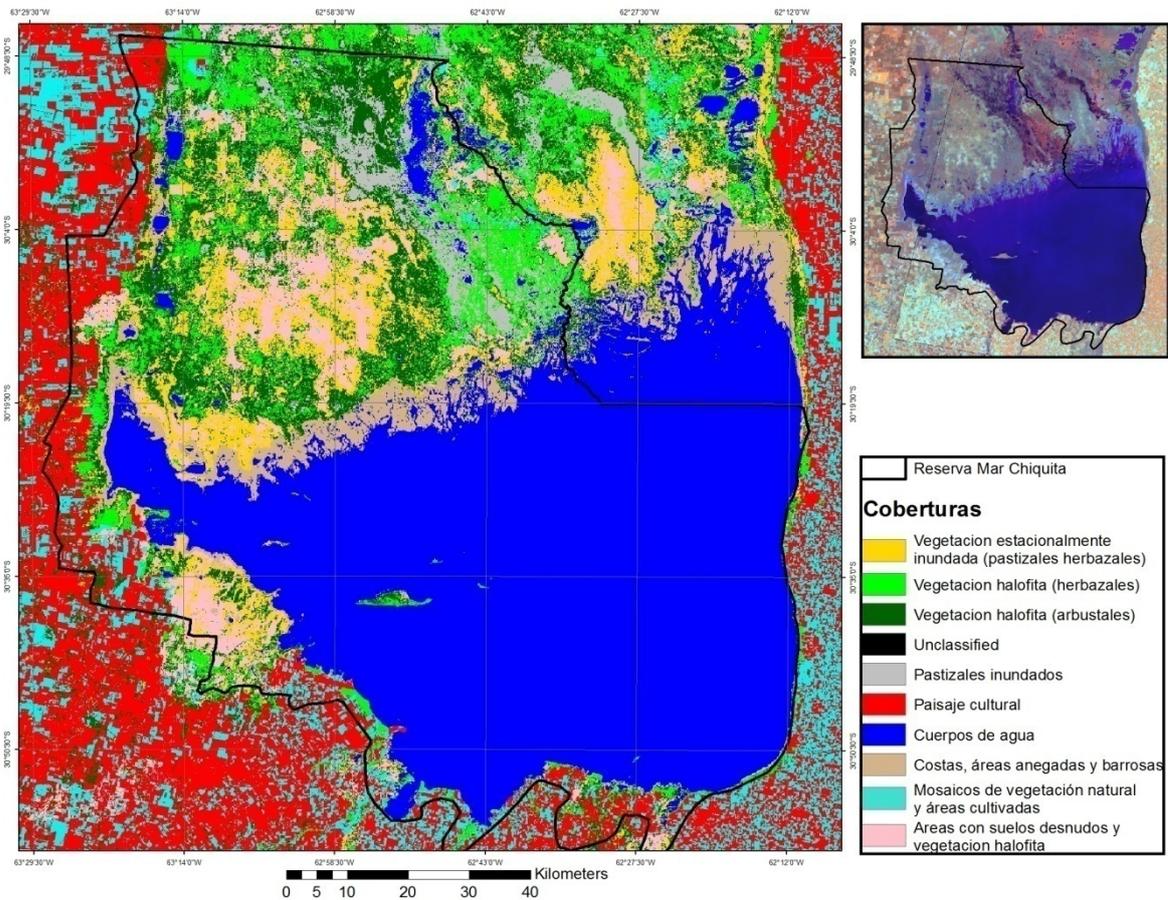


Figura 5. Mapa de coberturas identificadas para la reserva de Uso Múltiple Laguna Mar Chiquita y Bañados de Río Dulce, basado en una clasificación híbrida. Fuente: Elaboración propia

De esta manera los resultados obtenidos indican que para el gremio espigador/rastreador (género *Calidris*) el 14% del área analizada obtuvo un HSI de 1.0, el 17% un HSI 0.5 y un 34% fue áreas no adecuadas o HSI de 0.0 (figura 8 y tabla 4). El gremio espigador de áreas acuáticas y pelágicas (género *Phalaropus*) obtuvo un 15% de la superficie analizada con valores de HSI 1.0, un 18% de la superficie para las áreas con HSI de 0.5 y un 33% de hábitat inadecuado (figura 9 y tabla 4) y por último el gremio espigador de áreas acuáticas (género *Tringa*) el 16% del área analizada obtuvo un valor de HSI de 1.0, 16% de aptitud media o HSI de 0.5 y 33% de aptitud baja de toda el área analizada (figura 10 y tabla 4).

Tabla 4. Superficies en hectáreas y porcentajes de los modelos cartográficos de HSI encontrados para cada gremio, los porcentajes están en relación al total de superficie del área de estudio, no se toma en este caso la superficie de cuerpos de agua del área de estudio.

Géneros	Gremios	Hábitat de aptitud baja – HSI = 0.0		Hábitat de aptitud media – HSI = 0.5		Hábitat de aptitud alta – HSI = 1.0	
		Área ha	%	Área ha	%	Área ha	%
Calidris	Espigador/rastreador	663086	34.195	329715	17.003	273056	14.081
Phalaropus	Espigador de áreas acuáticas y pelágicas	637152	32.857	341986	17.636	286719	14.786
Tringa	Espigador de áreas acuáticas	639012	32.953	309319	15.951	317526	16.375

Se caracterizaron las áreas de invernada de acuerdo con los modelos cartográficos de HSI, para esto se usaron seis parámetros de paisaje: 1) número de áreas del mismo tipo de aptitud de hábitat (NUMP); el tamaño medio de las áreas (MPS) que es la superficie media (ha) de cada una de las áreas; el coeficiente de variación del tamaño medio de las áreas (PSCoV) que mide la uniformidad (%) de la distribución de las áreas, donde valores bajos indican uniformidad y valores altos irregularidad en la distribución de las áreas; la distancia media entre áreas (MNN) que es la distancia en metros entre áreas de la misma aptitud de hábitat; la densidad de áreas (PD) por cada 100 ha en el área de estudio; y el índice de similaridad (LSIM) que indica el porcentaje que ocupa un mismo tipo de cobertura en el paisaje.

De esta manera, los resultados indican (tabla 5 y figuras 6, 7) que para el gremio espigador/rastreador, se encontraron un total de 13.693 áreas con alta aptitud, las cuales presentan una superficie media de 20 ha, con una distancia media entre áreas de 900 metros y 10.013 áreas de aptitud media con un tamaño promedio de 33 ha, separadas por una distancia de 999 metros.

Para el gremio espigador de áreas acuáticas y pelágicas, el número de áreas identificadas como de hábitats de aptitud alta fue de 15.418, con un tamaño medio de 19 ha, separadas entre ellas por una distancia de 937 metros, y el número de las áreas de aptitud media identificadas fue de 10.587 con un tamaño medio de 34 ha, separadas por una distancia media de 969 metros.

Por último para el gremio espigador de áreas acuáticas, se identificaron 9.359 áreas de aptitud alta con un tamaño medio de 35 ha, separadas por una distancia media de 911

metros y un total de 13.094 de áreas de aptitud media con un tamaño medio de 24 ha, y una distancia de 890 metros.

Tabla 5. Configuración espacial de los hábitats de alta y media aptitud, para toda el área de estudio. Se muestran las métricas espaciales NUMP (Número de áreas), MPS (Tamaño medio de las áreas), PSCoV (Coeficiente de variación del tamaño medio de las áreas), MNN (Distancia media entre áreas), PD (Densidad de las áreas), y LSIM (índice de similaridad de las áreas).

Gremios	Hábitat de aptitud alta						Hábitat de aptitud media					
	NUMP	MPS	PSCoV	MNN	PD	LSIM	NUMP	MPS	PSCoV	MNN	PD	LSIM
Espigador/rastreador	13693	20	1599	900	0,706	14,081	10013	33	1165	999	0,516	16,848
Espigador de áreas acuáticas pelágicas	15418	19	1663	937	0,795	14,786	10587	34	1141	969	0,546	17,636
Espigador de áreas acuáticas	9359	35	1106	911	0,483	16,375	13094	24	1471	890	0,675	15,951

Por otro lado, las variaciones en la distribución de las áreas de un determinado tipo de aptitud hábitat fueron muy altas para los tres gremios estudiados. Aunque estas variaciones en la distribución de las áreas fueron casi similares entre los gremios espigador/rastreador y espigador de áreas acuáticas y pelágicas.

De acuerdo a lo anterior, para el gremio espigador/rastreador, la variación encontrada para los hábitats de aptitud alta fue de 1.599%, y 1.165% para los hábitats de aptitud media. Para el gremio espigador de áreas acuáticas y pelágicas la variación encontrada para las áreas de aptitud alta fue de 1.663%, y la variación para las áreas de aptitud media fue de 1.141%.

Por último, para el gremio espigador de áreas acuáticas la variación en la distribución de las áreas de aptitud alta fue la más baja de los tres gremios, mostrando una variación de 1.106%, pero para el caso de la variación encontrada para las áreas de aptitud media fue la más alta de los tres gremios, mostrando una variación espacial de 1.471%.

La densidad de áreas de aptitud alta identificadas para el gremio espigador/rastreador fue de 0,706, y 0,516 de áreas de aptitud media por cada 100 ha, para el gremio espigador de áreas acuáticas y pelágicas los valores encontrados fueron similares (tabla 5 y figuras 6, 7) mostrando una densidad de 0,795 de áreas de aptitud alta, y 0,546 de áreas de aptitud

media. Para el gremio espigador de áreas acuáticas las densidades encontradas fueron 0,483 y 0,675 de áreas de aptitud alta y media respectivamente.

Para el caso del índice de similaridad el gremio espigador/rastreador, muestra un índice de similaridad de 14% para las áreas de aptitud alta y 17% para las de aptitud media. Las áreas de aptitud alta para el gremio espigador de áreas acuáticas y pelágicas muestran una similaridad de 15% y 18% para las áreas de aptitud media.

Para el gremio espigador de áreas acuáticas las áreas de aptitud alta presentan una similaridad de 16%, y las áreas de aptitud media una similaridad de 17%.

Debido a que la mayoría de los censos se llevaron a cabo al sur de la reserva se analizaron las características espaciales en conjunto de los complejos del sur formados por los ríos Primero y Segundo, los complejos de lagunas y arroyos de los Altos de Chipión y arroyos de la localidad de Miramar (tabla 6 y figuras 6, 7), para establecer que estas áreas son importantes para la conservación y hacer una comparación con el resto del área de estudio y determinar su importancia como áreas para la conservación.

Tabla 6. Configuración espacial de los hábitats de alta y media aptitud, para los complejos de la costa sur de la Laguna Mar Chiquita, que están compuestos por las desembocaduras de los ríos Primero y Segundo, costa sur de la laguna Mar Chiquita y arroyos en la localidad de Miramar y complejo de lagunas y arroyos de los Altos de Chipión.

Gremios	Hábitat de aptitud alta						Hábitat de aptitud media					
	NUMP	MPS	PSCoV	MNN	PD	LSIM	NUMP	MPS	PSCoV	MNN	PD	LSIM
Espigador/rastreador	1116	27	274	284	0,634	5,652	761	33	402	407	0,433	4,859
Espigador de áreas acuáticas pelágicas	1449	25	277	352	0,824	6,755	824	33	406	475	0,468	5,246
Espigador de áreas acuáticas	776	12	592	198	0,441	4,904	1043	10	392	183	0,593	5,553

De esta manera, las principales características encontradas en relación a toda el área de estudio fue que: el número de áreas es más bajo al encontrado en toda el área de estudio lo cual era de esperar, puesto que se tomo solo la parte sur para este análisis. Aunque eso no indica que la cantidad de áreas en los complejos formados por los ríos Primero, y Segundo,

los arroyos de Miramar y los Altos de Chipión sea baja (tabla 6 y figuras 6, 7). Por su parte la uniformidad en la distribución de las áreas también es más baja, lo cual era de esperar puesto que estos valores son funciones del número de áreas, desviaciones estándar del número de áreas, y el tamaño medio de las áreas. El tamaño medio de las áreas, y la densidad de áreas son similares a las encontradas en el análisis de toda el área de estudio, aunque las áreas del gremio espigador de áreas acuáticas muestran un tamaño menor (12 y 10 has) a las de toda el área de estudio, que presentan superficies medias de 35 y 24 has de áreas de aptitud alta y media respectivamente.

La distancia entre áreas son mucho más cortas, donde el gremio espigador/rastreador presenta una distancia media entre áreas de aptitud alta de 284 m y 407 m de aptitud media, el gremio espigador de áreas acuáticas y pelágicas presenta una distancia entre áreas de aptitud alta de 352 m y 475 m de aptitud media. Por su parte la distancia entre áreas para el gremio espigador de áreas acuáticas fue de 198 m para las áreas de aptitud alta y 183 m de aptitud media.

Las similitudes encontradas también fueron más bajas, para el gremio espigador/rastreador fue de 6% para las aéreas de aptitud alta y 5% para las áreas de aptitud media, para el gremio espigador de áreas acuáticas y pelágicas los valores encontrados fueron de 8% y 5% para las áreas de aptitud alta y media respectivamente. El gremio espigador de áreas acuáticas presenta valores de 5% de similitud en áreas de aptitud alta y 6% de similitud de áreas de aptitud media.

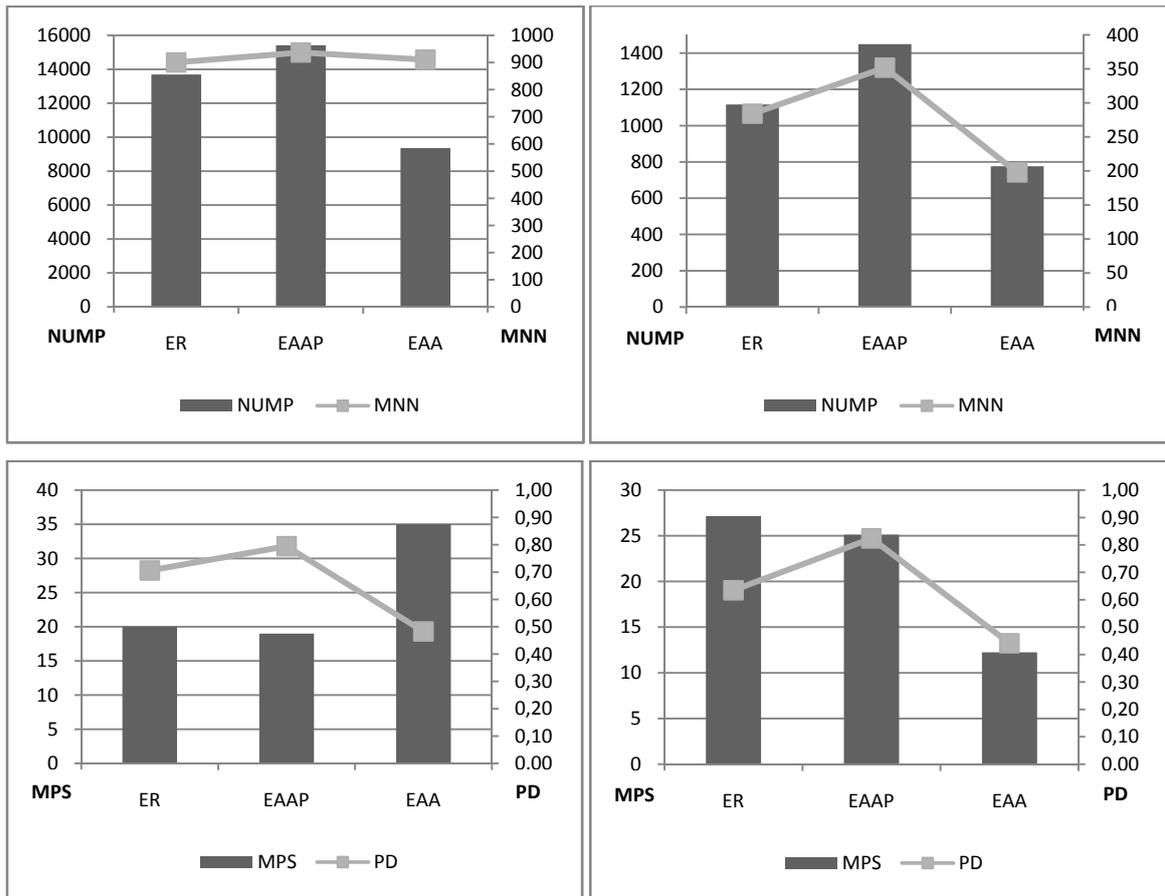


Figura 6. Comparación de las características espaciales (hábitat de aptitud alta) para los tres gremios de estudio. Se muestra la comparación entre las características espaciales de toda el área de estudio (gráficos de la izquierda) versus las características espaciales los complejos de la Costa Sur (gráficos de la derecha).

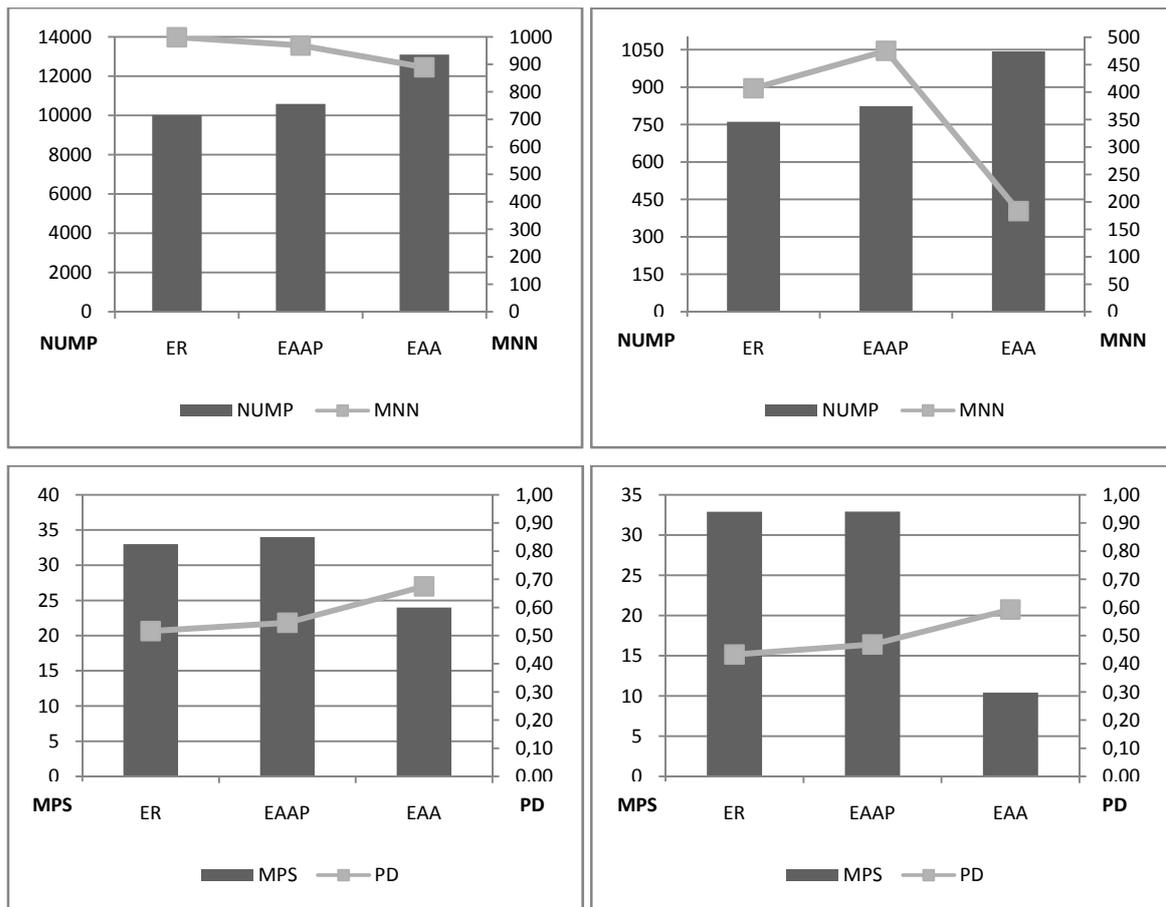
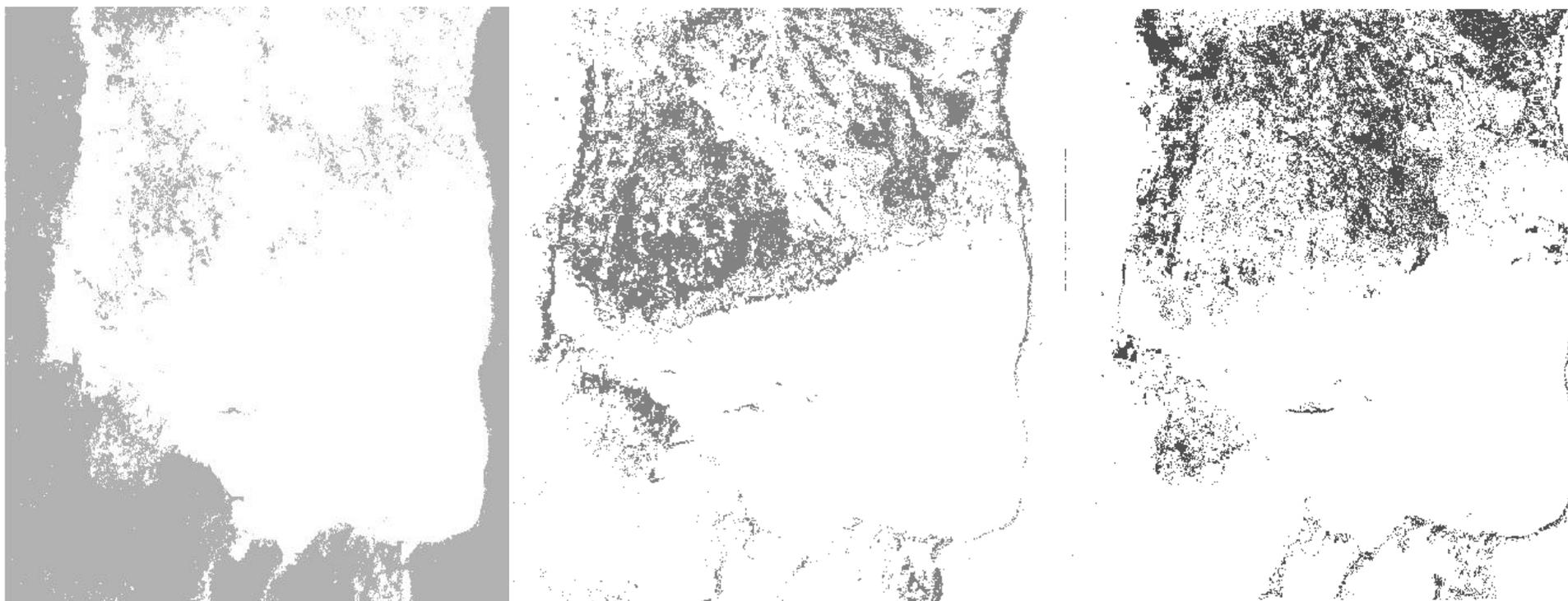


Figura 7. Comparación de las características espaciales (hábitat de aptitud media) para los tres gremios de estudio. Se muestra la comparación entre las características espaciales de toda el área de estudio (gráficos a la izquierda) versus las características espaciales de los complejos de la costa sur (gráficos de la derecha).

