



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

BASES DE ECOLOGÍA REPRODUCTORA PARA LA
CONSERVACIÓN DE UNA COLONIA MIXTA DE AVES
ACUÁTICAS EN LA RESERVA ESTATAL CIÉNAGAS Y
MANGLARES DE LA COSTA NORTE DE YUCATÁN

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN MANEJO SUSTENTABLE DE
ZONAS COSTERAS

P R E S E N T A:

ANNA KAREN SCARLETT HUESCA MAYORGA



DIRECTORA DE TESIS:
M. EN C. MARIBEL BADILLO ALEMÁN

Sisal, Yucatán

2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Datos de la alumna

Anna Karen Scarlett Huesca Mayorga

Tel. (55) 26 36 26 52

scarletthuescamayorga@gmail.com

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación Sisal

Lic. en Manejo Sustentable de Zonas Costeras

307167994

Datos del Jurado

Presidente	Dr. Francisco Xavier Chiappa Carrara	
Vocal	Dra. Laura Elena Vidal Hernández	Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación (UMDI) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
Secretaria	M. en C. Maribel Badillo Alemán	
Suplente	M. en MZC. Armando Carmona Escalante	
Suplente	M. en C. José Antonio Barragán Ojeda	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) Unidad Mérida.

Datos del trabajo escrito

“Bases de ecología reproductora para la conservación de una colonia mixta de aves acuáticas en la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán” 92 p, 2017.

“Man is the most insane species. He worships an invisible God and destroys a visible nature. Unaware that this nature he’s destroying is this God he’s worshiping”

Hubert Reeves

Dedico este trabajo con mucho amor a mi familia, especialmente

A mi madre, amiga y compañera

Anabell Mayorga Pérez

A mi abuelito consentido

Roberto Mayorga Perea

Y a mi mejor compañero

Joseph Michael Collins

En memoria de mi abuela

María Martha Pérez Viveros



Agradecimientos

Sin duda alguna, este trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda de una serie de personas que creyeron en mí, y que me apoyaron desde el inicio de esta aventura.

En primer lugar quiero agradecer a una persona que admiro mucho como mujer, como amiga y como mi madre que es, a **Anabell Mayorga Pérez**, que pese a las adversidades hemos salido juntas hacia adelante, y aunque el camino no fue fácil nunca dejó de apoyarme y siempre estuvo conmigo. Gracias por creer en mí ma, esto va por las dos. Te amo *mom*.

A mi familia Mayorga, que aunque hemos estado lejos y dispersos siempre me han apoyado y han estado al pendiente de mí en todo momento. Quiero agradecer en especial a mi abuelo **Roberto Mayorga** por sus palabras de aliento, por ser mi ejemplo de lucha, por ser mi mejor vitamina y por compartirme su alegría. Te amo abuelo. Y ¡claro! a mi tío Robert y a Jessy por su apoyo y compañía en mi estancia en Yucatán ¡los quiero mucho!

A **Joe M. Collins**, por ser parte de esta travesía, por estar conmigo en las buenas y en las malas sin importar la distancia; gracias por alentarme a seguir adelante en mi carrera, por apoyarme en cada una de mis decisiones, y por ser mi mejor compañero. Te amo.

A mis amigos del alma y de toda la vida, que me ayudaron a tomar esta decisión y que pese a las distancias siempre estuvieron conmigo, los amo (“las Maries” **Lía Luna y Kenia Zaire, Aisha Meneses, Yolanda Ruíz, Juan, Peter, Kike y Lalo**).

A mis *carnales*, vecinos, roomies, compas de fiesta, compañeros de clase y de aventura la **séptima generación**, que crecimos juntos en estos cuatro maravillosos años. Gracias por hacer de las prácticas de campo en vacaciones, por hacer de los círculos de estudio en fiestas y reuniones inmemorables, por hacer de las tareas individuales en divertidos trabajos en equipo y por hacer de la carrera simplemente mi mejor experiencia: a **Javiers** –mi por siempre roomie favorito-, **Vale, Katya, Marianita, Rodrigo Don, Jeanine, Artur, Diego, Dany, Rodriguín, Perla, Omar, Rosa, “Champions”** y a **Cesar Omar** por regalarnos tantas risas...

Quiero agradecer infinitamente a mi directora de tesis la M. en C. **Maribel Badillo Alemán**, no sólo por su apoyo técnico en el laboratorio de ecología, sino también por haberme guiado a lo largo de este proceso, por dejarme ser, por escucharme y comprenderme, no sólo en mi vida académica sino también en mi vida personal. La estimo muchísimo.