Aunque algunas de las características espaciales encontradas en los complejos del sur son similares (MPS y PD), a las características encontradas en toda el área de estudio (figuras 6 y 7), el conjunto de complejos de áreas del sur (tabla 6) presentan características que la hacen diferente, como es el caso de la distancia entre áreas y la similitud (MNN y LSIM), lo cual la hace sobresalir con respecto a toda el área de estudio, puesto que la conexión que existe entre áreas de un mismo tipo de aptitud de hábitat es más alta, lo cual favorece a los gremios de estudio y a otras especies. Por su parte el porcentaje ocupado por las áreas de un determinado tipo de aptitud de hábitat es más bajo en relación al porcentaje obtenido para todo el área de estudio, esto hace que este conjunto de complejos tenga un poco más de prioridad que los demás complejos, debido a su pequeña proporción en el paisaje, y que además estos son los principales hábitats de muchas especies de vida silvestre, especialmente las aves playeras (figuras 2 y 3), donde se encontraron números considerables de estas especies, como se demostró con los censos poblacionales.

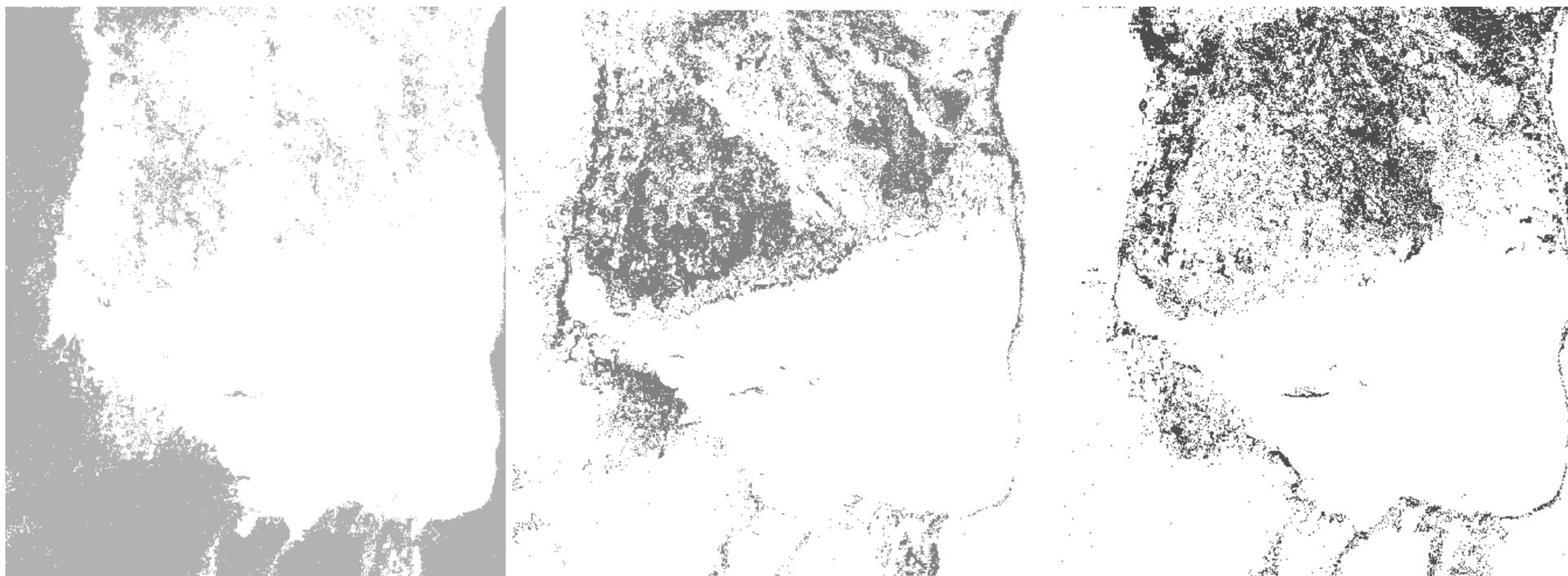


a) Aptitud baja

b) Aptitud media

c) Aptitud alta

Figura 8. Modelos cartográficos de HSI para el gremio espigador/rastreador (género *Calidris*), de izquierda a derecha se muestran las distintas aptitudes de los hábitats de invernada para el presente gremio que incluye las especies *Calidris fuscicollis*, *C. melanotos* y *C. bairdii*.

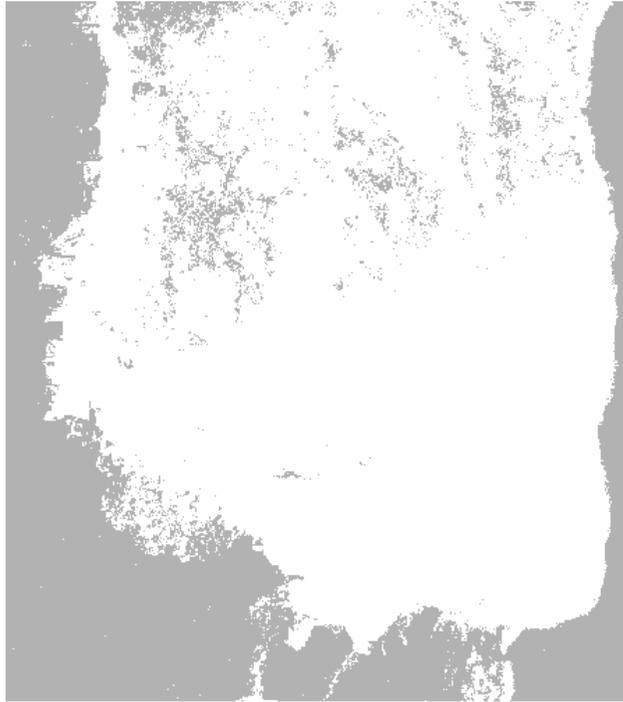


a) Aptitud baja

b) Aptitud media

c) Aptitud alta

Figura 9. Modelos cartográficos para el gremio espigador de áreas acuáticas y pelágicas (genero *Phalaropus*) de izquierda a derecha se muestran las distintas aptitudes de los hábitats de invernada para el presente gremio que incluye la especie *Phalaropus tricolor*.



a) Aptitud baja



b) Aptitud media



c) Aptitud alta

Figura 10. Modelos cartográficos para el gremio espigador de áreas acuáticas (genero Tringa) de izquierda a derecha se muestran las distintas aptitudes de los hábitats de invernada para el presente gremio que incluye la especie *Tringa flavipes*.

Los resultados muestran que las superficies medias de los hábitats para toda el área de estudio, son relativamente pequeñas (tablas 5 y 6), aunque eso no implica que todas las áreas tengan la misma superficie ya que este resultado muestra el promedio general de todas las áreas identificadas para cada tipo de aptitud de hábitat (figuras 6 y 7).

Por otro lado mediante los censos realizados, se pudo evidenciar que las aves playeras utilizan áreas más pequeñas a las presentadas en los resultados, especialmente aquellas que se encuentran en las cosas de la laguna Mar Chiquita, lo que indica que las aves playeras pueden utilizar áreas pequeñas y grandes de la misma manera, dependiendo de características de las áreas, tales como: disponibilidad de alimento y grado de inundación de cada área. También, hay que tener en cuenta que estas especies de aves, se agrupan en grandes números cuando realizan sus viajes y cuando llegan a un área de descanso y/o forrajeo no se quedan todas juntas, sino, se distribuyen por toda la extensión del área buscando áreas que presenten las características mencionadas anteriormente, lo que muchas veces implica que grupos de estas aves (aunque no muy numerosos) se encuentren en áreas pequeñas.

Aunque las superficies de las áreas son pequeñas, el número de estas áreas es alto lo que favorece a la conservación de las poblaciones de aves playeras migrantes o residentes, puesto que cuentan con un gran número de áreas de distintos tamaños y de aptitud de hábitat, siendo este un factor determinante para la conservación de las mismas.

Por otro lado, estas áreas no se encuentran separadas por muy largas distancias lo que también favorece a que las aves playeras puedan hacer uso de estas áreas y moverse entre estas con bajo gasto de energía (tablas 5, 6 y figuras 6, 7). Esta característica fue observada especialmente en la desembocadura del río Segundo, costa sur de la laguna (localidad de Miramar), y los Altos de Chipión, donde se encontraron áreas separadas por cortas distancias (tabla 6 y figuras 6, 7). Estas distancias cortas son muy bien aprovechadas por las especies de estudio para utilizar las áreas cercanas, además de que estas cortas distancias favorecían su escape si observaban algún tipo de amenaza.

Otra característica importante es que las áreas identificadas como especiales para la conservación están distribuidas por toda el área de estudio, aunque la mayor proporción de estas se encuentra en la zona norte, la zona sur es muy importante ya que en la misma se encontraron grandes números de aves playeras. Esta característica nos demuestra que toda el área de estudio forma un gran complejo de áreas de distinta aptitud de hábitat, las cuales son utilizadas por distintas especies de vida silvestre. Aunque estas áreas se encuentran distribuidas por toda el área de estudio, la densidad encontrada para estas áreas

independientemente de su aptitud fue baja indicando un área por cada 100 hectáreas, indicando de esta manera que las áreas de aptitud alta y media (figuras 6 y 7) se encuentran distribuidas en una matriz de áreas de baja aptitud de hábitat.

Las características espaciales encontradas se deben principalmente a que la laguna Mar Chiquita constituye el receptorio final de los ríos Dulce, Primero y Segundo. Especialmente el río Dulce que es el mayor tributario de la laguna y que antes de su desembocadura final, su cauce se abre y divaga formando los bañados del río Dulce (áreas al norte), dando lugar a áreas de distinta aptitud de hábitat para distintas especies, especialmente para las aves playeras y que además es la zona donde se puede observar (figuras 8, 9, 10) la mayor proporción de las áreas especiales a conservar.

También las desembocaduras de los ríos Primero y Segundo (áreas al sur) forman grandes complejos de áreas de distinta aptitud de hábitat lo que no la hace menos importante que los bañados del río Dulce. Es por eso, que la importancia del aporte de los ríos se evidencia al observar los resultados obtenidos.

Aunque el acceso a las áreas de la costa sur son más accesibles que a las áreas de la zona de bañados, en estas áreas se encontraron grandes números de chorlos nadadores y playeros rabadilla blanca, así como también de pitotoy chico y grande, indicando que son áreas adecuadas como áreas de invernada.

De esta manera, es necesaria la conservación de todo el complejo de áreas identificadas como especiales, independientemente de su número, superficie, distribución, y distancias entre estas, además de su densidad y su similitud, ya que cada área es una parte integral de un gran complejo de hábitats, y que las perspectivas y esfuerzos de conservación deben enfocarse a este nivel espacial. Puesto que la conservación de solo una parte de este gran complejo podría afectar negativamente el futuro de las poblaciones de estas aves que hacen uso de estas áreas como sus hábitats de invernada y/o parada en su migración anual. Entonces el lograr entender que las aves playeras utilizan grupos de humedales pequeños disjuntos de la misma manera que un solo gran humedal, sería la escala espacial de trabajo más apropiada para efectos de manejo y conservación.

Por otro lado, aunque la delimitación de las áreas a conservar está basado en la aptitud de hábitat, es decir que cada tipo de aptitud de hábitat representa la delimitación de las áreas a conservar y su importancia para la conservación, esto solo nos muestra los lugares potenciales a conservar. En base a esto, se identificaron y se proponen como áreas especiales a conservar aquellas áreas donde se realizaron los censos poblacionales, aquellas

áreas que siguen la costa de la Laguna Mar Chiquita y cuerpos de agua (figuras 11, 12 y 13), las cuales fueron verificadas como áreas especiales para la conservación, mediante las campañas de campo y el análisis de la configuración espacial de los hábitats para la costa sur. Aunque eso no implica que no existan más áreas especiales para conservar, las cuales pueden ser propuestas a futuro mediante la obtención de mas información acerca de las poblaciones de playeros migratorios y la verificación en campo de las áreas a conservar según su prioridad obtenidas por medio de los modelos cartográficos de aptitud de hábitat (figuras 11, 12 y 13).

Por último, los resultados obtenidos mediante la aplicación de los modelos muestran las áreas de hábitat adecuado, lo cual indica que los modelos elaborados fueron predictores exitosos para probar la calidad de hábitat de los gremios estudiados. De esta manera, los resultados nos proveen de datos que nos pueden ayudar a determinar los posibles cambios en las comunidades silvestres ya que estos pueden ser predichos porque las especies estudiadas están asociadas con los distintos hábitats distribuidos en el área de estudio.

También la información obtenida acerca de la distribución de los hábitats nos puede ayudar a describir la distribución de los patrones espaciales en el área de estudio y los impactos sobre las comunidades silvestres cuando la cantidad y distribución de pixeles de un determinado hábitat presente un tipo particular de cambio. Es por eso que, los resultados obtenidos a partir de las imágenes satelitales pueden ser usados para probar la performance de un modelo de hábitat para la vida silvestre en un área particular. Teniendo en cuenta que las variaciones geográficas en el área de estudio podrían causar diferencias en la disponibilidad de recursos en los distintos tipos de hábitat.

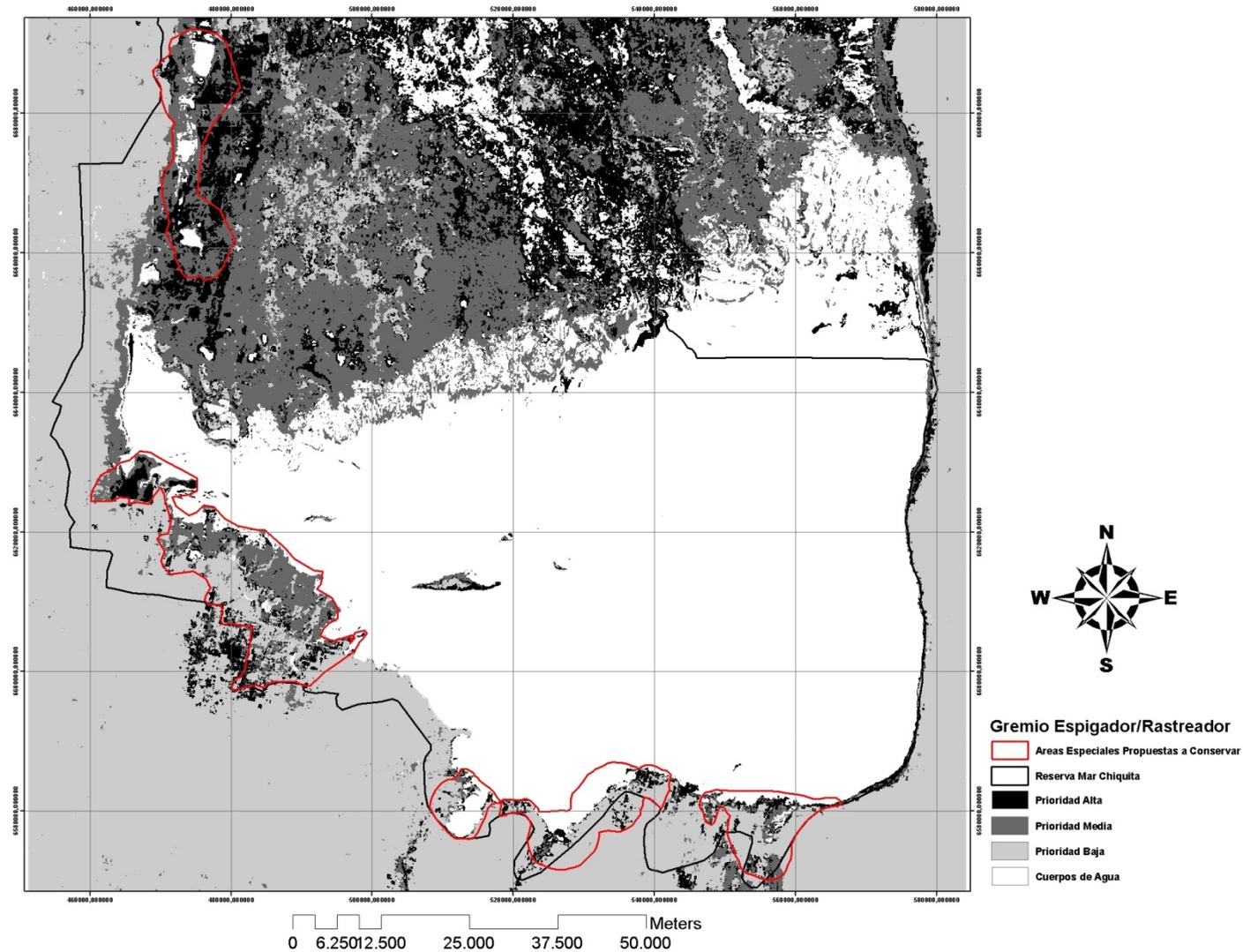


Figura 11. Mapa de áreas especiales propuestas a conservar para el gremio Espigador/Rastreador. Se muestra las áreas especiales propuestas a conservar (polígonos rojos) y la prioridad de conservación de las áreas en base a su aptitud de hábitat.

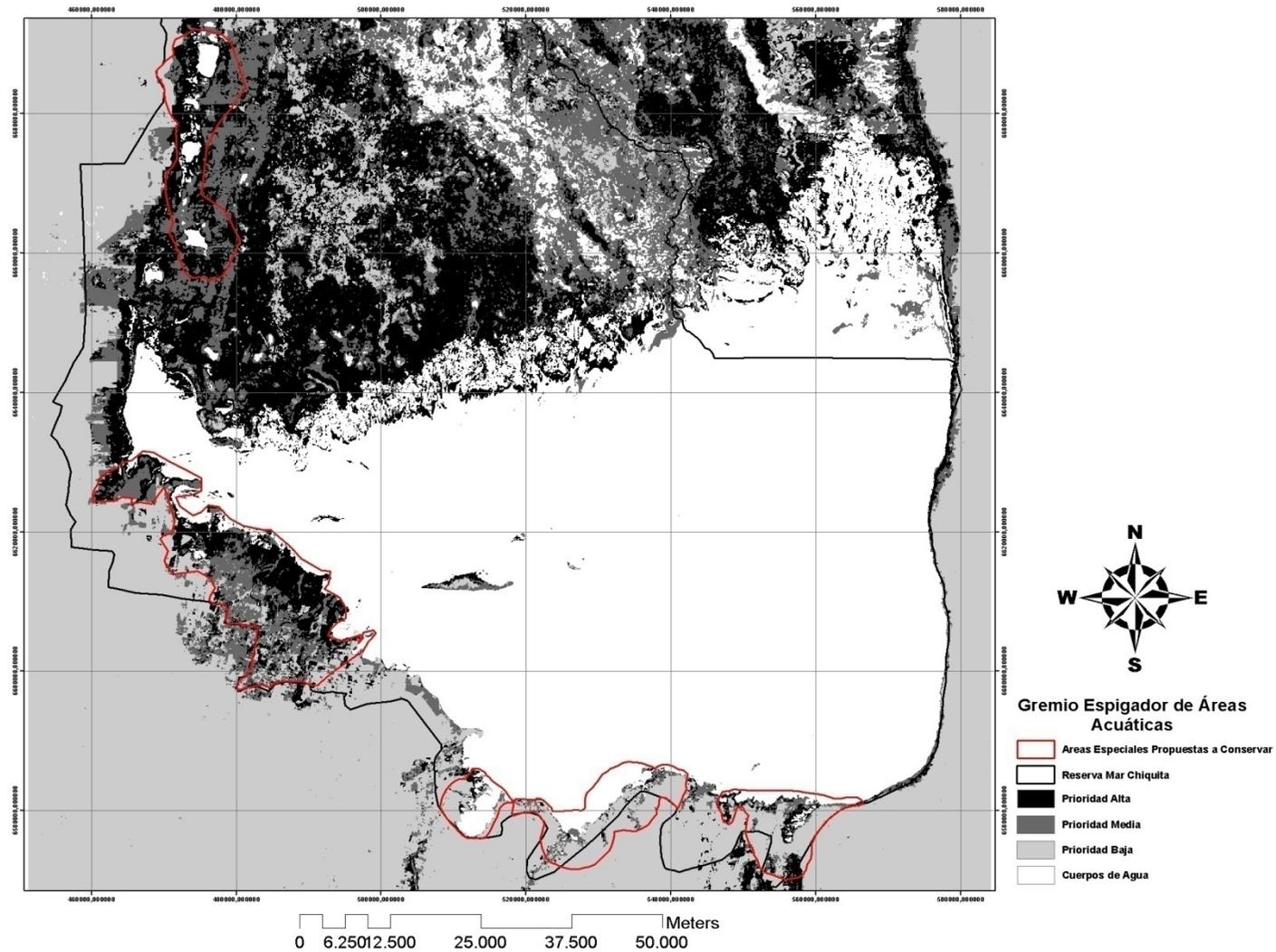


Figura 13. Mapa de áreas especiales propuestas a conservar para el gremio Espigador de Áreas Acuáticas. Se muestra las áreas especiales propuestas a conservar (polígonos rojos) y la prioridad de conservación de las áreas en base a su aptitud de hábitat.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio demuestran la importancia de los humedales como hábitats de invernada para las aves playeras migrantes, ya que la selección de hábitats por parte de estas está muy fuertemente influenciada por la presencia y profundidad de agua y áreas barrosas.

Mediante los censos, se pudo comprobar que la mayor presencia de las aves playeras se encontraba en los alrededores de los humedales, además la mayoría de las especies de los gremios estudiados fueron encontradas en áreas descubiertas de vegetación, excepto *Tringa flavipes* ya que esta especie en ocasiones fue encontrada en áreas con pastos bajos y dispersos, en todo caso los mismos estaban anegados o con algún grado de inundación. Este mismo patrón fue el mismo en otros estudios que además sugieren la estructura y el patrón del paisaje como una condicionante para la presencia de las aves playeras (Farmer y Parent 1997, Long y Ralph 2001, Niemuth et al. 2006). Ya que la presencia de agua sea permanente o semi-permanente, influencia a los playeros a usar los humedales, indicando una respuesta de los playeros hacia los humedales (Niemuth et al. 2006), de esta manera los paisajes que presenten humedales más pequeños y cercanos provean áreas de forrajeo con bajo gasto de energía (Farmer y Parent 1997).

Aunque no se analizaron áreas agrícolas, ya que el estudio fue dirigido especialmente a áreas naturales, estas áreas pueden proveer de alimento a estas aves y servir como áreas de parada o descanso (Skagen y Knopf 1994, Blanco et al. 2006, Niemuth et al. 2006). Por otro lado, el uso de estas áreas por las aves playeras puede deberse a los ciclos de mareas, lo cual las obliga a buscar otras áreas, resultado de la disponibilidad de recursos entre los hábitats (Long y Ralph 2001).

Uso de Gremios

En este trabajo se hizo uso de los gremios, aunque el concepto de gremio indicador es atractivo, este es potencialmente un aprovechamiento de costo efectivo. Teóricamente, las agencias encargadas en realizar trabajos de conservación, tienden a monitorear las poblaciones de pocas especies de gremios indicadores para medir el índice de niveles poblacionales de todas las aves, mamíferos, reptiles y anfibios (Block et al. 1986).

Algunos resultados indican que el uso del concepto indicador-gremio sugiere que los investigadores no pueden inferir la presencia de otras especies en el gremio basados

solamente en la presencia de las especies de gremio indicador. Se debe tener la precaución necesaria cuando se hace uso de gremios y gremios indicadores en aplicación de gestión (Block et al. 1986). Aunque las especies de un gremio pueden superponerse considerablemente en el uso de un recurso en particular, difieren mucho en otros aspectos de sus respectivas ecologías. Por lo tanto, el control de la población de un gremio puede no reflejar las fluctuaciones poblacionales de especies individuales, puesto que las especies tienen diferentes ecologías y responden de manera diferente a los cambios ambientales (Block et al. 1986).

En este sentido, se debe tener precaución cuando se hace uso de gremios y la gestión de un hábitat de un gremio no debe enfocarse en una sola especie sino debe ser ampliada a más (dos o tres) especies indicadoras, para tener una visión más amplia de estas fluctuaciones y las respuestas de las especies al cambio del hábitat.

Aunque el uso de los gremios es intuitivamente atractivo, este trabajo demuestra que el uso de gremios para identificar áreas especiales para la conservación es muy bueno puesto que el tiempo y financiamiento necesario para este fin son relativamente bajos, además las especies seleccionadas por gremio pueden servir como especies indicadoras de manejo, las cuales son especies que sus poblaciones pueden ser monitoreadas para medir el efecto de las prácticas de manejo sobre los recursos o sobre las poblaciones y estas sobre otras especies con similar requerimiento de hábitat (Salwasser et al. 1983).

Modelando las relaciones entre la vida silvestre y el hábitat

El manejo y conservación efectiva de las poblaciones de la vida silvestre, depende de nuestra habilidad de entender y predecir las relaciones de la vida silvestre y su hábitat (Noon 1986, Van Manen y Pelton 1993), en este sentido los estudios de modelamiento de hábitat, deben basarse en la suposición de que los resultados de los modelos deben estar correlacionados con el fitness de las poblaciones (Brennan et al. 1986). Por otro lado, la clave de los esfuerzos del modelamiento deben ser, interpretar los significados de la selección de los modelos y realizar inferencia en los procesos ecológicos, sin olvidar que los modelos de hábitat no son perfectos estimadores de todas las variables de la vida silvestre independientemente del tipo de modelo utilizado (Marcot 2006).

Los siguientes cuatro suposiciones son básicamente para el mapeo del hábitat: 1) la estructura de los tipos de cobertura pueden ser considerados como estratos o capas de

hábitats, hábitats con mas estratos pueden ser considerados estructuralmente más complejos, 2) cada hábitat tiene un límite definible, 3) las especies de vida silvestre pueden ser asociados con distintos hábitats terrestres o acuáticos (Maser et al. 1981), por posicionamiento de sus actividades de forrajeo y nidada con uno o más estratos de hábitat. Estructuralmente los hábitats complejos alojan más grupos de vida silvestre y especies de vida silvestre, y 4) los hábitats pueden ser comparados y evaluados sobre la base del número de estratos de hábitat presentes y el área y la distribución de cada uno de estos estratos con los límites del área (Short y Williamson 1986). Lo cual es importante para tratar de establecer una relación entre las especies y las variables ambientales, en un intento de caracterizar el hábitat adecuado para determinadas especies (Mörtberg 2004).

Muy importante en el modelamiento de hábitat, es la integración de los datos espaciales y por otro lado la flexibilidad y la claridad de los modelos. Desde el punto de vista del modelado de hábitat para la vida silvestre, hay una serie de resultados que se deben destacar. El primer elemento para el modelado es la incorporación del factor humano en la perturbación del hábitat. Esto hace que a distintos niveles dependiendo del grado a acceso a los hábitats la abundancia de las especies varíe. Por otra parte, factores adicionales que influyen en el hábitat para la vida silvestre se pueden incorporar en el modelado y por último, tanto los factores locales y regionales pueden ser integrados como factores de hábitat a través del paisaje en lugar de centrarse en un solo punto. De esta manera se tendría una visión más amplia a escala espacial y temporal.

Algunos métodos usados para el modelamiento de los hábitats implican, la producción de mapas de biodiversidad y ecosistemas (Löfvenhaft et al. 2002), otras técnicas utilizadas, están basadas en la interpretación y clasificación de fotografías aéreas infrarrojas. Por otro lado, hay métodos modelado basados en la rareza de los ecosistemas, con el fin de introducir criterios para la protección y preservación de la naturaleza y aplicarlo a comparar el impacto de diferentes alternativas para algún proyecto (Geneletti 2003).

Por su parte, el modelado ecológico, que se viene desarrollando y aplicando en biología de la conservación y ecología del paisaje, tiende a integrar conocimientos y orientar a la solución de los problemas (Tress y Tress 2002), en este sentido, los modelos ecológicos, no se limitan a las aplicaciones de los SIG, sino también, al desarrollo de modelos predictivos de distribución (Guisan y Zimmermann 2000). Esto sumado al crecimiento de la habilidad del uso de SIG y las bases de datos georeferenciados, facilitan la elaboración de modelos de hábitat, los cuales son usados en el planeamiento de los ecosistemas (Apps

1996). La utilidad de los SIG en el desarrollo de los modelos significa que estos puedan ser aplicados a escalas espaciales como temporales (Donovan et al. 1987, Clark et al. 1993b, Van Manen y Pelton 1993), también la tecnología SIG, provee de herramientas analíticas para el modelado de las relaciones de vida silvestre y su hábitat.

Existen muchos trabajos publicados basados en el uso de sistemas de información geográfica SIG, para desarrollar modelos de especies-hábitat, que están basados en aproximaciones para identificar las áreas adecuadas para la vida silvestre, evaluación de hábitat, afinidades con el hábitat, áreas vulnerables, áreas para la conservación, actividades de uso de tierra en áreas manejadas, áreas para translocación de especies, etc. (Franklin y Steadman 1991, Church et al. 1996, Davis et al. 1997, Lauver et al. 2002, Niemuth 2003, Ferrier et al. 2004, Balbontin 2005, Niemuth et al. 2005, Pike 2005, Santos et al. 2006, García 2006, Marcot 2006, Cohen et al. 2008, Hamer et al. 2008) y por otro lado para predecir la distribución y abundancia de especies y uso de hábitat (Riitters et al. 1997, Agler et al. 1998, Pearce y Ferrier 2000, Brocks et al. 2004, Schulte et al. 2005, Niemuth et al. 2006, Jewell et al. 2007, Syartinilia 2008).

Todos estos modelos hacen uso de una buena base teórica, así como también el uso de cartografía existente y procesamiento de imágenes satelitales como una fuente para el modelado del hábitat. Lo que significa que los modelos de hábitat, usan una clasificación basada en células Grid provenientes de una base de datos de los SIG (Collingham et al. 2000, Carter et al. 2006). Estas células Grid son apropiados para el modelamiento espacial y validación, porque cada célula provee valores para ambientes y poblaciones con mediciones independientes de los límites del hábitat, de ese modo se preserva los gradientes medioambientales (Lancia et al. 1986).

Por otra parte, también se hace uso de los SIG para la evaluación de la calidad de hábitat, la cual se define, como la habilidad del hábitat para proveer o satisfacer los requerimientos de vida, puede suponer un determinado índice numérico o adecuación para las especies de vida silvestre (Adams 1980, USFWS 1980b), y asignar este valor a una categoría de uso de tierra o tipo de vegetación en un tiempo determinado. Esta aproximación temporal estática asume que para todas las instancias de un determinado tipo de cobertura tiene la misma adecuación de hábitat para especies específicas, y esto puede ser empleado como una referencia en la localización sobre la tierra (Lancia et al. 1986).

Este tipo de evaluaciones con frecuencia son usados en conjunto con los modelos de HSI (Lai et al. 2000, Banner y Schaller 2001, Larson et al. 2003, Carter et al. 2006, Eisen 2006), lo cual conlleva ventajas, sobre los tradicionales modelos de HSI (Larson et al. 2003). Siendo más fácil y rápido aplicarlos a grandes áreas geográficas y el gasto de tiempo y dinero en la colección de datos de campo son reducidos (Larson et al. 2003). También, la estructura y el patrón espacial de los paisajes, son aspectos importantes de la calidad de hábitat (Rickers et al. 1995, Robinson et al. 1995) y son más fáciles de incorporar en los modelos cartográficos (Larson et al. 2003). Entonces, un paso fundamental en la evaluación de hábitat supone que el desarrollo de HSI's esté relacionado con la percepción de la adecuación de un área para las especies de interés y las características del hábitat. En este sentido, las variables de hábitat seleccionadas para desarrollar los modelos deben tendrán relevancia ecológica para las especies o gremios (Stauffer y Best 1986).

Este trabajo pudo comprobar que el uso solo de los SIG en el modelamiento de hábitat, requiere la elaboración y/o revisión de modelos de HSI por expertos, además de la colecta de datos de campo, los cuales sirven para mejorar la calidad y darles un sentido más biológico a los modelos elaborados, de esta manera se obtiene una mejor correlación entre las variables seleccionadas para los modelos y las especies de estudio (Lauver et al. 2002). Aunque no se realizaron censos en toda el área de estudio para hacer una verificación completa, los censos fueron realizados en las zonas sur y oeste, donde se pudo verificar y mejorar la exactitud de los modelos cartográficos.

Este trabajo, estuvo basado en interpretación de variables de hábitat de las especies de estudio (i.e. modelos de HSI previamente elaborados), donde cada una de las variables fueron seleccionadas cuidadosamente, además de las características del paisaje del área de estudio (i.e. datos geo-referenciados colectados en campo), mediante el uso de imágenes satelitales lo que permitió, que el modelamiento sea mucho más sencillo y rápido con la obtención de buenos resultados. Siendo la obtención de los datos de campo una parte fundamental para el modelamiento y la verificación de los modelos cartográficos. Puesto que sin los datos de los censos poblacionales no es posible inferir sobre el uso o no de las áreas identificadas por los gremios de estudio.

Los resultados obtenidos, nos indican que los modelos cartográficos obtenidos, predicen los hábitats adecuados para las aves playeras como una función de las características de los paisajes de la reserva Mar Chiquita, así como también los mapas obtenidos pueden ser

utilizados para especies individuales o a varias especies del mismo gremio. Aunque, la respuesta de la vida silvestre a una particular característica de hábitat puede depender del tipo de hábitat. Esto implica diferentes patrones de selección de hábitat en áreas geográficas relativamente pequeñas (Stauffer y Best 1986).

Entonces, cuando se desarrollan los modelos cartográficos de HSI, deber ser necesario considerar diferencias entre áreas inundables y áreas no inundables de manera separada.

De esta manera, los resultados, proveen una vía cuantitativa para monitorear las prácticas de manejo de ecosistemas, mediante el uso de modelos de HSI, como también analizar los recursos de la vida silvestre a nivel de paisaje y enfocarse en actividades de conservación (Banner y Schaller 2001).

Esto permite el análisis de cambios resultantes en el potencial de la calidad de hábitat y la habilidad de la vida silvestre en seleccionar estos sitios. De esta manera, los mapas resultantes de HSI nos muestran la distribución de los hábitats, así como las áreas que necesitan mayor atención en conservación, lo cual es importante para planificar mejor las acciones de conservación y manejo de las áreas para las aves playeras y la vida silvestre en general.

Por último, las ventajas encontradas en este trabajo a partir del análisis espacial de la adecuación de hábitat y el desarrollo de mapas de adecuación de hábitat coinciden con las encontradas por Lancia et al. (1986), las cuales son: 1) la evaluación de los resultados del modelo puede ser facilitado, porque el uso de hábitat y las poblaciones varían espacialmente, 2) los manejadores pueden evaluar opciones con respecto a la disposición espacial de los hábitats, facilitando la zonificación de reservas, y 3) la dependencia de los HSI's sobre decisiones arbitrarias acerca de los tipos de hábitat y sus límites pueden ser reducidos.

Validación de los modelos cartográficos

La validación de los modelos es el proceso donde se determina si un modelo de hábitat y sus componentes se comportan tal como fue la intención del que lo construyó y si su comportamiento se ajusta a la teoría biológica actualmente aceptada y a las factibilidades operacionales. Es importante no olvidar que la validación de los modelos es uno de los pasos fundamentales para su presentación y aceptación final.

Por otro lado, también es importante no olvidar que los modelos de hábitat solo toman en cuenta algunas variables (i.e. aspectos estructurales de las comunidades y ecosistemas),

pero puede servir como otras variables de los alrededores que varían a distintos niveles. Aunque el estudio y/o análisis del hábitat de las especies y los organismos es necesario para la conservación biológica, usualmente el hábitat solo es incompleto. Por lo tanto los modelos de hábitat no pueden servir como por completo como perfectos estimadores de todas las variables de la biodiversidad, sino como sustitutos de estos (Marcot 2006).

Debido a que la validación de los modelos de HSI es difícil por muchas razones, por ejemplo: no hay métodos estandarizados para definir o medir la calidad de hábitat, y a menudo la falta de datos cuantitativos de hábitat para el desarrollo de modelos y que estos datos no están disponibles en un formato consistente (Schamberger y O'neil 1986), hacen que las observaciones y colectas en campo sean un paso fundamental para la determinar la veracidad de los modelos, aunque un problema importante se centra en la dificultad de identificar las medidas adecuadas en campo, como la respuesta de una especie a la calidad de un determinado hábitat (Van Horne 1983).

Los modelos cartográficos desarrollados en este trabajo fueron para establecer áreas especiales para la conservación de aves playeras en base a variables de hábitat identificadas en base a modelos simples de HSI y campañas de campo donde se realizaron censos poblacionales y toma de datos de los hábitats que eran usados por los gremios de estudio, teniendo en cuenta que solo se tomaron en cuenta para el modelamiento aquellas áreas donde se encontró la presencia de los gremios estudiados.

La información obtenida en base a lo anterior (i.e. censos poblacionales y puntos georeferenciados de las observaciones), fue usada para seleccionar las localidades generales usadas por las especies de estudio, las cuales se combinaron con el procesamiento de imágenes satelitales para la obtención de modelos cartográficos de HSI.

Aunque la validación de los modelos cartográficos de HSI en este trabajo no se realizó de una manera intensa o completa, para toda el área de estudio debido a distintos factores (e.g. ambientales, caminos de acceso), especialmente en la zona de los bañados de río Dulce, es importante señalar que se cubrió la zona sur casi en su totalidad y parte de la zona oeste, con lo que se pudo determinar la asociación de las aves playeras y las variables de hábitat para estas zonas del área de estudio y calibrar bien los modelos cartográficos de HSI, puesto que gracias al uso de los sensores remotos y los SIG's es posible extrapolar datos de locaciones conocidas a otras no conocidas donde el acceso es complicado o simplemente

no existe, de esta manera es posible tener una aproximación sobre los hábitats usados por las especies para un área mucho mas grande.

De acuerdo a lo anterior, ya que se usaron datos puntuales para la calibración de los modelos, estos indican los hábitats de aptitud baja, media y alta para los gremios estudiados y su distribución espacial, sin embargo esto no implica que los modelos desarrollados expliquen la distribución de las especies y más aun la presencia de estas en los lugares puntuales indicados en los mapas de HSI, excepto aquellas áreas donde se realizaron los censos poblacionales y toma de datos georeferenciados, donde se observo la presencia de los gremios estudiados. De esta manera para mejorar la calibración y validación de los modelos desarrollados es necesario acceder a aquellas áreas donde no se pudieron realizar los censos y colecta de datos necesarios para una validación completa y de esta manera hacer una comparación con los modelos actuales, lo cual se debería tener en cuenta en todos los procesos de validación de los modelos de hábitat, aunque eso implique un mayor esfuerzo en el campo y financiamiento.

Otra manera de ampliar la validación de los modelos de HSI es la utilización de datos poblacionales existentes como es el caso de la base de datos del censo neotropical de aves acuáticas que cuenta con datos de muchos años de censos para el área de estudio, además de las locaciones de estos censos. Aunque estos datos no pueden ser publicados fuera de los que hace Wetlands International, se pueden utilizar las locaciones de los censos para una mejor calibración de los modelos.

De esta manera, la necesidad de una continua investigación, no solo puede servir para mejorar los modelos existentes, aumentar variables no contempladas en los modelos, sino también para darnos una mejor idea de cómo mejorar el proceso de modelado.

CONCLUSIONES

Aunque no se trabajó específicamente a nivel de especie en la identificación de áreas para conservar, los resultados nos dan una visión amplia para identificar áreas para la conservación de aves playeras de acuerdo a características de los hábitats utilizadas por gremios de forrajeo.

La elaboración de modelos de aptitud de hábitat y su modelado para varias especies son factibles de realizar, obteniendo buenos resultados. Esto es más factible si las especies son agrupadas en gremios de forrajeo y la adecuada selección de características de los hábitats por gremio.

El uso conjunto de imágenes satelitales Landsat TM, ETM⁺ y los modelos de aptitud de hábitat HSI, son un medio efectivo para la identificación de áreas especiales para la conservación.

Los modelos cartográficos de HSI muestran la distribución espacial de los hábitats y su calidad, de esta manera indica los hábitats que necesitan mayor atención y las áreas donde se debe tener cuidado cuando se realiza alguna actividad.

Aunque este trabajo estuvo enfocado para aves migrantes neárticas, las áreas identificadas también pueden ser usadas como áreas para la conservación de otras especies de aves que también necesitan la conservación de sus hábitats, como es el caso del flamenco austral, cormoranes y distintas especies de patos.

Si bien la reserva Mar Chiquita tiene la categoría de uso múltiple, este trabajo aporta con información suficiente para la identificación de áreas especiales para la conservación de aves playeras migrantes neárticas, lo cual servirá para la zonificación y ordenamiento de la reserva y su plan de manejo. Ya que este tipo de estudios permite analizar los cambios resultantes de cambios potenciales en la calidad del hábitat y la disponibilidad para determinadas especies de fauna silvestre

Un factor muy importante a tener en cuenta es que el proceso de urbanización y la presencia de caminos, además de las características geológicas, ecológicas y de uso de tierra del área de estudio en muchas zonas, favorecen a la conversión de las áreas naturales en áreas agrícolas lo cual afecta de sobremanera la conservación de sitios de protección especial.

Por último la exactitud de los modelos cartográficos de HSI depende del conocimiento de las relaciones de las especies con su hábitat y la ecología de la vida silvestre.

RECOMENDACIONES DE MANEJO

Los resultados obtenidos en este trabajo tienen varias implicaciones para la conservación, el manejo, y la gestión de los hábitats en la Reserva Mar Chiquita y, posiblemente, otras áreas dominadas por pequeñas y dispersas zonas húmedas. Como es el caso de la laguna Mar Chiquita y los humedales temporales que se encuentran en los bañados de río Dulce y las desembocaduras de distintos afluentes de la laguna como son los casos del río Segundo y el río Primero, los cuales son seleccionados por las aves playeras migrantes como áreas de alimentación y descanso. Puesto que la presencia de agua es un fuerte predictor de la presencia de aves playeras, demostrando la importancia de proteger los humedales (Long y Ralph 2001, Niemuth et al. 2006).

Las características ecológicas, y la historia nos permiten entender acerca de cómo los humedales varían en el área de estudio, de manera que los resultados obtenidos pueden ser aplicados en la planificación y gestión de la Reserva Mar Chiquita. De manera que las cuencas de los humedales no sean consideradas de manera individual, lo que permitirá que los esfuerzos de conservación no estén enfocados en un solo lugar sino también en otros humedales que forman parte del gran complejo que tiene el área de estudio, sean estos naturales y/o agrícolas.

En base a los resultados las áreas identificadas son parte fundamental del paisaje, entonces su manejo y conservación debe ser prioritaria. Estas áreas aunque presentan en promedio superficies pequeñas tienen valores ecológicos fundamentales ya que constituye el hábitat para las especies de estudio y otras especies de vida silvestre.

Por otro lado, los ríos que desembocan en la laguna forman complejos de bañados, áreas inundadas, y estuarios, las cuales representan las zonas donde se encontró la mayor proporción de áreas especiales a conservar, por lo tanto, las mismas deben ser tomadas en cuenta como áreas de conservación estrictas.

Sin embargo considerando la distribución de las áreas por toda el área de estudio se debería prestar una atención similar a aquellas áreas que no forman parte de los complejos ya mencionados. De esta manera la conservación de las áreas en base a su distribución, es clave para la conservación de todo el complejo del área de estudio.

Como se indicó en los resultados las distancias medias entre las áreas no es muy alta (desde el punto de vista de las aves playeras), el mantener áreas cercanas favorece y asegura la dispersión de las aves y el uso de estas áreas. De esta manera, se ayuda al

mantenimiento de las poblaciones de las especies estudiadas ya que las mismas pueden encontrar áreas para forrajear disminuyendo el gasto de energía que implica el buscar nuevas áreas de forrajeo. También se debería tener en cuenta que las áreas agrícolas (áreas que no fueron tomadas en cuenta para este trabajo), funcionan como área de forrajeo importantes para las migrantes neárticas, especialmente cuando se encuentran con algún grado de anegación. En este sentido se debería trabajar con la población local para unir las áreas agrícolas al complejo que se quiere conservar.

Por otro lado, las diferentes actividades que se desarrollan en el área de estudio y en áreas vecinas influyen en la variación estructural de los humedales, los cuales deben ser considerados y apoyados por la sociedad para la conservación de las aves playeras migratorias, ya que estas aves hacen uso de los humedales del área de estudio cuando realizan su migración anual en busca de áreas de invernada. Entonces es fundamental que las autoridades y la población local se involucre y conozca la magnitud de los efectos de cambio de la estructura de los humedales como un problema para la conservación de las especies del área de estudio y que se reconozca a estas áreas como un elemento fundamental en el paisaje que provee recursos y servicios indispensable para mantener la calidad de vida en la región.

A partir de los resultados obtenidos es posible desarrollar modelos de desarrollo bajo distintos escenarios de manejo. Esto es muy importante para la planificación y manejo territorial, lo que nos permite evaluar el impacto de las distintas actividades previstas en los escenarios de manejo y realizar una mejor zonificación del área de estudio, constituyendo una importante herramienta para la conservación de las aves playeras neárticas.

Para asegurar la conservación de los humedales es fundamental que se estructure un ordenamiento territorial eficiente para la Reserva Mar Chiquita, basado en los tratados internacionales que la hacen un área de interés internacional para la conservación. Esto debe hacerse de manera coordinada con las poblaciones que se encuentran dentro de la reserva o en sus cercanías, tratando de unificar esfuerzos para un mejor manejo y conservación de los humedales como hábitat para las aves playeras, y de esta manera evitar conflictos con la sociedad.

En base a los resultados obtenidos en este trabajo, se recomienda que para el desarrollo de modelos cartográficos de HSI, se siga el procedimiento descrito por Short y Williamson (1986), el cual es un procedimiento lógico para el manejo de recursos silvestres sobre tierras públicas y privadas: 1) seleccionar las especies de interés para el manejo, 2) determinar en simples palabras los modelos, los requerimientos de hábitat para las especies seleccionadas, 3) resumir la estructura del hábitat los tipos de cobertura requeridos por las especies seleccionadas, 4) determinar la cantidad y distribución de los requerimientos combinados de los estratos de los hábitats y los tipos de cobertura con el límite del área, y 5) formular necesariamente planes de manejo para modificar la estructura del hábitat y los tipos de cobertura a favor de las especies de interés.