A mi grupo de asesores de tesis: a la Dra. Laura Vidal por sus valiosas observaciones, y por su guía durante mi formación en la carrera, que –no es por echarle flores- pero fue lo mejor que nos pudo haber pasado en la licenciatura; al Dr. Xavier Chiappa por sus recomendaciones, y por su valiosa guía. Lo admiro mucho; al M. en C. Armando Carmona por su apoyo, te admiro y te estimo mucho. Tus observaciones fueron clave para sacar adelante este trabajo.

Y claro al M. en C. Antonio Barragán que me ayudó y estuvo al pendiente de mi tesis en todo momento, además de ser un gran amigo. Se te quiere Toño.

Al M. en C. Alfredo Gallardo Torres por el apoyo técnico durante el trabajo de campo y muy especialmente a la Dra. Patricia Guadarrama por el apoyo técnico en el laboratorio de ecología de zonas costeras y por sus palabras de aliento. Se le estima doctora.

A los hermanos Fernando y Enrique Mex Esquivel por su apoyo y guía durante los muestreos, y por hacer amenas aquellas prácticas de campo. Se les estima.

A la Dra. Elsa Mariño de la Facultad de Química, UNAM, al Dr. Rodolfo Rioja Nieto de la UMDI Sisal, y al MVZ. Luis Antonio Méndez González jefe de departamento de conservación de ecosistemas de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Estado de Yucatán por la valiosa información bibliográfica proporcionada.

A mis hermanitos del Laboratorio de Ecología de Zonas Costeras con quienes compartí momentos de risas Katya Torres, Esteban Contreras, Carlos alias “Gargamel” y a Luis Salinas por sus maravillosos consejos y por sus fantásticas fotografías, se te quiere negrito.

Y muy importante también al apoyo financiero obtenido mediante los proyectos PAPIIT (IN219515), PAPIME (PE207216) y (PROMEP 103.5/12/2122); y al programa de apoyo a proyectos para la innovación y mejoramiento de la enseñanza (PAPIMEPE204012) por la beca otorgada durante la realización de la tesis.

Y finalmente a mi *alma mater* la **Universidad Nacional Autónoma de México**, por haberme formado estos siete maravillosos años con la mejor educación que existe en el país y en América Latina, donde no solo me permitió desenvolverme y crecer profesionalmente sino también como ser humano. En definitiva haber estudiado en la UNAM ha sido la mejor experiencia de mi vida.

Por mi raza hablará el espíritu

Contenido

1. Introducción.....	1
2. Marco teórico	3
2.1 Áreas Naturales Protegidas	3
2.2 Diversidad de aves en México.....	8
2.3 Diversidad de aves en la península de Yucatán	9
2.4 Aves acuáticas costeras en México	12
2.5 Amenazas para la avifauna mexicana	14
2.6 Conservación y aprovechamiento de aves en México	19
3. Justificación	23
4. Objetivos	25
5. Área de estudio.....	26
5.1 Petén Homochén.....	31
6. Metodología	32
6.1 Composición de las especies de aves acuáticas anidantes.....	32
6.2 Abundancia y cronología de anidación.....	32
6.3 Variables ambientales.....	33
6.4 Identificación de amenazas	33
6.5 Recomendaciones para la conservación y aprovechamiento de las aves acuáticas	33
7. Resultados	34
7.1 Composición de especies	34
7.2 Abundancia de nidos	35
7.3 Temporada de anidación por especie.....	38
7.4 Cronología de anidación	43
7.5 Variables ambientales.....	44
7.6 Amenazas.....	46
8. Discusión	51
8.1 Composición específica de la colonia mixta de aves acuáticas anidando en el petén Homochén	51

8.2	Abundancia de anidación	53
8.3	Cronología de anidación vs patrones hidrológicos	54
8.4	Amenazas. Panorama general.....	57
8.5	Conservación y aprovechamiento de aves	66
9.	<i>Línea estratégica para la protección del área crítica Homochén.....</i>	71
1.	PROTEGER Y RECUPERAR A LAS ESPECIES PRIORITARIAS	72
2.	CONSERVAR LOS HÁBITATS CRÍTICOS Y ASEGURAR EL FUNCIONAMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS.....	73
3.	REDUCIR LA MORTALIDAD DE LAS AVES	75
4.	GENERAR Y DIFUNDIR EL CONOCIMIENTO	76
5.	AMPLIAR Y FORTALECER LAS ALIANZAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES ACUÁTICAS	77
10.	<i>Conclusión</i>	79
11.	<i>Literatura Citada.....</i>	81
12.	<i>Anexos.....</i>	90