BIBLIOGRAFIA

- Adams, D.A. 1980. Wildlife habitat models as aid to impact evaluation. *The Environmental Professional* 2: 253-262.
- Agler, B.A., S.J. Kendall y D.B. Irons. 1998. Abundance and distribution of marbled and kittlitz's murrelets in southcentral and southeast Alaska. *The Condor* 100: 254-265.
- Alertsam, T. 1990. *Bird migration*. Cambridge University Press, Cambridge.
- American Ornithologists' Union, 2006. Forty-seventh Supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds, *Auk* 123: 926-936.
- Andres, B., R. Clay y C. Duncan, 2006. Shorebird Species of Conservation Concern in the Western Hemisphere. Western Hemisphere Shorebird Reserve Network. Available on-line at www.whsrn.org/shorebirds/status.html.
- Apps, C.D. 1996. Bobcat (*Lynx rufus*) habitat selection and suitability assessment in southeast British Columbia. Master of Environmental Design thesis, Faculty of Environmental Design, Univ. of Calgary, AB. 145pp.
- Auble, G.T. 1988. Book review of *Wildlife 2000: Modeling relationships of terrestrial vertebrates*, edited by J. Verner, M.L. Morrison, and C.J. Ralph. *Estuaries* 11(3): 212-2.
- Balbontin, J. 2005. Identifying suitable habitat for dispersal in Bonelli's eagle: An important issue in halting its decline in Europe. *Biological Conservation* 126:74-83.
- Banner, A. y S. Schaller. 2001. *Gulf of Maine Watershed Habitat Analysis*, Gulf of Maine Program, Falmouth, ME. USFWS, USA.
- Battin, J. 2004. When good animals love bad habitats: ecological traps and the conservation of animal populations. *Conservation Biology* 18:1482-1491.
- Birdlife International. 2004. *Threatened birds of the world 2004*. CD-ROM. Cambridge, Reino Unido: BirdLife International. Disponible en la página web <http://www.birdlife.org>
- BirdLife International. 2006. *Conservando las Aves Migratorias Neotropicales en los Andes Tropicales*. Quito, Ecuador: BirdLife International y U.S. Fish and Wildlife Service. Proyecto financiado por el Acta para la Conservación de Aves Migratorias Neotropicales.
- Blanco, D.E., B. López-Lanús, R.A. Dias, A. Azpiroz y F. Rilla. 2006. Uso de arrozceras por chorlos y playeros migratorios en el sur de América del Sur. Implicancias de conservación y manejo. *Wetlands International*. Buenos Aires, Argentina.
- Block, W.M., y L.A. Brennan. 1993. The habitat concept in ornithology: theory and applications. *Current Ornithology* 11:35-91.

- Block, W.M., L.A. Brennan y R. J. Gutiérrez. 1986. The use of guild and guild-indicator species for assessing habitat suitability. Pags. 109-113. En: Verner, J.M., L. Morrison, y C.J. Ralph, (eds). *Wildlife 2000: modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.
- Botto, F., G. Palomo, O. Iribarne, y M.M. Martínez. 2000. The effect of Southwestern atlantic burrowing crabs on habitat use and foraging activity of migratory shorebirds. *Estuaries* 23 (2): 208-215.
- Brennan, L.A., W.M. Block y R. J. Gutiérrez. 1986. The use of multivariate statistics for developing habitat suitability index models. Pags. 177-182. En Verner, J. M., L. Morrison, y C. J. Ralph, (eds). *Wildlife 2000: modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.
- Brooks, T., G.A. Da Fonseca y A.S. Rodrigues. 2004. Species, data and conservation planning. *Conservation Biology* 18 (6): 1682-1688.
- Brown, S., Hickey, C., Harrington, B. Harrington, y Gill, R. (editores). 2001. *The U.S. Shorebird Conservation Plan*. 2nd ed. Manomet Center for the Conservation Sciences, Manomet, MA.
- Bucher, E.H. y G. Herrera. 1981. Comunidades de aves acuáticas de la Laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina). *ECOSUR* 8(15):91-120.
- Bucher, E.H., G. Gavier y E.D. Curto. 2006. Síntesis geográfica. En: Bucher, E.H. (ed) *Bañados del Río Dulce y laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina)*. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba, Argentina. 15-27 pp.
- Bucher, E.H. (editor). 2006. *Bañados de Río Dulce y Laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina)*. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba, Argentina. 242 pp.
- Burger, J. y M. Howe. 1975. Notes on winter feeding behaviour and molt in Wilson's Phalaropes. *The Auk* 92: 442-451.
- Carter, G.M., E.D. Stolen y D.R. Breininger. 2006. A rapid approach to modeling species-habitat relationships. *Biological Conservation* 127: 237-244.
- Church, R.L., D.M. Stoms, F.W. Davis, y B.J. Okin, 1996. Planning management activities to protect biodiversity with GIS and an integrated optimization model, in *Proceedings of the Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling*. National Center for Geographic Information and Analysis, Santa Barbara, USA.
- Clark, J.D., J.E. Dunn y K.G. Smith. 1993. A multivariate model of female black bear habitat use for a geographic information system. *Journal of Wildlife Management* 57(3): 519-526.

- Cleveland, A. 1929. Life histories of North American Shorebirds: Woodcocks, Sandpipers, Godwits, Snipes, Phalaropes and Others. Dover Publications, Inc. New York, NY.
- Cohen, J.B., E.H. Wunker y J.D. Frasen. 2008. Substrate and vegetation selection by nesting Piping plovers. *The Wilson Journal of Ornithology* 120(2):404–407.
- Collingham YC, R.A. Wadsworth, B. Huntley, y P.E. Hulme. 2000 Predicting the spatial distribution of non-indigenous riparian weeds: issues of spatial scale and extent. *Journal of Applied Ecology* 37:13-27
- Davis, F.W., D.M. Stoms, A.D. Hollander, M.J. Bueno, R.L. Church, W.J. Okin y R.A. Gerrard. 1997. A spatial modeling and decision support system for conservation of biological diversity. Final Report to IBM Environmental Research Program. Institute for Computational Earth System Science and Department of Geography, University of California Santa Barbara, CA.
- Del Hoyo, J., A. Elliot y J. Sargatal. 1996. Handbook of the birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.
- De Graaf, R.M., N.G. Tilghman y S.H. Anderson. 1985. Foraging Guilds of North American Birds. *Environmental Management* 9(6): 493-536.
- Di Giacomo, A.S. (editor). 2005. Áreas importantes para la conservación de las aves en Argentina. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. *Temas de Naturaleza y Conservación* 5: 1-524. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires.
- Donovan, M.L., D.L. Rabe y C.E. Olson Jr. 1987. Use of geographic information Systems to develop habitat suitable models. *Wildlife Society Bulletin* 15(4): 574-579.
- Dunn, E.H., B.L. Altman, J. Bart, C.J. Beardmore, H. Berlanga, P.J. Blancher, G.S. Butcher, D.W. Demarest, R. Dettmers, W.C. Hunter, E.E. Iñigo-Elias, A.O. Panjabi, D.N. Pashley, C.J. Ralph, T.D. Rich, K.V. Rosenberg, C.M. Rustay, J.M. Ruth, y T.C. Will. 2005. High priority needs for range-wide monitoring of North American landbirds. *Partners in Flight Technical Series No. 2. Partners in Flight website: <http://www.partnersinflight.org/pubs/ts/02-MonitoringNeeds.pdf>*
- Durell, S.E.A. le V. dit, Goss-Custard, J.D., Clarke, R.T. 1997. Differential response of migratory subpopulations to winter habitat loss. *Journal of Applied Ecology* 34, 1155-1164.
- Drake, K.R., J.E. Thompson, K.L. Drake y C. Zonick. 2001. Movements, habitat use, and survival of non-breeding Piping Plovers. *The Condor* 103: 259-267.
- Eastman, J.R. 1997. Idrisis for Windows. User's guide. Program manual, Clark laboratories for Cartographic technology and geographic analysis. Worcester, MA., USA.

- Eisen, L., R.J. Eisen y R.S. Lane. 2006. Geographical Distribution Patterns and Habitat Suitability Models for Presence of Host-Seeking Ixodid Ticks in Dense Woodlands of Mendocino County, California. *Journal of Medical Entomology*. 43(2): 415-427.
- Elkie, P., R. Rempel, y A. Carr. 1999. Patch Analyst user's manual. Thunder Bay, Ontario, Canada Ontario Ministry of Natural Resources Northwest Science and Technology.
- ESRI, 2006. Workstation ARCGIS-ARC/INFO. Environmental Systems Research Inc., Redlands, CA, USA.
- Evans, P.R. 1981. Migration and dispersal of shorebirds as a survival strategy. Pp. 275-290. En: Jones, N.V. and W.J. Wolff, (eds.). *Feeding and survival strategies of estuarine organisms*, Plenum Press, New York, New York, USA.
- Farmer, A. y A. Parent. 1997 Effects of the landscape on shorebird movements at spring migration stopovers. *The Condor* 99:698-707.
- Ferrier, S., G. Powell, K. Richardson y G. Manion. 2004. Mapping More of Terrestrial Biodiversity for Global Conservation Assessment. *BioScience* 54(12): 1101-1019
- Forman, T. R. 1995. *Land Mosaics. The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press. UK. 632 Pp.
- Franklin, J. y D.W. Steadman. 1991 The potential for conservation of Polynesian birds through habitat mapping and species translocation. *Conservation Biology* 5: 506-519.
- García, A. 2006. Using ecological niche modelling to identify diversity hotspots for the herpetofauna of Pacific lowlands and adjacent interior valleys of Mexico. *Biological Conservation* 130: 25-46.
- Geneletti, D., 2003. Biodiversity Impact Assessment of roads: an approach based on ecosystem rarity. *Environmental Impact Assessment Review*, 23 (3): 343-365.
- Goss-Custard, J.D., R.T. Clarke, S.E.A. Durell, V. Ledit, R.W.G. Caldow, y B.J. Ens. 1995. Population consequences of winter habitat loss in a migratory shorebird. II. Model predictions. *Journal of Applied Ecology* 32, 337-351.
- Guisan, A. y N.E. Zimmermann. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135: 147-186.
- Hall, L.S., P.R. Krausman y M.L. Morrison 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25:171-182.
- Hammer, T.E., D.E. Varland, T.L. McDonald y D. Meekins. 2008. Predictive Model of Habitat Suitability for the Marbled Murrelet in Western Washington. *Journal of Wildlife Management* 72(4):983-993.
- Hardy, T.B., C.G. Prewitt, y K.A. Voos. 1982. Application of a physical habitat usability model to the fish community in a small spring-fed desert stream. Pags. 391-397.

- En: Lauenroth, W.K., G.V. Skogerboe, and M. Flug (eds). Analysis of ecological systems: state of the art in ecological modeling. Elsevier.
- Helmets, D.L. 1992. Shorebird: Management Manual. Western Hemisphere Shorebird Reserve Network, Manomet, MA.
- Howe, M.A., Geissler, y P.H., Harrington, B.A. 1989. Population trends of North American shorebirds based on the International Shorebird Survey. *Biological Conservation* 49, 185-199.
- Issach, J.P. y M.M. Martinez. 2003. Habitat use by non-breeding shorebirds in flooding pampas grasslands of Argentina. *Waterbirds* 26(4): 494-500.
- Jewell, K.J., P. Arcese, y S.E. Gergel. 2007. Robust predictions of species distribution: Spatial habitat models for a brood parasite. *Biological Conservation* 140: 259–272.
- Johnson, M.D. 2007. Measuring habitat quality: a review. *The Condor* 109:489–504.
- Lai, Y., W. Mills y Ch.Ch. Cheng. 2000. Implementation of A Geographic Information System (GIS) to Determine Wildlife Habitat Quality Using Habitat Suitability Index. ACRS 2000 GIS & Data Integration GIS development.net.
- Lancia, R.A., D.A. Adams y E. M. Lunk. 1986. Temporal and spatial aspects of species-habitat models. Pags. 65-69. En: Verner, J.M., L. Morrison, y C.J. Ralph, (eds). *Wildlife 2000: modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.
- Larson, M.A., W.D. Dijak, F.R. Thompson y J.J. Milspaugh. 2003. Landscape level habitat suitability models for twelve wildlife species in southern Missouri. USDA, North Central Research Station. Gen. Tech. Report NC-233.
- Latka, D.C. y J.W. Yahnke. 1986. Simulating the roosting habitat of sandhill cranes and validating suitability of use indices. Pags. 19-22. En: Verner, J.M., L. Morrison, y C.J. Ralph, (eds). 1986. *Wildlife 2000: modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.
- Lauver, Ch.L., W.H. Busby y J.L. Whistler. 2002. Testing a GIS Model of Habitat Suitability for a Declining Grassland Bird. *Environmental Management* 30 (1): 88–97.
- Ledee, O.E. 2005. Winter distribution of piping plovers on the U.S. Gulf of Mexico: an analysis of habitat characteristics at major wintering sites. Master thesis. University of Minnesota 56 pp.
- Leica Geosystems Geospatial Imaging. 2006. Erdas Imagine Tour Guides. Peachtree Corners Circle, Suite 100, Norcross, GA, 30092, USA.
- Lehmann, A., J.M. Overton y M.P. Austin. 2002. Regression models for spatial prediction: their role for biodiversity and conservation. *Biodiversity and Conservation*, 11 (12):2085-2092.

- Löfvenhaft, K., C. Bjorn y M. Ihse. 2002. Biotope patterns in urban areas: a conceptual model integrating biodiversity issues in spatial planning. *Landscape and Urban Planning*, 58 (2/4), 223-240.
- Long, L.L. y J.C. Ralph. 2001. Dynamics of habitat use by shorebirds in estuarine and agricultural habitats in Northwestern California. *Wilson Bulletin* 113(1): 41-52.
- López-Lanús, B. y D.E. Blanco (eds.). 2005. El Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2004. Global Series No. 17. Wetlands International. Buenos Aires, Argentina.
- Marcot, B.G. 2006. Habitat modelling for biodiversity conservation. *Northwestern naturalist* 87:56–65.
- Marzluff, J.M. 1986. Assumptions and design of regression experiments: the importance of lack-of-fit testing. Pags. 165-170. En: Verner, J., M.L. Morrison, y C.J. Ralph, (eds). *Wildlife 2000: modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.
- Maser, C., B.R. Mate, J.F. Franklin, y C.T. Dyrness. 1981. Natural history of Oregon coast mammals. *Pac. Northwest For. And Range Exp. Sta., USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep., PNW-133*. 496pp.
- Menguí, M. 2006. Vegetación. En: Bucher, E.H. (ed). *Bañados del Río Dulce y laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina)*. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba, Argentina. 173-189 pp.
- Mittermeier, R.A., N. Myers, J.B. Thomsen, Da Fonseca y S. Olivieri. 1998. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: Approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology* 12: 516-520.
- Morrison, L.M., B.G. Marcot y R.W. Mannan. 1998. *Wildlife Habitat Relationships, Concepts y Aplicaciones*. 2da Ed. University of Wisconsin System Press. Wisconsin, United States.
- Morrison, R.I.G., R.E. Jr. Gill, B.A. Harrington, S. Skagen, G.W. Page, C.L. Gratto-Trevor, y S.M. Haig. 2001. Estimates of shorebird populations in North America. *Ocasional Paper 104*. Canadian Wildlife Service, Ottawa, Ontario. 64pp.
- Morrison, R.I.G., C. Downes, y B. Collins. 1994. Population trends of shorebirds on fall migration in eastern Canada 1974-1991. *Wilson Bulletin* 106, 431-447.
- Mörtberg, U., 2004. Landscape ecological analysis and assessment in an urbanising environment: forest birds as biodiversity indicators. Royal Institute of Technology, Stockholm. Dissertation Royal Institute of Technology.
- Mosher, J.A., K. Titus y M.R. Fuller. 1986. Developing a practical model to predict nesting habitat of woodlands hawks. Pags. 31-36. En: Verner, J.M., L. Morrison, y C.J. Ralph, (eds). *Wildlife 2000: modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.

- Myers, N., R.A. Mittermeier, C. G., Da Fonseca, y J. Kent. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Narosky, T. y D. Yzurieta. 2003. Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay. Edición de Oro. Vázquez Mazzini Eds., Buenos Aires, 346 páginas.
- Niemuth, N.D., E.E. Michael, E.R. Reynolds, CH.R. Loesch y W.A. Meeks. 2006. Use of wetlands by spring-migrant shorebirds in agricultural landscapes of north Dakota's drift prairie. *Wetlands* 26 (1):30-39.
- Niemuth N.D., M.E. Estey y Ch.R. Loesch. 2005. Developing Spatially Explicit Habitat Models for Grassland Bird Conservation Planning in the Prairie Pothole Region of North Dakota. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191.
- Niemuth N.D. 2003. Identifying landscapes for greater prairie chicken translocation using habitat models and GIS: a case study. *Wildlife Society Bulletin* 31 (1):145-155
- Noon, B.R. 1986. Summary: Biometrics approaches to modelling-The researchers viewpoint. Pags. 197-201. En: Verner, J., M.L. Morrison, y C.J. Ralph, (eds). *Wildlife 2000: modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.
- Nores, M. y D. A. Serra. 2005. Argentina: Informe anual 2000-2004. En: López-Lanús B. y D. E. Blanco (eds.) *Censo Neotropical de aves acuáticas 2004*. Wetlands International, Buenos Aires.
- Nores, M y D. Yzurieta. 1980. Aves de ambientes acuáticos de Córdoba y centro de Argentina. Secretaria de Estado de Agricultura y Ganadería. Córdoba, Argentina.
- Olson, D. M. y E. Dinerstein. 1998. The Global 200: a representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. *Conservation Biology* 12(3): 502-515.
- Olson, D.M., E.Dinerstein, E.D. Wikramanayake, N.D. Burgess, G.V.N. Powell, E.C. Underwood, J.A. D'amico, I.I. Itoua, H.E. Estrand, J.C. Morrison, C.J. Loucks, T.F. Allnutt, T.H. Ricketts, Y. Kura, J.F. Lamoreux, W.W. Wettengel, P. Hedao y K.R. Kassem. 2001. *Terrestrial Ecoregions of the World: A new map of life on Earth*. *BioScience* 51(11): 933-938
- Pearce, J. y S. Ferrier. 2001. The practical value of modelling relative abundance of species for regional conservation planning: a case study. *Biological Conservation* 98 33-43.
- Peck, S.L., 2000. A Tutorial for Understanding Modeling Papers for the Nonmodeler. *American Entomologist* 46(1): 40-49
- Piersma, T. 1996. Family Scolopacidae (Sandpipers, Snipes and Phalaropes). En Del Hoyo, J. et al. *Handbook of birds of the World: Hoatzin to Auks*. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.

- Pike, Ch.R. 2005. Assessing suitability for conservation action: prioritizing interpond linkages for the California tiger salamander. *Conservation Biology* 19 (2): 492-503.
- Ralph, C.J., G.R. Geupel, P. Pyle, T.E. Martin, D. F. DeSante, y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.
- Ralph, C.J., S. Droege, y J.R. Sauer. 1995. Managing and monitoring birds using point counts: Standards and applications, en Ralph, C. John; Sauer, John R.; Droege, Sam, (eds). *Monitoring landbirds with point counts*. Gen. Tech. Rep. PSW.GTR- 149 Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Rappole, J.H., E.S. Morton, T.E. Lovejoy y J.R. Ruos. 1993. *Aves Migratorias Neárticas en los Neotrópicos*. USA: Conservation and Research Center, National Zoological Park, Smithsonian Institution.
- Remsen, J.V., Jr., C.D. Cadena, A. Jaramillo, M. Nores, J.F. Pacheco, M.B. Robbins, T.S. Schulenberg, F.G. Stiles, D.F. Stotz, y K.J. Zimmer. 2006. A classification of bird species of south America. American Ornithologists Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>.
- Rickers, J.R., L.P. Queen y G.J. Arthaud. 1995. A proximity based approach to assessing habitat. *Landscape Ecology* 10(5): 309-321.
- Ridgely, R.S., T.F. Allnutt, T. Brooks, D.K. McNicol, D.W. Mehlman, B.E. Young, y J.R. Zook. 2007. *Digital Distribution Maps of the Birds of the Western Hemisphere*, version 3.0. NatureServe, Arlington, Virginia, USA.
- Ripple, W.J., G.A. Bradshaw y T.A. Spies. 1991. Measuring Forest Landscape Patterns in the Cascade Range of Oregon, USA. *Biological Conservation* 57: 73-88
- Ritters, K.H., R.V. O'Neill y K.B. Jones. 1997. Assessing habitat suitability at multiple scales a landscape level approach. *Biological Conservation* 81: 191-202.
- Roberts, T. 1987. Construction of guilds for habitat assessment. *Environmental Management* 11(4): 473-477.
- Robinson, S.K., E.R. Thompson, T.M. Donovan, D.R. Whitehead y J. Faaborg. 1995. Regional forest fragmentation and the success of migratory birds. *Science* 267(52): 1987-1990.
- Root, R.B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs* 37:317-350.
- Rotenberry, J.T. 1986. Habitat relationships of shrubsteppe birds: even good models cannot predict the future. Pags. 217-221. En: Verner, J.M., L. Morrison, and C.J. Ralph, (eds). *Wildlife 2000: modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.

- Rumble, M.A. y S.H. Anderson. 1998. A test of the habitat suitable model for merriam's wild Turkeys. Proc. Natl. Wild Turkey Symp. 7: 165-173.
- Salwasser, H., C.K. Hamilton, W.B. Krohn, J. F. Lipscomb y C. H. Thomas. 1983. Monitoring wildlife and fish: mandates and their applications. Transactions of the American Wildlife and Natural Resources Conference 48: 297-307.
- Santos, X., J.C. Britoc, N. Silleroc, J.M. Pleguezuelosa, G.A. Llorenteb, S. Fahdd y X. Parelladae. 2006. Inferring habitat-suitability areas with ecological modelling techniques and GIS: A contribution to assess the conservation status of *Vipera latastei*. Biological Conservation 130: 416-425.
- Schamberger, M.L., A.H. Farmer, y J.W. Terrell. 1982. Habitat suitability index model: introduction. USDI Fish and Wildlife. Service. FWS/OBS-82/10. 2pp.
- Schamberger, M.L., y L.J. O'Neil. 1986. Concepts and constraints of habitat model testing. Pags. 5-10. En: Verner, J.M., L. Morrison, y C.J. Ralph, (eds); Wildlife 2000: modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.
- Schulte, L.A., A.M. Pidgeon y D.J. Mladenoff. 2005. One Hundred Fifty Years of Change in Forest Breeding Habitat: Estimates of Species Distributions. Conservation Biology 1944-1956.
- Short, H.L. y S.C. Williamson. 1986. Evaluating the structure of habitat for wildlife. Pags. 97-104. En: Verner, J.M., L. Morrison, y C.J. Ralph, (eds). Wildlife 2000: modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.
- Severinghaus, W.D. 1981. Guild Theory as a mechanism for assessing environmental impact. Environmental Management 5: 187-190.
- Skagen, S.K. y F.L. Knopf. 1994. Migrating shorebirds and habitat dynamics at a prairie wetland complex. Wilson Bulletin 106: 91-105.
- Spies, T. A., W. J. Ripple y G. A. Bradshaw. 1994. Dynamics and pattern in a managed coniferous forest landscape in oregon. Ecological applications 4(3): 555-568.
- Statterfield, A.J., M.J. Crosby, A.J. Long, y D.C. Wece. 1998. Endemic Bird Areas of the World: Priorities for Biodiversity Conservation. Cambridge, Reino Unido: BirdLife International. BirdLife Conservation Series No. 7.
- Stauffer, D.F. y L.B. Best. 1986. Effects of habitat type and sample size on habitat suitability index models. Pags. 71-78. En: Verner, J.M., L. Morrison, y C.J. Ralph, (eds). Wildlife 2000: modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.
- Syartinilia, S.T. 2008. GIS-based modeling of Javan Hawk-Eagle distribution using logistic and autologistic regression models. Biological Conservation 141: 756-769.

- Torres, R. y P. Michelutti. 2005. Reserva de Uso Múltiple Bañados del Río Dulce y Laguna Mar Chiquita. Pags. 134-137. En: Di Giacomo, A.S. (ed), Áreas importantes para la Conservación de las aves en Argentina. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad: Temas de Naturaleza y Conservación 5. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires.
- Tress, B. y Tress, G., 2002. Disciplinary and meta-disciplinary approaches in landscape ecology. Pags. 25-37. En: Bastian, O. and Steinhardt, U. (eds). Development and perspectives of landscape ecology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2005. Neotropical Migratory Birds Conservation Act. North American Migratory Birds List. Available on: <http://www.fws.gov/birdhabitat/Grants/NMBCA/BirdList.shtm>
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2002. Birds of conservation concern 2002. Division of Migratory Bird Management, Arlington, Virginia. 99 pp. Available on: <http://migratorybirds.fws.gov/reports/bcc2002.pdf>
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2000. US Shorebird Conservation Plan: Lower Mississippi/Western Gulf Coast Shorebird Planning Region. Gulf Coastal Prairie Working Group Mississippi Alluvial Valley/West Gulf Coastal Plain Work Groups. USFWS.US.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1981. Standards for the Development of Habitat Suitable Index Models. Division of Ecological Services, U.S. Fish and Wildlife Service. Department of the Interior, Washington, D.C. ESM 103.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1980a. Habitat evaluation procedures (HEP). Division of Ecological Services, USFWS, Department of the Interior, Washington, D.C. ESM 102.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1980b. Selected vertebrate endangered species of the seacoast of the United States. USFWS, Department of the Interior. FWS/OBS-80/01.
- U.S. Shorebird Conservation Plan. 2004. High Priority Shorebirds—2004. Unpublished Report, U.S. Fish and Wildlife Service. 4401 N. Fairfax Dr., MBSP 4107, Arlington, VA, 22203 U.S.A. 5pp.
- Van Gils, J. y P. Wiersma. 1996. Species Accounts. Family Scolopacidae (Sandpipers, Snipes and Phalaropes). En: Del Hoyo, J. et al. Handbook of birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.
- Van Horne, B. 1983. Density as a misleading indicator of habitat quality. Journal of Wildlife Management 47:893–901.

- Van Manen, G.C. y M.R. Pelton. 1993. Data based modeling of Black bear habitat using GIS. Pags. 323-329. En: Thompson, I.D. (ed). Proceeding 21 congress IUGB, Halifax, N.C.
- Verner, J. M., L. Morrison, y C. J. Ralph, (editors). 1986. Wildlife 2000: modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.
- Verner, J. M. 1984. The guild concept applied to management of bird populations. Environmental Management. 8: 1-14.
- Weber, M.J., J.R. Vohs, y L.D. Flake. 1982. Use the prairie wetlands by selected bird species in South Dakota. Wilson Bulletin 94(4): 550-554.
- Wetlands International. 2006. *Waterbird Population Estimates – Fourth Edition*. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands
- Wetlands International. 1999. Report on the Conservation Status of Migratory Waterbirds in the Agreement Area. Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, The Netherlands.
- Williams, T.C., y Williams, J.M. 1990. The orientation of transoceanic migrants. Pags. 7-21. En: Gwinner, E. (ed) Bird migration: physiology and ecophysiology. Springer-Verlag, Berlin.
- World Wildlife Fund. 2006. WildFinder: Online database of species distributions. <http://www.worldwildlife.org/WildFinder>

Anexo I.

Modelos de Índice de Aptitud de Hábitat Géneros Calidris, Tringa y Phalaropus



Programa de Maestría en Manejo de Vida Silvestre

Centro de Zoología Aplicada, UNC

Córdoba, Argentina

MODELOS DE ÍNDICE DE APTITUD DE HÁBITAT PARA LOS GREMIOS

**Espigador/Rastreador
Espigador de áreas Acuáticas y
Espigador de áreas Acuáticas y Pelágicas**

Por

Jesús Nazareno Pinto Ledezma
Maestría de Manejo de Vida Silvestre
Centro de Zoología Aplicada
Universidad Nacional de Córdoba
Rondeau 798
Córdoba, Argentina

GREMIO ESPIGADOR/RASTREADOR (GENERO CALIDRIS) HÁBITAT DE INVERNADA HABITAT SUITABILITY INDEX MODEL VERSIÓN 1.1

Jesús Pinto, Programa de Maestría en Manejo de vida Silvestre, Centro de Zoología Aplicada, C.P. 122-5000.

1. INTRODUCCIÓN

Los modelos de aptitud de hábitat (HSI siglas en ingles), predicen el hábitat adecuado de las especies basadas en el análisis de los atributos de hábitat, como ser: estructura y tipo de hábitat y disposición espacial entre las características o rasgos del hábitat (USFWS 1981 y Schamberger, Farmer y Terrell 1982). Este modelo de HSI, para el gremio espigador/rastreador de agua y de tierra (gleaner/prober en ingles) de áreas no inundadas o levemente inundadas hasta 7.5 cm de profundidad (género *Calidris*, Familia Scolopacidae), aplica a los habitats de la Reserva de Uso Múltiple Bañados de Río Dulce y Laguna Mar Chiquita, en la Provincia de Córdoba, Argentina. Con esto se intenta predecir el hábitat adecuado a nivel de paisaje para el presente gremio.

Este modelo se desarrollo haciendo una revisión de literatura, con el propósito de ayudar a la identificación de áreas de protección especial para aves playeras migrantes neárticas-neotropicales.

2. DISTRIBUCIÓN

En la época no reproductiva se los pueden encontrar en los países de Sudamérica como, Argentina, Bolivia, Brasil. Para más detalles ver mapas de distribución en apéndice I.

3. ALIMENTACIÓN Y FORRAJE

Generalmente se alimentan de invertebrados, que incluyen adultos y larvas de insectos, gasterópodos, escarabajos, también se alimentan de arañas, pequeños moluscos, crustáceos, sanguijuelas, gusanos poliquetos y gusanos de tierra.

El tipo de forrajeo que presentan es de tipo espigador y rastreador (gleaner/prober). El tipo espigador lo realizan en bancos de arena o en playas arenosas y el tipo rastreador lo hacen en áreas de sustrato húmedo o áreas inundadas hasta 7.5 cm de profundidad, donde buscan sus presas (Bucher y Herrera 1981, Helmers 1992, Van Gils y Wiersma 1996 y USFWS 2000).

En algunas situaciones pueden defender sus áreas de forrajeo, cuando están reunidos en bandadas de 20 y 40 individuos (Piersma 1996).

4. COBERTURA

En las áreas de invernada se los puede encontrar en playas, bancos de arena, campos abiertos y pantanos de agua dulce, también se pueden encontrar en marismas, pantanos de agua salada, campos inundados, estanques, lagos y lagunas permanentes o no permanentes (Van Gils y Wiersma 1996).

Otras áreas importantes donde se pueden encontrar estas aves son, humedales interiores o costeros, praderas inundadas, zanjas, campos irrigados para cultivo (e.g. arrozales, campos de soja y sorgo), dunas. Ocasionalmente se los puede encontrar en estuarios y humedales interiores que presentan vegetación corta (Cleveland 1929, Nores e Izurieta 1980, Van Gils y Wiersma 1996, USFWS 2000 y Banner y Schaller 2001).

5. MODELO DE HSI

5.1. Aplicabilidad del modelo.

Gremio: Espigador/rastreador de ambientes no inundados a medianamente inundados hasta 7.5 cm de profundidad. Género *Calidris*, familia Scolopacidae. Son todos los individuos que buscan su alimento en el sustrato (rastreadores/probers) y además recogen su comida de la superficie (espigadores/gleaners).

Hábitat a evaluar: Áreas y coberturas de invernada.

Área Geográfica: Este modelo es aplicado para la Reserva Mar Chiquita.

Aplicación Estacional: Este modelo produce valores de HSI para las áreas de invernada del presente Gremio.

Tipos de Cobertura: Este modelo aplica a todas las áreas con bancos de lodo, playas arenosas, estuarios con profundidad entre 0 y 10 cm., pantanos de agua dulce, bordes de lagos y estanques y áreas de pastos cortos y praderas anegadas o inundadas con no mas de 10 cm. de profundidad.

Además este modelo debe ser aplicado a otras áreas donde se tenga similares características a esta región.

Área mínima requerida: Debido a ser un área de invernada y por la necesidad que los playeros migratorios tienen para buscar su alimento, como también por la movilidad que tienen los mismos, no hay un área mínima requerida.

Capacidad de carga: No existen datos a nivel local para este criterio.

Nivel de Verificación y aplicación del modelo: Este modelo será evaluado a nivel local, el en cual se buscará un nivel de verificación 4. El mismo es diseñado para analizar el hábitat adecuado de grandes humedales usando generalidades entre la relaciones especies-hábitat.

5.2. Descripción del Modelo.

El modelo de HSI para el gremio espigador/rastreador (gleaner/prober), asume los requisitos de hábitat para cobertura (forrajeo). El modelo determina un índice valuado sobre la disponibilidad de hábitat adecuado para forrajeo en el sitio, basados en elementos estructurales del área de estudio.

5.2.1. Variables de hábitat y componentes del HSI.

Para la elaboración del modelo se seleccionaron tres variables. Las tres variables se seleccionaron de acuerdo a los requisitos que tienen las especies de este gremio para buscar sus alimentos/forrajeo, (Tabla 1 y 2).

La primera variable (V1) es el tipo de cobertura adecuado donde los playeros del presente gremio normalmente usan para forrajear.

La segunda variable (V2) es la profundidad de agua en la que normalmente este gremio busca su alimento. La tercera variable (V3) es la altura de la vegetación donde pueden buscar su alimento.

Tabla 1. Relación entre las variables de hábitat y el requisito de vida para el gremio espigador/rastreador de áreas no inundadas a medianamente inundadas, hábitat de invernada modelos de HSI.

Componente HSI	Requisitos de Vida	Variable	Definición de la Variable
V1	Cobertura y forrajeo	Tipo de Cobertura	Áreas donde comúnmente se los encuentra forrajeando o buscando alimento (e.g. Estuarios, bancos de lodo y playas arenosas, costas expuestas poco profundas de lagos y estanques).
V2	Cobertura y forrajeo	Profundidad de agua (cm)	Profundidad de agua en cm., entre 0 - 7.5 cm. profundidad adecuada.
V3	Cobertura y forrajeo	Altura de la vegetación (cm)	La altura de la vegetación en cm. Corresponde a la altura de los pastos donde los playeros normalmente pueden buscar su alimento.

5.2.2 Componentes gráficos del modelo de HSI.

1. V1 = Las áreas de estuarios con marea, vegetación emergente y bordes con rocas califican con un valor de HSI de 0.5, aquellas áreas que presenten bancos de lodo y playas arenosas son las que califican con un valor de HSI de 1 (Fig. 1 y tabla 2).
2. V2 = Las áreas donde se presenten profundidades hasta 10 cm., califican con un valor de 0.5, aquellas áreas que presenten profundidades menores califican con un

valor de HSI de 1, porque son a estas profundidades donde las especies de este gremio pueden encontrar mejor sus alimentos. Las áreas por arriba de 10 cm. califican con un valor de 0 (Fig. 1 y tabla 2).

3. V3 = Aunque las especies de este gremio prefieren buscar su alimento en áreas sin vegetación (i.e. HSI 1), es posible encontrarlas forrajeando en áreas que presenten vegetación corta, es decir pastizales o praderas que no presenten una altura entre los 7 y 10 cm., de altura. Estas áreas califican con un HSI de 0.5, aquellas áreas que presenten una mayor altura en sus pastizales, califican con un valor de 0 (Fig. 1 y tabla 2).

Tabla 2. Valores de HSI para cada variable, se muestra la asignación de los valores de HSI por cada variable analizada.

Valor de HSI	Variable
Tipo de Cobertura	
0.5	Estuarios, lagos y estanques con costas rocosas
0.5	Estuarios, lagos y estanques con vegetación emergente
1	Estuarios, lagos y estanques con bancos de lodo
1	Playas arenosas de lagos y estanques
Profundidad de agua (cm)	
0	15
0	12.5
0.5	10
1	7.5
1	5
1	2.5
1	0
Altura de la vegetación (cm)	
0	15
0	10
0.5	7.5
1	5
1	0

5.3. Ecuación.

Las tres variables son consideradas importantes y no compensatorias, es decir que las medias de los valores bajos de una variable no puede ser compensado por los valores altos de las otras variables, para la determinación de calidad de hábitat para invernada del presente gremio.

$$HSI = (V1 \times V2 \times V3)/3$$

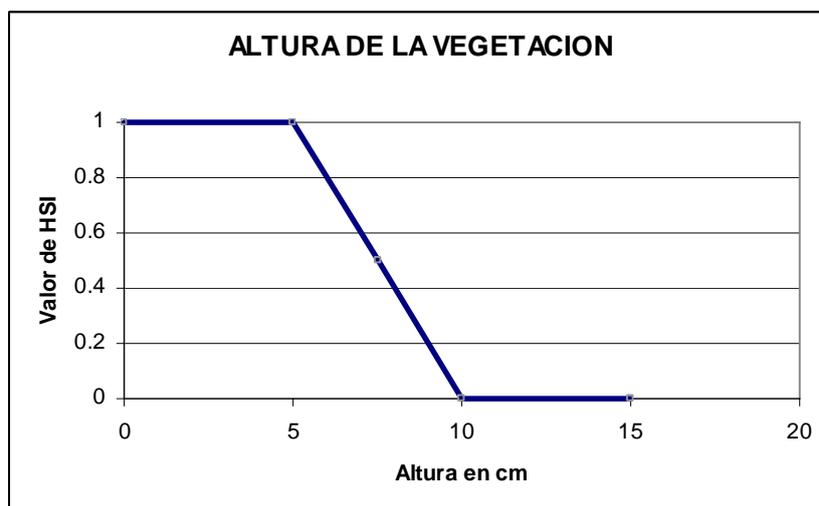
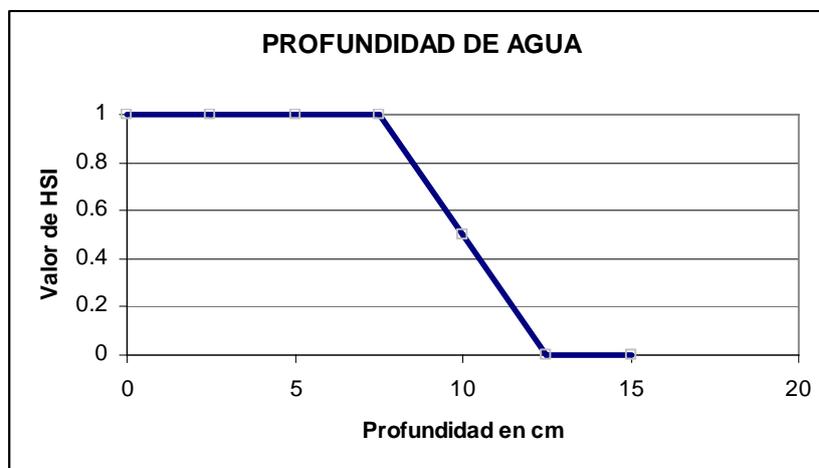
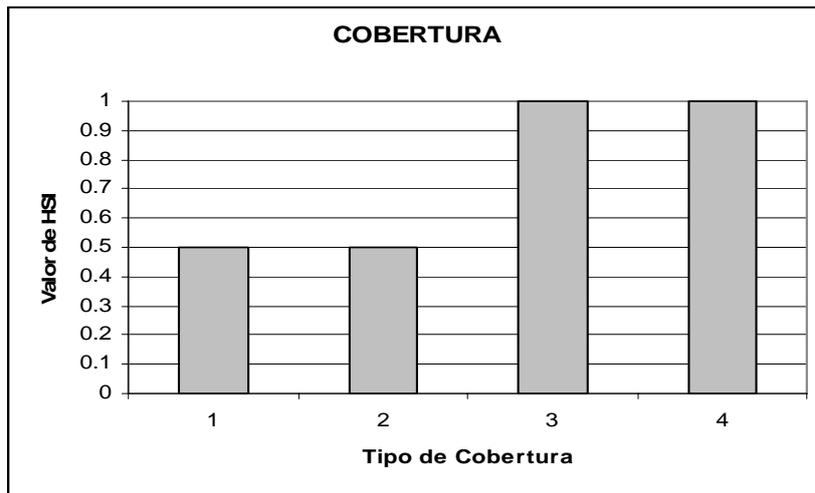


Figura 1. Relaciones gráficas entre las variables y los valores de HSI, en el modelo para el gremio espigador/rastreador de áreas no inundadas a medianamente inundadas, valores utilizados para los gráficos se pueden ver en la tabla 2.

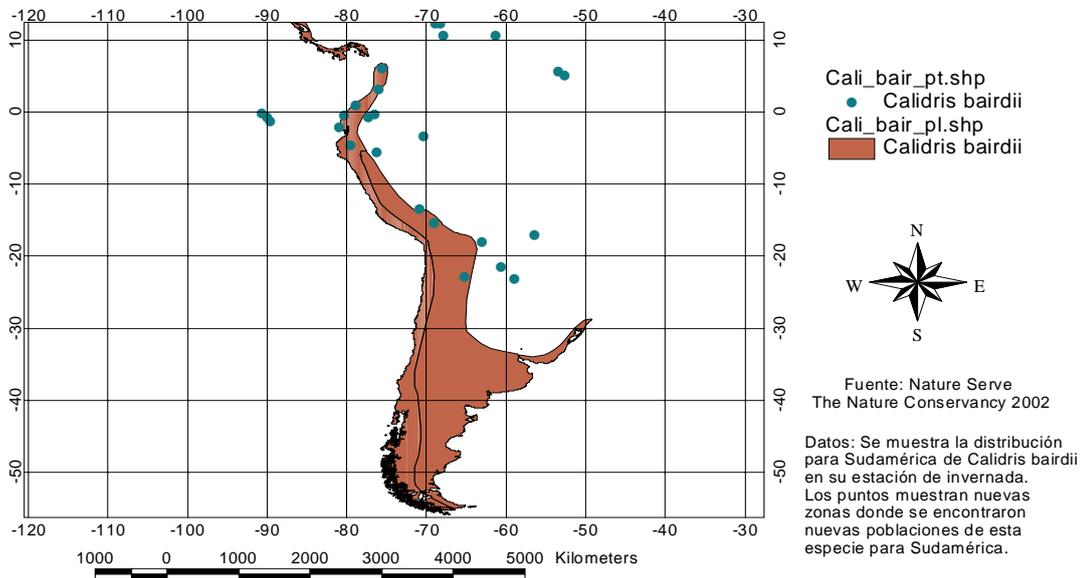
6. BIBLIOGRAFÍA

- Banner, A. y S. Schaller. 2001. Gulf of Maine Watershed Habitat Analysis, Gulf of Maine Program, Falmouth, ME. USFWS, U.S.
- Bucher, E.H. y G. Herrera. 1981. Comunidades de aves acuáticas de la laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina). *ECOSUR* 8(15): 91-120.
- Cleveland, A. 1929. Life histories of North American Shorebirds: Woodcocks, Sandpipers, Godwits, Snipes, Phalaropes and Others. Dover Publications, Inc. New York, NY.
- Del Hoyo, J., A. Elliot y J. Sargatal. 1996. Handbook of the birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.
- Helmers, D.L. 1992. Shorebird: Management Manual. Western Hemisphere Shorebird Reserve Network, Manomet, MA.
- Nores, M y D. Yzurieta. 1980. Aves de ambientes acuáticos de Córdoba y centro de Argentina. Secretaria de Estado de Agricultura y Ganadería. Córdoba, Argentina.
- Piersma, T. 1996. Family Scolopacidae (Sandpipers, Snipes and Phalaropes). En Del Hoyo, J. et al. Handbook of birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.
- Schamberger, M., A.H. Farmer, y J.W. Terrell. 1982. Habitat suitability index model: introduction. USDI Fish and Wildlife. Service. FWS/OBS-82/10. 2pp.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1981. Standards for the Development of Habitat Suitable Index Models. Division of Ecologica Services U.S. Fish and Wildlife Service. Departmet of the Interior, Washington, D.C.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2000. US Shorebird Conservation Plan: Lower Mississippi/Western Gulf Coast Shorebird Planning Region. Gulf Coastal Prairie Working Group Mssissippi Alluvial Valley/West Gulf Coastal Plain Work Groups. USFWS.US.
- Van Gils, J. y P. Wiersma. 1996. Species Accounts. Family Scolopacidae (Sandpipers, Snipes and Phalaropes). En Del Hoyo, J. et al. Handbook of birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.

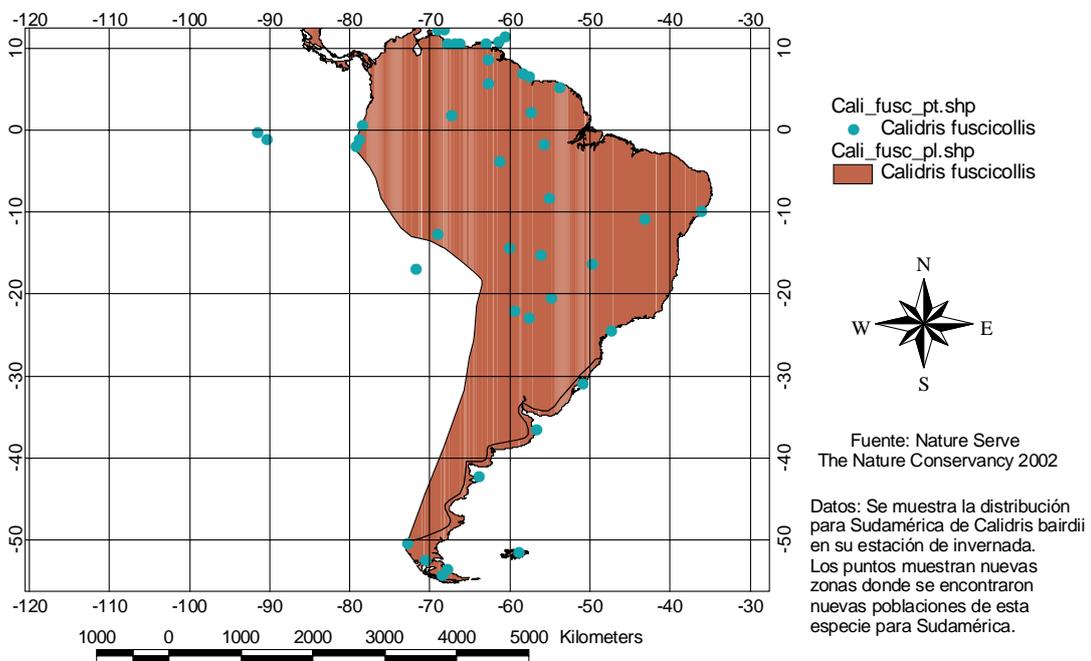
APÉNDICE I

Mapas de distribución de las especies seleccionadas para el gremio espigador/rastreador de áreas no inundadas a medianamente inundadas.