Índice de figuras

FIGURA 1. FESTIVAL ALAS DE YUCATÁN, EN SISAL, YUCATÁN 2016.....	22
FIGURA 2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	27
FIGURA 3. VISTA PANORÁMICA DEL PETÉN HOMOCHÉN.....	31
FIGURA 4. IMAGEN SATELITAL DE LA CIÉNAGA HOMOCHÉN.....	31
FIGURAS 5. ESPECIES QUE COMPONEN LA COLONIA MIXTA DE AVES ACUÁTICAS ANIDANTES EN EL PETÉN HOMOCHÉN, YUCATÁN.	35
FIGURA 6 . PORCENTAJE TOTAL DE NIDOS POR ESPECIE.	36
FIGURA 7. ABUNDANCIA DE NIDOS DE LA COLONIA MIXTA DE AVES ACUÁTICAS EN EL PETÉN HOMOCHÉN, PERÍODO 2013-2014.....	37
FIGURA 8. NÚMERO DE ESPECIES EN LOS MESES MUESTREADOS DEL 2014.....	37
FIGURA 9. CRONOLOGÍA DE ANIDACIÓN POR ESPECIE DEL GREMIO DE AVES PISCÍVORAS EN EL PETÉN HOMOCHÉN, PERÍODO 2013-2014.....	42
FIGURA 10. CRONOLOGÍA DE ANIDACIÓN DE LA COLONIA MIXTA DE AVES ACUÁTICAS Y DEL ICTÉRIDO Q. MEXICANUS, DE SEPTIEMBRE DEL 2013 A OCTUBRE DEL 2014.....	43
FIGURA 11. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PROFUNDIDAD Y SUS VARIACIONES EN UN CICLO ANUAL EN LA CIÉNAGA HOMOCHÉN.....	45
FIGURA 12. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA SALINIDAD Y SUS VARIACIONES EN UN CICLO ANUAL EN LA CIÉNAGA HOMOCHÉN.	45
FIGURA 13. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA TEMPERATURA Y SUS VARIACIONES EN UN CICLO ANUAL EN LA CIÉNAGA HOMOCHÉN.....	46
FIGURA 14. PRINCIPALES AMENAZAS PARA LA COLONIA DE AVES ACUÁTICAS EN EL PETÉN HOMOCHÉN.	47
FIGURA 15. GUÍA PARA LA INSTRUMENTACIÓN DE LA OBSERVACIÓN DE AVES EN LA RECMCNY.....	65
FIGURA 16. LÍMITE MÁXIMO DE INUNDACIÓN DE LA PORCIÓN OCCIDENTAL DE LA RECMCNY ESTIMADO A PARTIR DE LOS VALORES DEL ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN (NDVI)..	70
FIGURA 17. ESTRATEGIAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES ACUÁTICAS EN LA RECMCNY..	71

Índice de tablas

TABLA 1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE YUCATÁN.....	5
TABLA 2. LISTA DE ESPECIES QUE COMPONEN LA COLONIA MIXTA DE AVES ACUÁTICAS ANIDANTES EN EL PETÉN HOMOCHÉN.....	34
TABLA 3. REGISTRO DE NÚMERO DE NIDOS DE LA COLONIA MIXTA DE AVES ACUÁTICAS EN OTROS SITIOS.....	54

Anexos

MAPA 1. PROPUESTA DEL POLÍGONO PARA DELIMITAR LA SUBZONA NÚCLEO DE USO RESTRINGIDO EN LA PORCIÓN OCCIDENTAL DE LA RECMCNY.....	68
MAPA 2. LOCALIZACIÓN DE LA RECMCNY.....	91
MAPA 3. CARACTERIZACIÓN DE LA RECMCNY.....	92

Resumen

Las áreas de humedales en México han experimentado una notable disminución y destrucción en los últimos años, lo cual ha afectado negativamente a algunas especies y las ha llevado a ser catalogadas como especies amenazadas o en peligro de extinción. En particular para la avifauna acuática, esta destrucción ha provocado la pérdida de su hábitat y de sus sitios prioritarios para su reproducción. El objetivo de este estudio fue obtener la cronología de anidación de una colonia mixta de aves acuáticas en el petén Homochén, Sisal ubicado dentro de la *Reserva Estatal de Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán*, así como la identificación de las principales amenazas que ciernen a estas aves, para proponer acciones concretas para su conservación. Se complementaron los datos con Contreras-Navarrete (2016) para tener un año de estudio. Se realizaron visitas al petén Homochén a partir de septiembre del 2013 hasta octubre del 2014, para contabilizar el número de nidos de las especies que se reproducen en el sitio. Se registró un total de 10 especies de aves acuáticas anidando en la zona: *Platalea ajaja*, *Phalacrocorax brasilianus*, *Phalacrocorax auritus*, *Egretta thula*, *Egretta rufescens*, *Egretta tricolor*, *Cochlearius cochlearius*, *Ardea alba*, *Eudocimus albus* y *Nycticorax nycticorax*. El pico en la serie temporal de anidación se presentó en abril con un total de 1,037 nidos y 9 especies anidantes. En los meses de julio, septiembre y octubre no se registraron aves anidando. La garza *E. thula* presentó el mayor número de nidos (n=862) a lo largo del estudio, seguido de *E. rufescens* con 800 nidos. Los resultados mostraron que el petén Homochén es un sitio vital para la reproducción de la avifauna acuática de la región, como es el caso de *E. rufescens* que se encuentra “casi amenazada” de acuerdo con la lista roja de la UICN y sujeta a “protección especial” en la NOM-059-SEMARNAT- 2010. Asimismo, se identificó que los disturbios humanos por el aprovechamiento cinegético dentro de la zona de anidación, además de la depredación de los huevos por el zanate *Q. mexicanus*, y los fuertes vientos por la temporada de “nortes” son las principales amenazas que enfrenta la colonia mixta de aves acuáticas durante la temporada de cría en la zona de estudio. Estos resultados son básicos para elaboración de una propuesta de manejo de conservación de la reserva.