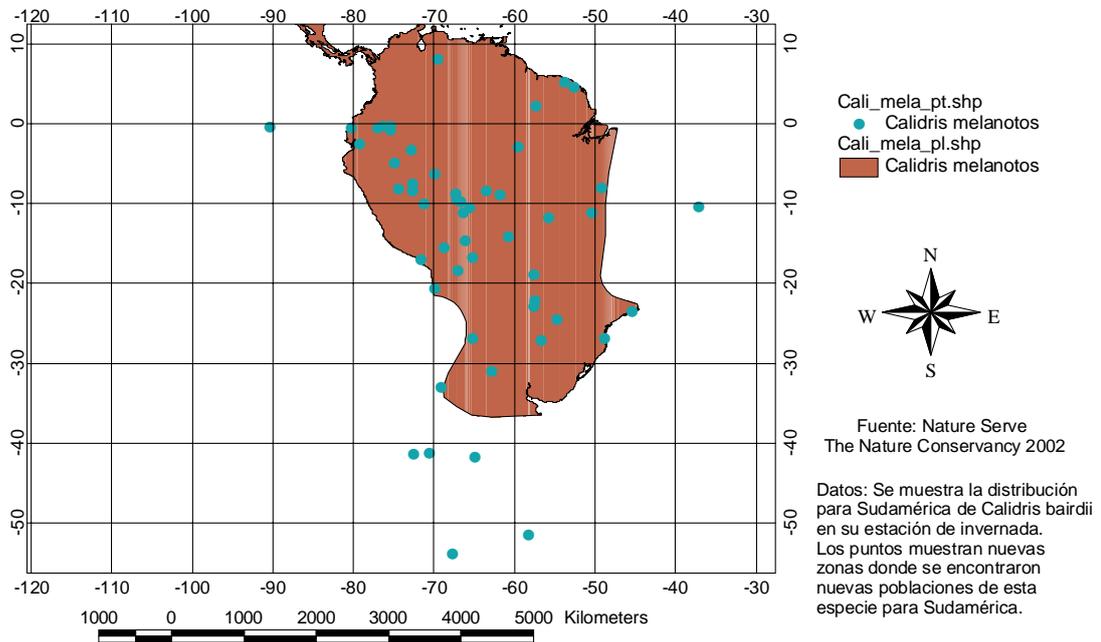
Mapa de Distribución de *Calidris bairdii*
(Gremio Espigador/Rastreador)



Mapa de Distribución de *Calidris fuscicollis*
(Gremio Espigador/Rastreador)



Mapa de Distribución de Calidris melanotos (Gremio Espigador/Rastreador)



GREMIO ESPIGADOR ACUÁTICO (GENERO TRINGA) HÁBITAT DE INVERNADA HABITAT SUITABILITY INDEX MODEL VERSIÓN 1.1

Jesús Pinto, Programa de Maestría en Manejo de vida Silvestre, Centro de Zoología Aplicada, C.P. 122-5000.

1. INTRODUCCIÓN

Los modelos de aptitud de hábitat (HSI siglas en ingles), predicen el hábitat adecuado de las especies basadas en el análisis de los atributos de hábitat, como ser: estructura del hábitat, tipo de hábitat y disposición espacial entre las características o rasgos del hábitat (USFWS 1981 y Schamberger, Farmer y Terrell 1982).

Este modelo de HSI, para el gremio espigador de áreas acuáticas (Aqua gleaner en ingles) de áreas no inundadas o levemente inundadas hasta 12,5 cm de profundidad (género *Tringa*, Familia Scolopacidae), aplica a los hábitats de la Reserva de Uso Múltiple Bañados de Río Dulce y Laguna Mar Chiquita, en la Provincia de Córdoba, Argentina. Con esto se intenta predecir el hábitat adecuado a nivel de paisaje para el presente gremio. Este modelo se desarrollo haciendo una revisión de la literatura, con el propósito de ayudar a la identificación de áreas de protección especial para aves playeras migrantes neárticas-neotropicales.

2. DISTRIBUCIÓN

En la época no reproductiva se los pueden encontrar en los países de Sudamérica como, Argentina, Bolivia, Brasil. Para más detalles ver mapas de distribución en apéndice I.

3. ALIMENTACIÓN Y FORRAJE

En la época no reproductiva, su dieta incluye una gran variedad de insectos acuáticos como terrestres, incluyendo larvas de dípteros y escarabajos, también se alimentan de gusanos, gasterópodos, pequeños crustáceos y peces. A menudo se los puede observar caminando junto a otros individuos del mismo género como *Tringa melanoleuca*. (Van Gils y Wiersma 1996)

El tipo de forrajeo que presenta este gremio es de tipo espigador de áreas acuáticas (aqua gleaner), aunque se lo puede ver forrajeando en áreas no inundadas (Helmerts 1992, Van Gils y Wiersma 1996 y Long y Ralph 2001)

Este gremio forrajea en áreas de sustrato húmedo o áreas inundadas hasta 12,5 cm de profundidad, donde buscan sus presas (Bucher y Herrera 1981, Helmerts 1992, Van Gils y Wiersma 1996 y USFWS 2000).

En algunas situaciones pueden defender sus áreas de forrajeo, cuando están reunidos en bandadas de 20 y 40 individuos (Cleveland 1927 y Van Gils y Wiersma 1996).

4. COBERTURA

Fuera de la época de cría, se los encuentra en una gran variedad de ambientes, como ser humedales interiores y costeros, además de humedales de pradera, usualmente con vegetación emergente, incluyendo campos inundados y pastizales, áreas de manglares, causes de aguas negras, praderas levemente inundadas, embalses hechos por el hombre, pantanos, lagunas, marismas, y pantanos de agua salada. En sus áreas de invernada se los puede ver en grandes grupos sobre mareas bajas, y en lagunas (Cleveland 1927, Nores e Izurieta 1980, Weber et al. 1982, Van Gils y Wiersma 1996 y Long y Ralph 2001).

La presencia de vegetación corta y la presencia o ausencia de agua permanente son las características más importantes que influyen en la presencia de esta especie en sus áreas de invernada (Long y Ralph 2001 y Isacch y Martínez 2003), demostrando de esa manera que el incremento de la complejidad del paisaje permite a las aves playeras explotar parches de mayor calidad (Farmer y Parent 1998).

5. MODELO DE HSI

5.1. Aplicabilidad del modelo.

Gremio: Espigador de ambientes inundados a medianamente inundados hasta 12.5 cm de profundidad. Género Tringa, familia Scolopacidae.

Hábitat a evaluar: Áreas y coberturas de invernada.

Área Geográfica: Este modelo es aplicado para la Reserva Mar Chiquita.

Aplicación Estacional: Este modelo produce valores de HSI para las áreas de invernada del presente Gremio.

Tipos de Cobertura: Este modelo aplica a todas las áreas con bancos de lodo, playas arenosas, estuarios con profundidad entre 0 y 20 cm., pantanos de agua dulce y salada, bordes de lagos y estanques y áreas de pastizales y praderas anegadas o inundadas con no más de 20 cm. de profundidad.

Además este modelo debe ser aplicado a otras áreas donde se tenga similares características a esta región.

Área mínima requerida: Debido a ser un área de invernada y por la necesidad que los playeros migratorios tienen para buscar su alimento, como también por la movilidad que tienen los mismos, no hay un área mínima requerida.

Capacidad de carga: No existen datos a nivel local para este criterio.

Nivel de Verificación y aplicación del modelo: Este modelo será evaluado a nivel local, el en cual se buscará un nivel de verificación 4. El mismo es diseñado para analizar el hábitat adecuado de grandes humedales usando generalidades entre la relaciones especies-hábitat.

5.2. Descripción del Modelo.

El modelo de HSI para el gremio espigador (gleaner), asume los requisitos de hábitat para cobertura (forrajeo). El modelo determina un índice valuado sobre la disponibilidad de hábitat adecuado para forrajeo en el sitio, basados en elementos estructurales del área de estudio.

5.2.1. Variables de hábitat y componentes del HSI.

Para la elaboración del modelo se seleccionaron tres variables. Las tres variables se seleccionaron de acuerdo a los requisitos que tienen las especies de este gremio para buscar sus alimentos/forrajeo, (Tabla 1 y 2).

La primera variable (V1) es el tipo de cobertura adecuado donde los playeros del presente gremio normalmente usan para forrajear.

La segunda variable (V2) es la profundidad de agua en la que normalmente este gremio busca su alimento. La tercera variable (V3) es la altura de la vegetación donde pueden buscar su alimento.

Tabla 1. Relación entre las variables de hábitat y el requisito de vida para el gremio espigador/rastreador de áreas no inundadas a medianamente inundadas, hábitat de invernada modelos de HSI.

Componente HSI	Requisitos de Vida	Variable	Definición de la Variable
V1	Cobertura y forrajeo	Tipo de Cobertura	Áreas donde comúnmente se los encuentra forrajeando o buscando alimento (e.g. Estuarios y playas arenosas, con y sin vegetación, costas expuestas poco profundas de lagos y estanques).
V2	Cobertura y forrajeo	Profundidad de agua (cm)	Profundidad de agua en cm., entre 0 – 12.5 cm. profundidad adecuada.
V3	Cobertura y forrajeo	Altura de la vegetación (cm)	La altura de la vegetación en cm. Corresponde a la altura de los pastos donde los playeros normalmente pueden buscar su alimento.

5.2.3 Componentes gráficos del modelo de HSI.

4. V1 = Las áreas de estuarios con marea y bancos de lodo, playas inundadas con y sin vegetación emergente califican con un valor de HSI de 1, aquellas áreas como

playas arenosas no inundadas califican con un valor de 0.5, como también aquellas áreas sin vegetación que no se encuentren anegadas (Fig. 1 y tabla 2).

5. V2 = Las áreas donde se presenten profundidades hasta 10 cm., califican con un valor de 1, así como también aquellas áreas que presenten profundidades menores califican con un valor de HSI de 1, ya que a estas profundidades es donde las especies de este gremio pueden encontrar mejor sus alimentos. Las áreas hasta 12.5 cm. califican con un valor de 0.5 y aquellas que superen los 15 cm califican con valor de 0 (Fig. 1 y tabla 2).
6. V3 = Aunque las especies de este gremio prefieren buscar su alimento en áreas con vegetación (i.e. HSI 1), es decir pastizales o praderas que no presenten una altura entre los 7 y 10 cm. de altura, es posible encontrarlas forrajeando en áreas que presenten vegetación corta o sin vegetación. Las áreas que califican con un HSI de 0.5, son aquellas que presenten una mayor altura en sus pastizales (Fig. 1 y tabla 2).

Tabla 2. Valores de HSI para cada variable, se muestra la asignación de los valores de HSI para cada variable analizada.

Valor de HSI	Variable
	Tipo de Cobertura
0.5	Estuarios, lagos y estanques con costas rocosas
0.5	Playas arenosas no inundadas
1	Playas y estuarios inundados con y sin vegetación
1	Estuarios, lagos y lagunas con bancos de lodo
	Profundidad de agua en cm.
0	> 15
0.5	12.5
1	10
1	5
1	2.5
0.5	0.0
	Altura de la vegetación cm.
0	> 15
0.5	15
1	10
1	5
1	1

5.3. Ecuación.

Las tres variables son consideradas importantes y no compensatorias, es decir que las medias de los valores bajos de una variable no puede ser compensado por los valores altos de las otras variables, para la determinación de calidad de hábitat para invernada del presente gremio.

$$HSI = (V1 \times V2 \times V3)/3$$

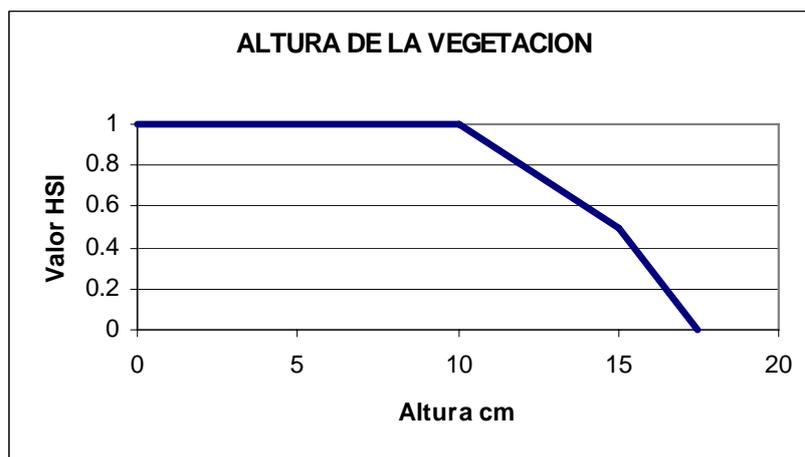
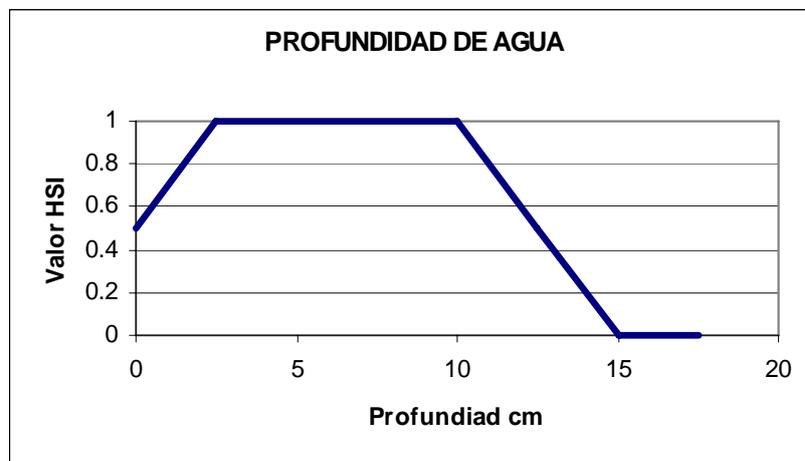
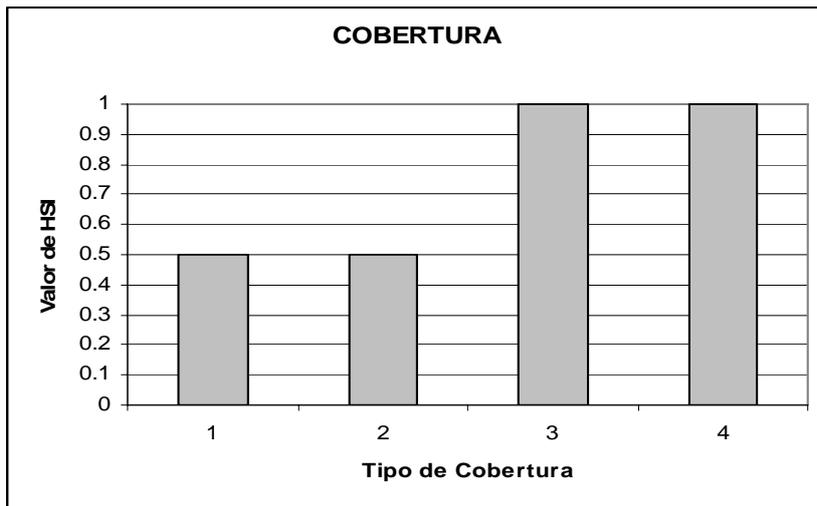


Figura 1. Relaciones gráficas entre las variables y los valores de HSI, en el modelo para el gremio espigador de áreas inundadas a medianamente inundadas, valores utilizados para los gráficos se pueden ver en la tabla 2.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Banner, A. y S. Schaller. 2001. Gulf of Maine Watershed Habitat Analysis, Gulf of Maine Program, Falmouth, ME. USFWS, U.S.
- Botto, F. et al. 2000. The effect of Southwestern atlantic burrowing crabs on habitat use and foraging activity of migratory shorebirds. *Estuaries* 23 (2): 208-215.
- Bucher, E.H. y G. Herrera. 1981. Comunidades de aves acuáticas de la laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina). *Ecosur* 8(15): 91-120.
- Cleveland, A. 1927. Life histories of North American Shorebirds: Woodcocks, Sandpipers, Godwits, Snipes, Phalaropes and Others. Dover Publications, Inc. New York, NY.
- Del Hoyo, J., A. Elliot y J. Sargatal. 1996. Handbook of the birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.
- Farmer, A.H. y A.H. Parent. 1998. Effects of the landscape on shorebird movements at spring migration stopovers. *Condor* 99: 698-707.
- Helmets, D.L. 1992. Shorebird: Management Manual. Western Hemisphere Shorebird Reserve Network, Manomet, MA.
- Issach, J.P. y M.M. Martinez. 2003. Habitat use by non-breeding shorebirds in flooding pampas grasslands of Argentina. *Waterbirds* 26(4): 494-500.
- Long, L.L. y J.C. Ralph. 2001. Dynamics of habitat use by shorebirds in estuarine and agricultural habitats in Northwestern California. *Wilson Bulletin* 113(1): 41-52.
- Nores, M y D. Yzurieta. 1980. Aves de ambientes acuáticos de Córdoba y centro de Argentina. Secretaria de Estado de Agricultura y Ganadería. Córdoba, Argentina.
- Piersma, T. 1996. Family Scolopacidae (Sandpipers, Snipes and Phalaropes). En Del Hoyo, J. et al. Handbook of birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.
- Schamberger, M., A.H. Farmer, y J.W. Terrell. 1982. Habitat suitability index model: introduction. USDI Fish and Wildlife. Service. FWS/OBS-82/10. 2pp.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1981. Standards for the Development of Habitat Suitable Index Models. Division of Ecologica Services U.S. Fish and Wildlife Service. Department of the Interior, Washington, D.C.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2000. US Shorebird Conservation Plan: Lower Mississippi/Western Gulf Coast Shorebird Planning Region. Gulf Coastal Prairie Working Group Mississippi Alluvial Valley/West Gulf Coastal Plain Work Groups. USFWS.US.

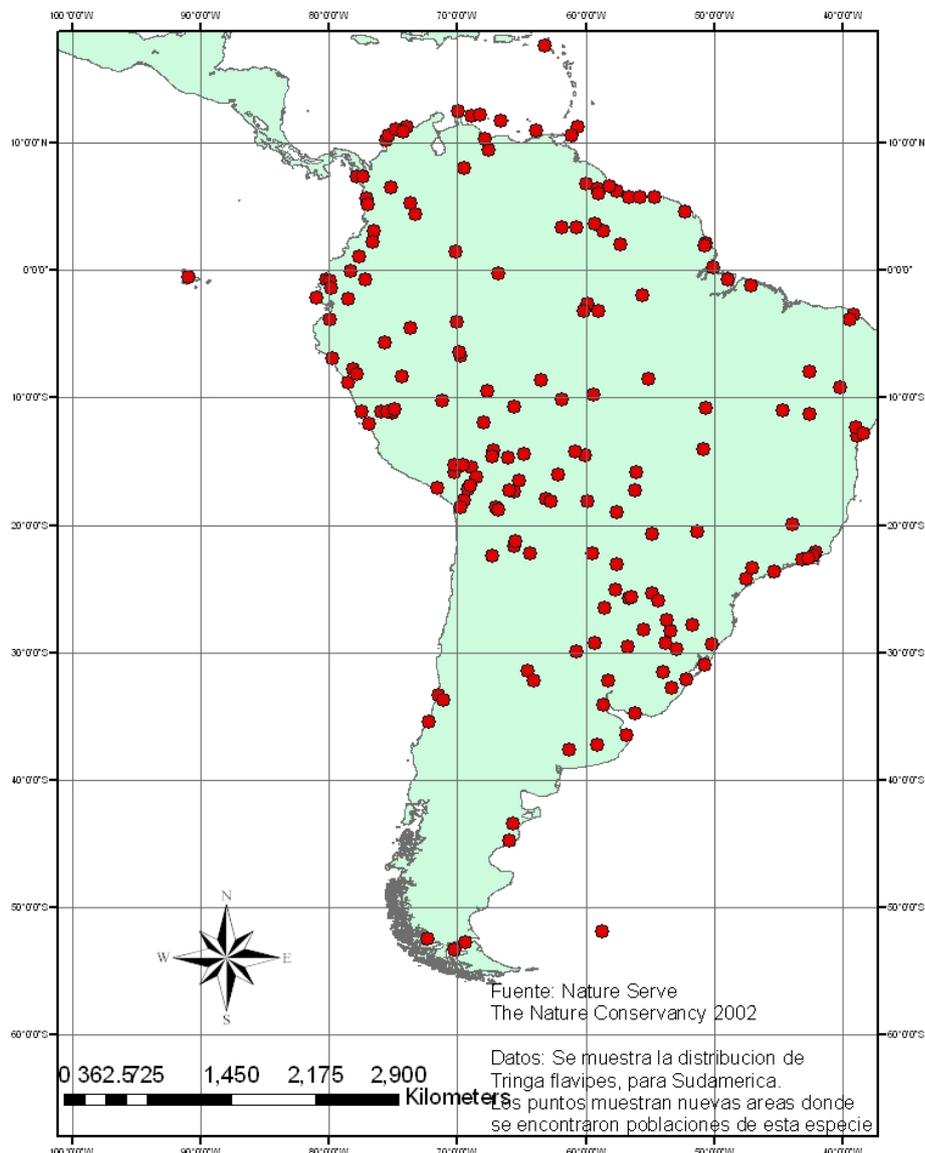
Van Gils, J. y P. Wiersma. 1996. Species Accounts. Family Scolopacidae (Sandpipers, Snipes and Phalaropes). En Del Hoyo, J. et al. Handbook of birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.

Weber, M.J., et al. 1982. Use the prairie wetlands by selected bird species in South Dakota. Wilson Bulletin 94(4): 550-554.

APÉNDICE I

Mapa de distribución de la especie seleccionada para el gremio espigador de ambientes acuáticos.

Mapa de Distribucion de *Tringa flavipes*



GREMIO ESPIGADOR DE ÁREAS ACUÁTICAS Y PELÁGICAS (GENERO PHALAROPUS) HÁBITAT DE INVERNADA HABITAT SUITABILITY INDEX MODEL VERSIÓN 1.0

Jesús Pinto, Programa de Maestría en Manejo de vida Silvestre, Centro de Zoología Aplicada, C.P. 122-5000.

1. INTRODUCCIÓN

Los modelos de aptitud de hábitat (HSI siglas en ingles), predicen el hábitat adecuado de las especies basadas en el análisis de los atributos de hábitat, como ser: estructura del hábitat, tipo de hábitat y disposición espacial entre las características o rasgos del hábitat (USFWS 1981 y Schamberger, Farmer y Terrell 1982). Este modelo de HSI, para el gremio espigador acuático y pelágico (gleaner en ingles) de áreas inundadas o levemente inundadas hasta 25 cm de profundidad (género *Phalaropus*, Familia Scolopacidae), aplica a los hábitats de la Reserva de Uso Múltiple Bañados de Río Dulce y Laguna Mar Chiquita, en la Provincia de Córdoba, Argentina. Con esto se intenta predecir el hábitat adecuado a nivel de paisaje para el presente gremio.

Este modelo se desarrollo haciendo una revisión exhaustiva de la literatura, con el propósito de ayudar a la identificación de áreas de protección especial para aves playeras migrantes neárticas-neotropicales.

2. DISTRIBUCIÓN

En la época no reproductiva se los pueden encontrar en los países de Sudamérica como, Argentina, Bolivia, Brasil. Para más detalles ver mapas de distribución en apéndice I.

3. ALIMENTACIÓN Y FORRAJEO

En sus áreas de invernada se los puede ver a las hembras alimentándose de langostinos de agua salada (*Artemia*) y moscas de agua salada (*Aphidra*) en la superficie del agua, los machos y juveniles se alimentan más en zonas terrestres de moscas de agua salada, como también se los puede observar en áreas acuáticas. En sus áreas de invernada como lagos salados, se alimentan de crustáceos de agua salada, copépodos, quironomidos y moscas de agua salada (Van Gils y Wiersma 1996). Cuando se encuentran nadando no buscan su alimento dentro del agua ya que, usualmente atrapan sus presas de la superficie del agua o del lodo, también atrapan sus presas sondeando en bancos de lodo y en áreas inundadas por las lluvias (Cleveland 1927, Bucher y Herrera 1981, Van Gils y Wiersma 1996 y Long y Ralph 2001).

El tipo de forrajeo que presenta este gremio es de tipo espigador de áreas acuáticas y pelágicas (aqua pelagic gleaner), aunque se lo puede ver forrajeando en áreas barrosas y pocas veces en áreas no inundadas (Helmers 1992, Van Gils y Wiersma 1996 y Long y Ralph 2001). Este gremio forrajea en áreas de sustrato húmedo y preferiblemente en áreas inundadas hasta 25 cm de profundidad, donde buscan sus presas nadando (Bucher y Herrera 1981, Helmers 1992, Van Gils y Wiersma 1996 y USFWS 2000).

4. COBERTURA

Después de la época de cría, todos los adultos se pueden encontrar en grandes áreas de lagos hipersalinos poco profundos, menos comúnmente en áreas costeras, aunque algunas veces, también se los puede encontrar refugiados en áreas de marea, lagunas y estuarios. En la estación de no cría, sus habitats son aguas poco profundas de marismas, lagos salinos interiores, de los andes de Perú y Chile, oeste de Bolivia y Norcentro de Argentina, también se los encuentra esparcidos en humedales de agua dulce en pampas y sobre lagos o estanques alcalinos, pantanos y campos inundados, como ser pastizales anegados en la estación húmeda y charcos (Burger y Howe 1975, Nores e Izurieta 1980, Bucher y Herrera 1981, Weber et al. 1982, Van Gils y Wiersma 1996 y Botto et al. 2000).

5. MODELO DE HSI

5.1. Aplicabilidad del modelo.

Gremio: Espigador de ambientes acuáticos y pelágicos. Género *Calidris*, familia Scolopacidae. Son todos los individuos que buscan su alimento caminando o nadando en la superficie del agua.

Hábitat a evaluar: Áreas y coberturas de invernada.

Área Geográfica: Este modelo es aplicado para la Reserva Mar Chiquita.

Aplicación Estacional: Este modelo produce valores de HSI para las áreas de invernada del presente Gremio.

Tipos de Cobertura: Este modelo aplica a todas las áreas con bancos de lodo, playas arenosas, estuarios con profundidad entre 5 y 20 cm., pantanos de agua dulce y salada, bordes de lagos y estanques y áreas de pastos cortos y praderas anegadas o inundadas con no más de 10 cm. de profundidad.

Además este modelo debe ser aplicado a otras áreas donde se tenga similares características a esta región.

Área mínima requerida: Debido a ser un área de invernada y por la necesidad que los playeros migratorios tienen para buscar su alimento, como también por la movilidad que tienen los mismos, no hay un área mínima requerida.

Capacidad de carga: No existen datos a nivel local para este criterio.

Nivel de Verificación y aplicación del modelo: Este modelo será evaluado a nivel local, el en cual se buscará un nivel de verificación 4. El mismo es diseñado para analizar el hábitat adecuado de grandes humedales usando generalidades entre la relaciones especies-hábitat.

5.2. Descripción del Modelo.

El modelo de HSI para el gremio espigador de ambientes acuáticos y pelágicos (aqua/pelagic gleaner), asume los requisitos de hábitat para cobertura (forrajeo). El modelo determina un índice valuado sobre la disponibilidad de hábitat adecuado para forrajeo en el sitio, basados en elementos estructurales del área de estudio.

5.2.1. Variables de hábitat y componentes del HSI.

Para la elaboración del modelo se seleccionaron tres variables. Las tres variables se seleccionaron de acuerdo a los requisitos que tienen las especies de este gremio para buscar sus alimentos/forrajeo, (Tabla 1 y 2).

La primera variable (V1) es el tipo de cobertura adecuado donde los playeros del presente gremio normalmente usan para forrajear.

La segunda variable (V2) es la profundidad de agua en la que normalmente este gremio busca su alimento. La tercera variable (V3) es la altura de la vegetación donde se les es posible buscar su alimento.

Tabla 1. Relación entre las variables de hábitat y el requisito de vida para el gremio espigador de ambientes acuáticos y pelágicos, hábitat de invernada modelos de HSI.

Componente HSI	Requisitos de Vida	Variable	Definición de la Variable
V1	Cobertura y forrajeo	Tipo de Cobertura	Áreas donde comúnmente se los encuentra forrajeando o buscando alimento (e.g. Estuarios, bancos de lodo y playas inundadas, costas expuestas poco profundas de lagos y estanques).
V2	Cobertura y forrajeo	Profundidad de agua (cm)	Profundidad de agua en cm., entre 5-20 cm. profundidad adecuada.
V3	Cobertura y forrajeo	Altura de la vegetación (cm)	La altura de la vegetación en cm. Corresponde a la altura de los pastos donde los playeros normalmente pueden buscar su alimento.

5.2.4 Componentes gráficos del modelo de HSI.

7. V1 = Las áreas de estuarios con marea, vegetación emergente y playas arenosas no inundadas, califican con un valor de HSI de 0.5, aquellas áreas que presenten bancos de lodo y playas inundadas sin vegetación son las que califican con un valor de HSI de 1 (Fig. 1 y tabla 2).
8. V2 = Las áreas donde se presenten profundidades hasta 20 cm., califican con un valor de 0.5, aquellas áreas que presenten profundidades menores hasta 5 cm, califican con un valor de HSI de 1, por que son a estas profundidades donde el phalaropo de Wilson puede encontrar mejor sus alimentos. Las áreas por arriba de 25 cm. califican con un valor de 0 (Fig. 1 y tabla 2).
9. V3 = Aunque las especies de este gremio prefieren buscar su alimento en áreas sin vegetación (i.e. HSI 1), es posible encontrarlas forrajeando en áreas que presenten vegetación corta, es decir pastizales o praderas que no presenten una altura entre los 7 y 10 cm., de altura, pero que además se encuentren inundadas. Estas áreas califican con un HSI de 0.5, aquellas áreas que presenten una mayor altura en sus pastizales, califican con un valor de 0 (Fig. 1 y tabla 2).

Tabla 2. Valores de HSI para cada variable, se muestra la asignación de los valores de HSI para cada variable analizada.

Valor de HSI	Variable
	Tipo de Cobertura
0.5	Playas arenosas no inundadas
0.5	Estuarios con vegetación emergente
1	Estuarios, lagos, estanques con bancos de lodo
1	Playas inundadas sin vegetación
	Profundidad de agua cm.
0.5	0
0.5	2.5
0.5	5
1	10
1	15
0.5	20
0	> 25
	Altura de la vegetación cm.
0	> 10
0.5	7.5
1	5
1	0

5.3. Ecuación.

Las tres variables son consideradas importantes y no compensatorias, es decir que las medias de los valores bajos de una variable no puede ser compensado por los valores altos

de las otras variables, para la determinación de calidad de hábitat para invernada del presente gremio.

$$HSI = (V1 \times V2 \times V3)/3$$

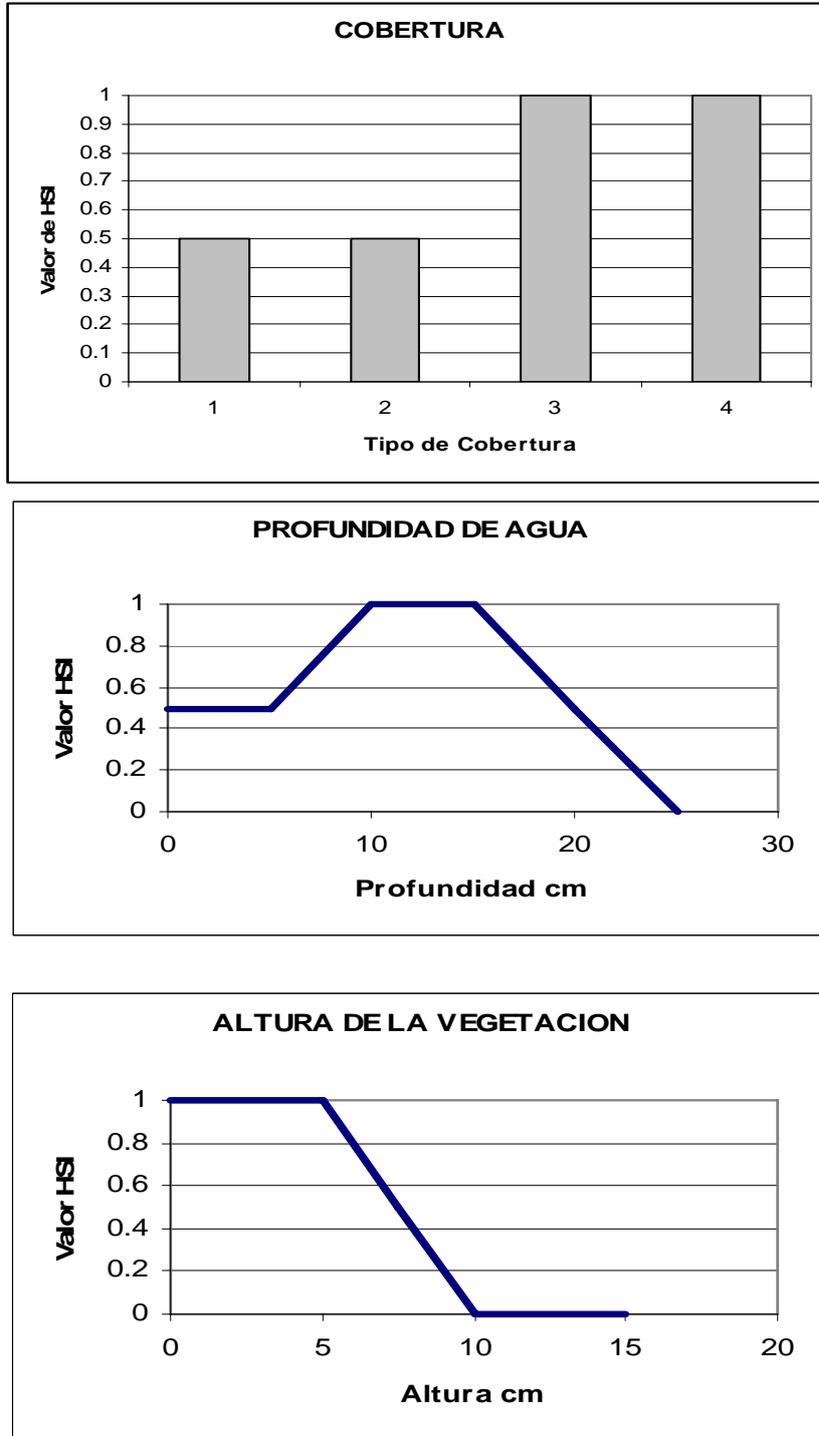


Figura 1. Relaciones gráficas entre las variables y los valores de HSI, en el modelo para el gremio espigador de ambientes acuáticos y pelágicos, valores utilizados para los gráficos se pueden ver en la tabla 2.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Banner, A. y S. Schaller. 2001. Gulf of Maine Watershed Habitat Analysis, Gulf of Maine Program, Falmouth, ME. USFWS, U.S.
- Botto, F. et al. 2000. The effect of Southwestern atlantic burrowing crabs on habitat use and foraging activity of migratory shorebirds. *Estuaries* 23 (2): 208-215.
- Bucher, E.H. y G. Herrera. 1981. Comunidades de aves acuáticas de la laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina). *Ecosur* 8(15): 91-120.
- Burger, J. y M. Howe. 1975. Notes on winter feeding behaviour and molt in Wilson's Phalaropes. *The Auk* 92: 442-451.
- Cleveland, A. 1927. Life histories of North American Shorebirds: Woodcocks, Sandpipers, Godwits, Snipes, Phalaropes and Others. Dover Publications, Inc. New York, NY.
- Del Hoyo, J., A. Elliot y J. Sargatal. 1996. Handbook of the birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.
- Farmer, A.H. y A.H. Parent. 1998. Effects of the landscape on shorebird movements at spring migration stopovers. *Condor* 99: 698-707.
- Helmets, D.L. 1992. Shorebird: Management Manual. Western Hemisphere Shorebird Reserve Network, Manomet, MA.
- Issach, J.P. y M.M. Martinez. 2003. Habitat use by non-breeding shorebirds in flooding pampas grasslands of Argentina. *Waterbirds* 26(4): 494-500.
- Long, L.L. y J.C. Ralph. 2001. Dynamics of habitat use by shorebirds in estuarine and agricultural habitats in Northwestern California. *Wilson Bulletin* 113(1): 41-52.
- Nores, M y D. Yzurieta. 1980. Aves de ambientes acuáticos de Córdoba y centro de Argentina. Secretaria de Estado de Agricultura y Ganadería. Córdoba, Argentina.
- Piersma, T. 1996. Family Scolopacidae (Sandpipers, Snipes and Phalaropes). En Del Hoyo, J. et al. Handbook of birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.
- Schamberger, M., A.H. Farmer, y J.W. Terrell. 1982. Habitat suitability index model: introduction. USDI Fish and Wildlife. Service. FWS/OBS-82/10. 2pp.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1981. Standards for the Development of Habitat Suitable Index Models. Division of Ecologica Services U.S. Fish and Wildlife Service. Department of the Interior, Washington, D.C.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2000. US Shorebird Conservation Plan: Lower Mississippi/Western Gulf Coast Shorebird Planning Region. Gulf Coastal Prairie

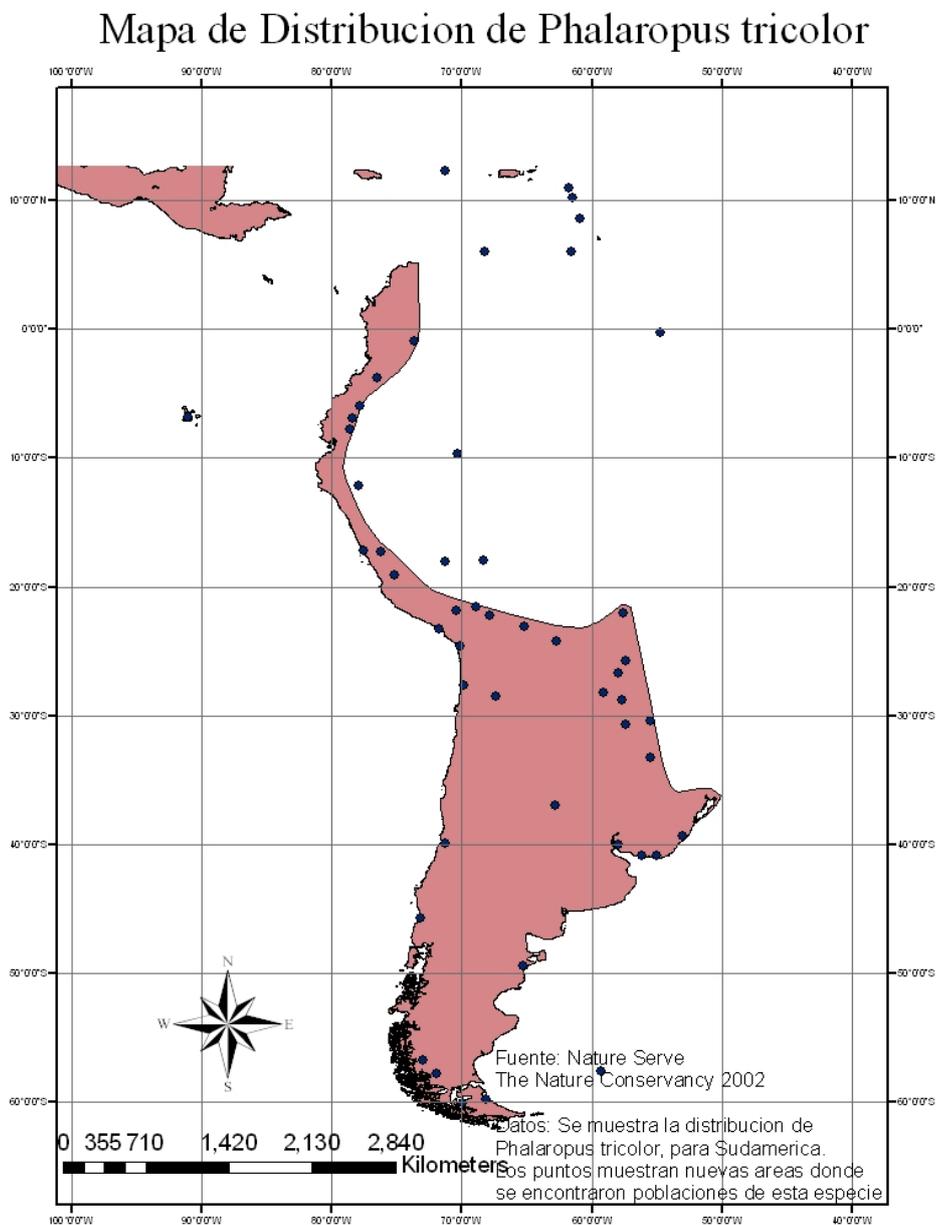
Working Group Mississippi Alluvial Valley/West Gulf Coastal Plain Work Groups.
USFWS.US.

Van Gils, J. y P. Wiersma. 1996. Species Accounts. Family Scolopacidae (Sandpipers,
Snipes and Phalaropes). En Del Hoyo, J. et al. Handbook of birds of the World:
Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.

Weber, M.J., et al. 1982. Use the prairie wetlands by selected bird species in South Dakota.
Wilson Bulletin 94(4): 550-554.

APENDICE I

Mapa de distribución de la especie seleccionada para el gremio espigador de ambientes
acuáticos y pelágicos.



Anexo II.

DESARROLLO DE MODELOS CARTOGRÁFICOS DE ÍNDICE DE APTITUD DE HÁBITAT

Gremios:

Espigador/Rastreador

Espigador de áreas Acuáticas y

Espigador de áreas Acuáticas y Pelágicas

Por:

Jesús Nazareno Pinto Ledezma
Maestría de Manejo de Vida Silvestre
Centro de Zoología Aplicada
Universidad Nacional de Córdoba
Rondeau 798
Córdoba, Argentina

Gremio Espigador/rastreador

Feedback: Son bienvenidos todas las sugerencias para mejorar este modelo.

Fecha:

Agosto, 2008

Especies:

White-rumped sandpiper, Playerito rabadilla blanca, *Calidris fuscicollis*; Baird's sandpiper, Playerito de bairdii, *Calidris bairdii*; Pectoral sandpiper, Playerito pectoral, *Calidris melanotos*.

Área de estudio:

Área de invernada; para la Reserva de uso múltiple Bañados de Río Dulce y Laguna Mar Chiquita.

Distribución:

En la época no reproductiva se los pueden encontrar en los países de Sudamérica como, Argentina, Bolivia, Brasil.

Uso de recursos y forrajeo:

Generalmente se alimentan de invertebrados, que incluyen adultos y larvas de insectos, gasterópodos, escarabajos, también se alimentan de arañas, pequeños moluscos, crustáceos, sanguijuelas, gusanos poliquetos y gusanos de tierra.

El tipo de forrajeo que presentan es de tipo espigador y rastreador (gleaner/prober). El tipo espigador lo realizan en bancos de arena o en playas arenosas y el tipo rastreador lo hacen en áreas de sustrato húmedo o áreas inundadas hasta 7.5 cm de profundidad, donde buscan sus presas (Bucher y Herrera 1981, Helmers 1992, Van Gils y Wiersma 1996 y USFWS 2000). En algunas situaciones pueden defender sus áreas de forrajeo, cuando están reunidos en bandadas de 20 y 40 individuos (Piersma 1996).

Cobertura:

En las áreas de invernada se los puede encontrar en playas, bancos de arena, campos abiertos y pantanos de agua dulce, también se pueden encontrar en marismas, pantanos de agua salada, campos inundados, estanques, lagos y lagunas permanentes o no permanentes (Van Gils y Wiersma 1996).

Otras áreas importantes donde se pueden encontrar estas aves son, humedales interiores o costeros, praderas inundadas, zanjas, campos irrigados para cultivo (e.g. arrozales, campos de soja y sorgo), dunas. Ocasionalmente se los puede encontrar en estuarios y humedales interiores que presentan vegetación corta (Cleveland 1929, Nores e Izurieta 1980, Van Gils y Wiersma 1996, USFWS 2000 y Banner y Schaller 2001).

Modelo:

El modelo de hábitat se basó en la abundancia de individuos encontrados en las campañas de campo, y la identificación de ambientes y/o coberturas usados por las aves playeras cuando fueron censadas (tabla 1). Esta información se utilizó para identificar localidades generales usadas por las especies de estudio mediante el uso de imágenes satelitales y otras herramientas que nos ayudan a identificar los ambientes.

Para esto se utilizaron los puntos georeferenciados de cada lugar de censo, convertidos a un radio 3,5 Km, la cual fue utilizada como tamaño de ventana para la identificación de los distintos tipos de ambientes.

Tabla 1. Datos usados para el desarrollo de los modelos de HSI, estos incluyen: sitios de censo, número de individuos encontrados, tipos de coberturas potenciales usados por los playeros migratorios, y el índice de adecuación siguiendo lo propuesto por Banner y Schaller (2001)

Sitio	N°	Coordenadas UTM		Hábitat/Cobertura	Índice de adecuación escala (0-1)
A. Chipion	1	555303	6576611	Estuarios con vegetación emergente casi nula	0,5
A. Chipion	15	555728	6576795	Playas arenosas anegadas	1,0
A. Chipion	10	555509	6576741	Playas arenosas anegadas	1,0
A. Chipion	7	555660	6577713	Playas inundadas con escombros	1,0
A. Chipion	11	555442	6576627	Playas arenosas	1,0
A. Chipion	5	555728	6576795	Playas arenosas	1,0
A. Chipion	4	555660	6577713	Playas arenosas	0,5
A. Chipion	21	555265	6577915	Playas con Bancos de lodo	1,0
A. Chipion	3	554982	6577846	Playas con vegetación emergente	0,5
A. Chipion	1	554549	6577894	Playas con vegetación emergente	0,5
A. Chipion	13	554274	6577574	Estuarios con vegetación emergente casi nula	1,0
A. Chipion	5	555574	6575557	Playas inundadas con vegetación casi nula	1,0
A. Chipion	2	555638	6574315	Playas con bancos de lodo	0,5
A. Chipion	54	555265	6577915	Playas arenosas anegadas	1,0
A. Chipion	38	554982	6577846	Estuarios con bancos de lodo	1,0
A. Chipion	29	555327	6576202	Playas inundadas y bancos de lodo	1,0
Arroyito	3	473322	6684709	Áreas con bancos de lodo cerca de la laguna	0,5
Arroyito	4	476723	6685081	Costas de laguna con bancos de lodo	0,5
Arroyito	31	474744	6683596	Playas arenosas anegadas	1,0

Arroyito	15	474682	6681679	Playas arenosas con charcos semisecos	1,0
Arroyito	11	476228	6684153	Playas arenosas anegadas	1,0
Arroyito	5	476971	6685575	Áreas con bancos de lodo	1,0
Rinconada	25	475796	6659908	Playas anegadas con suelos salinos	1,0
Rinconada	15	475919	6660588	áreas anegadas con arenales	1,0
Rinconada	3	476290	6661464	Charcos semisecos	0,5
Rinconada	1	475239	6663062	costas arenosas de lagunas estacionales	0,5
Rinconada	19	474806	6663742	Playas de lagunas estacionales	1,0
L. Plata	4	511760	6581015	Playas arenosas de lagunas con vegetación corta	0,5
L. Plata	3	511760	6581015	áreas barrosas con presencia de escombros	0,5
Miramar	29	531726	6580684	áreas anegadas con arenales	1,0
Miramar	35	532916	6581063	costas barrosas	1,0
Miramar	200	533779	6580884	Charcos semisecos, causado por el retroceso de la laguna	1,0
Miramar	45	534082	6580825	Charcos semisecos, causado por el retroceso de la laguna	1,0
Miramar	48	534758	6583227	Charcos semisecos, causado por el retroceso de la laguna	1,0
Miramar	32	533429	6582531	arenales salinos semisecos	1,0
Miramar	57	533555	6580929	Estuarios con vegetación emergente casi nula	1,0
Miramar	9	534414	6580749	playas levemente inundadas con vegetación dispersa	1,0
Miramar	11	534758	6583230	playas anegadas con suelos salinos	1,0
Miramar	7	533184	6582641	Charcos semisecos, causado por el retroceso de la laguna	1,0
R. Segundo	7	526234	6575338	áreas barrosas causados por el retroceso de la laguna	1,0
R. Segundo	5	526020	6575385	áreas barrosas causados por el retroceso de la laguna	1,0
R. Segundo	4	525695	6575497	áreas barrosas causados por el retroceso de la laguna	0,5
R. Segundo	8	526155	6575619	áreas barrosas causados por el retroceso de la laguna	1,0
R. Segundo	3	525798	6576426	playas barrosas con presencia de vegetación corta	0,5
R. Segundo	1	528252	6576149	playas barrosas con presencia de vegetación corta	0,5
R. Segundo	4	527522	6576292	playas barrosas con presencia de vegetación corta	0,5
R. Segundo	75	526234	6575338	playas arenosas levemente inundadas	1,0
R. Segundo	7	525695	6575497	playas arenosas levemente inundadas	1,0
R. Segundo	26	526452	6575690	playas barrosas sin vegetación	1,0
R. Segundo	5	526910	6575187	playas barrosas sin vegetación	1,0
R. Segundo	3	525798	6576426	playas barrosas sin vegetación	0,5
R. Segundo	300	526910	6575187	áreas barrosas con pequeños charcos levemente inundados	1,0
R. Segundo	17	526155	6575619	áreas barrosas con pequeños charcos levemente inundados	1,0
R. Segundo	11	525798	6576426	áreas barrosas con pequeños charcos levemente inundados	1,0

Puntuación del índice de adecuación de hábitat:

Todos los sitios presentados (tabla 1) fueron seleccionados según el nivel de uso y aquellas áreas que correspondan a un mismo tipo de cobertura presentara el mismo índice de aquellas áreas que fueron evaluadas o censadas. Para esto se siguió el criterio de Banner y Schaller (2001), que indican que si en un sitio se encontraron más de 5 individuos, el índice de idoneidad será igual a 1; por otro lado aquellos sitios donde se encontraron debajo de 5 individuos o simplemente se encontraban en el lugar, el índice de adecuación será de 0,5.

Bibliografía:

- Banner, A. y S. Schaller. 2001. Gulf of Maine Watershed Habitat Analysis, Gulf of Maine Program, Falmouth, ME. USFWS, U.S.
- Bucher, E.H. y G. Herrera. 1981. Comunidades de aves acuáticas de la laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina). ECOSUR 8(15): 91-120.
- Cleveland, A. 1929. Life histories of North American Shorebirds: Woodcocks, Sandpipers, Godwits, Snipes, Phalaropes and Others. Dover Publications, Inc. New York, NY.
- Del Hoyo, J., A. Elliot y J. Sargatal. 1996. Handbook of the birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.
- Helmets, D.L. 1992. Shorebird: Management Manual. Western Hemisphere Shorebird Reserve Network, Manomet, MA.
- Nores, M y D. Yzurieta. 1980. Aves de ambientes acuáticos de Córdoba y centro de Argentina. Secretaria de Estado de Agricultura y Ganadería. Córdoba, Argentina.
- Piersma, T. 1996. Family Scolopacidae (Sandpipers, Snipes and Phalaropes). En Del Hoyo, J. et al. Handbook of birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2000. US Shorebird Conservation Plan: Lower Mississippi/Western Gulf Coast Shorebird Planning Region. Gulf Coastal Prairie Working Group Mississippi Alluvial Valley/West Gulf Coastal Plain Work Groups. USFWS.US.
- Van Gils, J. y P. Wiersma. 1996. Species Accounts. Family Scolopacidae (Sandpipers, Snipes and Phalaropes). En Del Hoyo, J. et al. Handbook of birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.

Gremio Espigador de áreas acuáticas y pelágicas

Feedback: Son bienvenidos todas las sugerencias para mejorar este modelo.

Fecha:

Agosto, 2008

Especies:

Wilson's Phalarope, Falaropo de Wilson, *Phalaropus tricolor*.

Área de estudio:

Área de invernada; para la Reserva de uso múltiple Bañados de Río Dulce y Laguna Mar Chiquita.

Distribución:

En la época no reproductiva se los pueden encontrar en los países de Sudamérica como, Argentina, Bolivia, Brasil.

Uso de recursos y forrajeo:

En sus áreas de invernada se los puede ver a las hembras alimentándose de langostinos de agua salada (*Artemia*) y moscas de agua salada (*Aphidra*) en la superficie del agua, los machos y juveniles se alimentan más en zonas terrestres de moscas de agua salada, como también se los puede observar en áreas acuáticas. En sus áreas de invernada como lagos salados, se alimentan de crustáceos de agua salada, copépodos, quironomidos y moscas de agua salada (Van Gils y Wiersma 1996). Cuando se encuentran nadando no buscan su alimento dentro del agua ya que, usualmente atrapan sus presas de la superficie del agua o del lodo, también atrapan sus presas sondeando en bancos de lodo y en áreas inundadas por las lluvias (Cleveland 1927, Bucher y Herrera 1981, Van Gils y Wiersma 1996 y Long y Ralph 2001).

El tipo de forrajeo que presenta este gremio es de tipo espigador de áreas acuáticas y pelágicas (aqua pelagic gleaner), aunque se lo puede ver forrajeando en áreas barrosas y pocas veces en áreas no inundadas (Helmerts 1992, Van Gils y Wiersma 1996 y Long y Ralph 2001). Este gremio forrajea en áreas de sustrato húmedo y preferiblemente en áreas inundadas hasta 25 cm de profundidad, donde buscan sus presas nadando (Bucher y Herrera 1981, Helmerts 1992, Van Gils y Wiersma 1996 y USFWS 2000).

Cobertura:

Después de la época de cría, todos los adultos se pueden encontrar en grandes áreas de lagos hipersalinos poco profundos, menos comúnmente en áreas costeras, aunque algunas veces, también se los puede encontrar refugiados en áreas de marea, lagunas y estuarios. En la estación de no cría, sus hábitats son aguas poco profundas de marismas, lagos salinos interiores, de los andes de Perú y Chile, oeste de Bolivia y Norcentro de Argentina, también se los encuentra esparcidos en humedales de agua dulce en pampas y sobre lagos o estanques alcalinos, pantanos y campos inundados, como ser pastizales anegados en la estación húmeda y charcos (Burger y Howe 1975, Nores e Izurieta 1980, Bucher y Herrera 1981, Weber et al. 1982, Van Gils y Wiersma 1996 y Botto et al. 2000).

Modelo:

El modelo de hábitat se basó en la abundancia de individuos encontrados en las campañas de campo, y la identificación de ambientes y/o coberturas usados por las aves playeras cuando fueron censadas (tabla 1). Esta información se utilizó para identificar localidades generales usadas por las especies de estudio mediante el uso de imágenes satelitales y otras herramientas que nos ayudan a identificar los ambientes.

Para esto se utilizaron los puntos georeferenciados de cada lugar de censo, convertidos a un radio 3,5 Km, la cual fue utilizada como tamaño de ventana para la identificación de los distintos tipos de ambientes.

Tabla 1. Datos usados para el desarrollo de los modelos de HSI, estos incluyen: sitios de censo, número de individuos encontrados, tipos de coberturas potenciales usados por los playeros migratorios, y el índice de adecuación siguiendo lo propuesto por Banner y Schaller (2001)

Sitio	N°	Coordenadas UTM		Hábitat/Cobertura	Índice de adecuación escala (0-1)
A. Chipion	430	555509	6576741	Complejo de estanques naturales levemente inundados causada por arroyos de la zona sin vegetación	1,0
A. Chipion	38	555728	6576795	Complejo de estanques naturales levemente inundados causada por arroyos de la zona sin vegetación	1,0
A. Chipion	19	555319	6577676	áreas inundadas sin vegetación cerca de arroyos	1,0
A. Chipion	21	554982	6577846	orillas de lagunas estaciones	1,0
A. Chipion	3	554549	6577894	Áreas inundadas con vegetación dispersa	0,5
A. Chipion	31	555327	6576202	Complejo de estanques naturales levemente inundados causada por arroyos de la zona sin vegetación	1,0
A. Chipion	2	555574	6575557	Playas arenosas no inundadas	0,5
A. Chipion	5	555979	6577288	Orillas de estanques naturales sin vegetación	1,0
A. Chipion	1	554543	6577924	Orillas de ríos con arenales y vegetación dispersa	0,5
Arroyito	8	476228	6684153	Complejo de lagunas estacionales con playas levemente inundadas	1,0
Rinconada	3	475239	6662629	Complejo de lagunas con playas levemente inundadas con vegetación dispersa	0,5
L. Plata	2	511760	6581015	playas inundadas con arenales	0,5
R. Segundo	158	526910	6575187	estuarios con bancos de lodo sin vegetación emergente	1,0
R. Segundo	5	525695	6575497	estuarios con bancos de lodo sin vegetación emergente	1,0
R. Segundo	11	526249	6575687	estuarios con bancos de lodo sin vegetación emergente	1,0

Puntuación del índice de adecuación de hábitat:

Todos los sitios presentados (tabla 1) fueron seleccionados según el nivel de uso y aquellas áreas que correspondan a un mismo tipo de cobertura presentara el mismo índice de aquellas áreas que fueron evaluadas o censadas. Para esto se siguió el criterio de Banner y Schaller (2001), que indican que si en un sitio se encontraron más de 5 individuos, el índice de idoneidad será igual a 1; por otro lado aquellos sitios donde se encontraron debajo de 5 individuos o simplemente se encontraban en el lugar, el índice de adecuación será de 0,5.

Bibliografía:

- Banner, A. y S. Schaller. 2001. Gulf of Maine Watershed Habitat Analysis, Gulf of Maine Program, Falmouth, ME. USFWS, U.S.
- Bucher, E.H. y G. Herrera. 1981. Comunidades de aves acuáticas de la laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina). *Ecosur* 8(15): 91-120.
- Burger, J. y M. Howe. 1975. Notes on winter feeding behaviour and molt in Wilson's Phalaropes. *The Auk* 92: 442-451.
- Cleveland, A. 1927. Life histories of North American Shorebirds: Woodcocks, Sandpipers, Godwits, Snipes, Phalaropes and Others. Dover Publications, Inc. New York, NY.
- Del Hoyo, J., A. Elliot y J. Sargatal. 1996. Handbook of the birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.
- Helmets, D.L. 1992. Shorebird: Management Manual. Western Hemisphere Shorebird Reserve Network, Manomet, MA.
- Long, L.L. y J.C. Ralph. 2001. Dynamics of habitat use by shorebirds in estuarine and agricultural habitats in Northwestern California. *Wilson Bulletin* 113(1): 41-52.
- Nores, M y D. Yzurieta. 1980. Aves de ambientes acuáticos de Córdoba y centro de Argentina. Secretaria de Estado de Agricultura y Ganadería. Córdoba, Argentina.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2000. US Shorebird Conservation Plan: Lower Mississippi/Western Gulf Coast Shorebird Planning Region. Gulf Coastal Prairie Working Group Mississippi Alluvial Valley/West Gulf Coastal Plain Work Groups. USFWS.US.

Van Gils, J. y P. Wiersma. 1996. Species Accounts. Family Scolopacidae (Sandpipers, Snipes and Phalaropes). En Del Hoyo, J. et al. Handbook of birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.

Gremio Espigador de áreas acuáticas

Feedback: Son bienvenidos todas las sugerencias para mejorar este modelo.

Fecha:

Agosto, 2008

Especies:

Lesser yellow-legs, Pitotoy chico, *Tringa flavipes*.

Área de estudio:

Área de invernada; para la Reserva de uso múltiple Bañados de Río Dulce y Laguna Mar Chiquita.

Distribución:

En la época no reproductiva se los pueden encontrar en los países de Sudamérica como, Argentina, Bolivia, Brasil.

Uso de recursos y forrajeo:

En la época no reproductiva, su dieta incluye una gran variedad de insectos acuáticos como terrestres, incluyendo larvas de dípteros y escarabajos, también se alimentan de gusanos, gasterópodos, pequeños crustáceos y peces. A menudo se los puede observar caminando junto a otros individuos del mismo género como *Tringa melanoleuca*. (Van Gils y Wiersma 1996).

El tipo de forrajeo que presenta este gremio es de tipo espigador de áreas acuáticas (aqua gleaner), aunque se lo puede ver forrajeando en áreas no inundadas (Helmers 1992, Van Gils y Wiersma 1996 y Long y Ralph 2001). Este gremio forrajea en áreas de sustrato húmedo o áreas inundadas hasta 12,5 cm de profundidad, donde buscan sus presas (Bucher y Herrera 1981, Helmers 1992, Van Gils y Wiersma 1996 y USFWS 2000). En algunas situaciones pueden defender sus áreas de forrajeo, cuando están reunidos en bandadas de 20 y 40 individuos (Cleveland 1927 y Van Gils y Wiersma 1996).

Cobertura:

Fuera de la época de cría, se los encuentra en una gran variedad de ambientes, como ser humedales interiores y costeros, además de humedales de pradera, usualmente con vegetación emergente, incluyendo campos inundados y pastizales, áreas de manglares, causes de aguas negras, praderas levemente inundadas, embalses hechos por el hombre, pantanos, lagunas, marismas, y pantanos de agua salada. En sus áreas de invernada se los

puede ver en grandes grupos sobre mareas bajas, y en lagunas (Cleveland 1927, Nores e Izurieta 1980, Weber et al. 1982, Van Gils y Wiersma 1996 y Long y Ralph 2001).

La presencia de vegetación corta y la presencia o ausencia de agua permanente son las características más importantes que influyen en la presencia de esta especie en sus áreas de invernada (Long y Ralph 2001 y Isacch y Martínez 2003), demostrando de esa manera que el incremento de la complejidad del paisaje permite a las aves playeras explotar parches de mayor calidad (Farmer y Parent 1998).

Modelo:

El modelo de hábitat se basó en la abundancia de individuos encontrados en las campañas de campo, y la identificación de ambientes y/o coberturas usados por las aves playeras cuando fueron censadas (tabla 1). Esta información se utilizó para identificar localidades generales usadas por las especies de estudio mediante el uso de imágenes satelitales y otras herramientas que nos ayudan a identificar los ambientes.

Para esto se utilizaron los puntos georeferenciados de cada lugar de censo, convertidos a un radio 3,5 Km, la cual fue utilizada como tamaño de ventana para la identificación de los distintos tipos de ambientes.

Tabla 1. Datos usados para el desarrollo de los modelos de HSI, estos incluyen: sitios de censo, número de individuos encontrados, tipos de coberturas potenciales usados por los playeros migratorios, y el índice de adecuación siguiendo lo propuesto por Banner y Schaller (2001)

Sitio	N°	Coordenadas UTM		Hábitat/Cobertura	Índice de adecuación escala (0-1)
A. Chipion	3	555442	6576627	áreas inundadas con vegetación emergente dispersa	0,5
A. Chipion	9	555319	6577676	playas levemente inundadas	1,0
A. Chipion	3	554549	6577894	playas arenosas no inundadas	0,5
A. Chipion	1	554274	6577574	áreas inundadas con vegetación emergente	0,5
A. Chipion	3	555638	6574315	playas arenosas con presencia de escombros	0,5
A. Chipion	12	555728	6576795	playas arenosas inundadas sin vegetación	1,0
A. Chipion	5	555979	6577288	playas inundadas sin vegetación y bancos de lodo	1,0
A. Chipion	9	555319	6577676	playas inundadas sin vegetación y bancos de lodo	1,0
A. Chipion	6	554982	6577846	playas inundadas sin vegetación y bancos de lodo	1,0
A. Chipion	3	554543	6577924	playas arenosas no inundadas	0,5
A. Chipion	5	554274	6577574	playas inundadas sin vegetación y bancos de lodo	1,0
A. Chipion	13	555574	6575557	playas inundadas sin vegetación y bancos de lodo	1,0
A. Chipion	1	555303	6576611	arroyos poco profundos con vegetación emergente	0,5
A. Chipion	4	555442	6576627	playas arenosas	0,5
A. Chipion	5	555574	6575557	playas arenosas inundadas sin vegetación	1,0
Arroyito	1	474682	6684400	áreas con vegetación emergente	0,5
Arroyito	5	474744	6683596	playas arenosas inundadas sin vegetación	1,0
Arroyito	2	476538	6684771	áreas con vegetación emergente	0,5
Arroyito	3	477094	6686318	áreas con vegetación emergente	0,5
Arroyito	9	474126	6664299	playas inundadas sin vegetación y bancos de lodo	1,0
Arroyito	2	474991	6682792	áreas con vegetación emergente	0,5
Arroyito	7	475239	6684648	playas inundadas sin vegetación y bancos de lodo	1,0
Rinconada	5	475981	6661701	playas inundadas sin vegetación y bancos de lodo	1,0

Rinconada	3	475486	6660217	áreas con vegetación emergente	0,5
Rinconada	5	475672	6662196	áreas inundadas con vegetación dispersa	1,0
Rinconada	9	474187	6663557	áreas inundadas con bancos de lodo	1,0
L. Plata	12	511760	6581015	áreas inundadas con bancos de lodo y playas arenosas	1,0
L. Plata	3	511760	6581015	playas no inundadas	0,5
Miramar	1	531726	6580684	playas arenosas con presencia de escombros	0,5
Miramar	3	532602	6580982	playas arenosas con presencia de escombros	0,5
Miramar	1	533779	6580884	playas arenosas con presencia de escombros	0,5
Miramar	1	534082	6580825	playas arenosas con presencia de escombros	0,5
Miramar	2	534414	6580749	playas arenosas	0,5
Miramar	1	534731	6582278	playas arenosas	0,5
Miramar	3	534758	6583227	áreas levemente inundadas con presencia de vegetación	0,5
Miramar	1	533429	6582531	playas arenosas con presencia de escombros	0,5
Miramar	1	533183	6582640	playas arenosas con presencia de escombros	0,5
Miramar	1	532602	6580982	playas arenosas con presencia de escombros	0,5
Miramar	1	534731	6582278	playas arenosas con presencia de escombros	0,5
Miramar	3	534758	6583227	playas levemente inundadas con bancos de lodo	0,5
Miramar	1	532916	6581063	playas arenosas	0,5
Miramar	4	533555	6580929	Playas arenosas con bancos de lodo	0,5
Miramar	1	534758	6583230	playas arenosas	0,5
Miramar	1	533184	6582641	playas arenosas	0,5
Miramar	3	532916	6581063	áreas levemente inundadas con presencia de vegetación	0,5
Miramar	1	533183	6582640	áreas levemente inundadas con presencia de vegetación	0,5
R. Segundo	7	527847	6575000	estuarios con bancos de lodo	1,0
R. Segundo	4	526155	6575619	estuarios con bancos de lodo	0,5
R. Segundo	6	526249	6575687	estuarios con bancos de lodo	1,0

R. Segundo	1	525817	6576315	playas inundadas con vegetación dispersa	0,5
R. Segundo	2	525798	6576426	playas inundadas con vegetación dispersa	0,5
R. Segundo	5	528252	6576149	áreas levemente inundadas y bancos de lodo	1,0
R. Segundo	3	527847	6575000	arenales cerca de cuerpos de agua	0,5
R. Segundo	12	526020	6575385	estuarios con bancos de lodo	1,0
R. Segundo	1	526155	6575619	playas inundadas con vegetación dispersa	0,5
R. Segundo	7	526249	6575687	estuarios con bancos de lodo	1,0
R. Segundo	4	527522	6576292	playas arenosas	0,5
R. Segundo	3	526452	6575690	áreas con bancos de lodo	0,5
R. Segundo	1	526910	6575187	arenales cerca de cuerpos de agua	0,5
R. Segundo	3	525817	6576315	arenales cerca de cuerpos de agua	0,5
R. Segundo	5	528252	6576149	estuarios con bancos de lodo	1,0

Puntuación del índice de adecuación de hábitat:

Todos los sitios presentados (tabla 1) fueron seleccionados según el nivel de uso y aquellas áreas que correspondan a un mismo tipo de cobertura presentara el mismo índice de aquellas áreas que fueron evaluadas o censadas. Para esto se siguió el criterio de Banner y Schaller (2001), que indican que si en un sitio se encontraron más de 5 individuos, el índice de idoneidad será igual a 1; por otro lado aquellos sitios donde se encontraron debajo de 5 individuos o simplemente se encontraban en el lugar, el índice de adecuación será de 0,5.

Bibliografía:

- Banner, A. y S. Schaller. 2001. Gulf of Maine Watershed Habitat Analysis, Gulf of Maine Program, Falmouth, ME. USFWS, U.S.
- Bucher, E.H. y G. Herrera. 1981. Comunidades de aves acuáticas de la laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina). *Ecosur* 8(15): 91-120.
- Cleveland, A. 1927. Life histories of North American Shorebirds: Woodcocks, Sandpipers, Godwits, Snipes, Phalaropes and Others. Dover Publications, Inc. New York, NY.
- Del Hoyo, J., A. Elliot y J. Sargatal. 1996. Handbook of the birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.
- Farmer, A.H. y A.H. Parent. 1998. Effects of the landscape on shorebird movements at spring migration stopovers. *Condor* 99: 698-707.
- Helmets, D.L. 1992. Shorebird: Management Manual. Western Hemisphere Shorebird Reserve Network, Manomet, MA.
- Issach, J.P. y M.M. Martinez. 2003. Habitat use by non-breeding shorebirds in flooding pampas grasslands of Argentina. *Waterbirds* 26(4): 494-500.
- Long, L.L. y J.C. Ralph. 2001. Dynamics of habitat use by shorebirds in estuarine and agricultural habitats in Northwestern California. *Wilson Bulletin* 113(1): 41-52.
- Nores, M y D. Yzurieta. 1980. Aves de ambientes acuáticos de Córdoba y centro de Argentina. Secretaria de Estado de Agricultura y Ganadería. Córdoba, Argentina.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2000. US Shorebird Conservation Plan: Lower Mississippi/Western Gulf Coast Shorebird Planning Region. Gulf Coastal Prairie Working Group Mississippi Alluvial Valley/West Gulf Coastal Plain Work Groups. USFWS.US.
- Van Gils, J. y P. Wiersma. 1996. Species Accounts. Family Scolopacidae (Sandpipers, Snipes and Phalaropes). En Del Hoyo, J. et al. Handbook of birds of the World: Hoatzin to Auks. Vol. 3, Birdlife International, Lynx Edicions, Barcelona.

Weber, M.J., et al. 1982. Use the prairie wetlands by selected bird species in South Dakota.
Wilson Bulletin 94(4): 550-554.

Anexo III.

Flujograma para el desarrollo de modelos cartográficos de HSI, basado en análisis/procesamiento de las imágenes satelitales y datos de campo.