Palabras clave: colonia mixta de aves acuáticas, reproducción, áreas naturales protegidas, servicios ambientales, amenazas, Yucatán.

Abstract

Wetland areas in Mexico have experienced a marked decline and destruction in recent years, which has negatively affected some species and has led them to be listed as threatened or endangered. In particular, for water birds this destruction has caused the loss of their habitat and priority sites for reproduction. The aim of this study was to determine the chronology of nesting guild piscivorous water birds in the Petén Homochén that serve to help us propose concrete conservation actions on the reservation. Sisal is located within the Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. Ten visits to Petén Homochén were conducted between the months of April to October 2014, to count the number of nests by species that reproduce throughout this period at the site, and identify the problems that occur in the area. Nine species were documented: *Platalea ajaja*, *Phalacrocorax brasilianus*, *Egretta thula*, *Egretta rufescens*, *Egretta tricolor*, *Cochlearius cochlearius*, *Ardea alba*, *Eudocimus albus* y *Nycticorax nycticorax*. The peak nesting period was in April with a total of 1,037 and 9 nesting species. In July, September and October no water birds were nesting. The *E. thula* had the highest number of nests (n = 862) throughout the study, followed by *E. rufescens* with 800 nests. The results showed that Petén Homochén is a vital breeding site for water birds in the region, such as the *E. rufescens* were found to be near threatened (NT) on the IUCN Red List and subject to special protection in the NOM-059-SEMARNAT-2010. It was also observed that human disturbance by hunting and fishing within the nesting area, besides predation of eggs by *Q. mexicanus*, and strong winds from the north are the main threats facing the guild of waterfowl during the breeding season in the study area. These results are essential for developing a proposal for conservation management on the RECMCNY.

Keywords: diverse bird colonies, reproduction, protected natural areas, environmental services, Yucatan, Mexico.

1. Introducción

Las zonas costeras son espacios geográficos de interacción entre el medio acuático, terrestre y la atmósfera, donde albergan ecosistemas que son considerados entre los de mayor productividad y complejidad del planeta (Lara-Lara *et al.*, 2008). En estos ecosistemas ocurren procesos físicos, químicos, geológicos, biológicos, ecológicos y socio-culturales que resultan importantes para el desarrollo cultural, económico y en la producción de alimentos.

México posee una vasta extensión de litoral costero de 11,208 km, de los cuales 340 km se encuentran en Yucatán (INEGI, 2011). Entre los principales ecosistemas costeros de Yucatán se encuentran las lagunas costeras, ciénagas, manglares, selva baja inundable y petenes, que desde el punto de vista ecológico son el hábitat natural para una variedad de especies de vida silvestre por poseer y brindar sitios de refugio a aves migratorias y endémicas; por ser una zona de protección, crecimiento y desarrollo de peces, crustáceos y moluscos; y por ser zona de refugio para pequeños mamíferos, así como para una gran variedad de reptiles y anfibios, la mayoría de ellos bajo algún estatus de protección a nivel nacional e internacional (DOGEY, 2013).

Toda la zona costera de Yucatán se encuentra en alguna categoría de protección bajo el esquema de Área Natural Protegida (ANP), de las cuales 4 ANP son de carácter federal y 9 ANP decretadas por la entidad federativa (Ruiz-Barranco & Arellano-Morín, 2010). Estos sitios fueron declarados como ANP para preservar y restaurar espacios físicos naturales en donde los ambientes originales no han sido suficientemente alterados por actividades antropogénicas, con la finalidad de preservar su biodiversidad y que por su estructura y función permiten la recarga del acuífero. Sus características eco-geográficas, contenido de especies, bienes y servicios ambientales y culturales que proporcionan a la población, hacen que sea imprescindible su preservación.

Actualmente Yucatán posee un total de 127,172.89 ha protegidas bajo la administración estatal -lo que equivale al 3.24 % de la superficie total del Estado- (SEDUMA, 2016). Dentro del territorio yucateco protegido, se encuentra la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán (RECMCNY). Dicha reserva es una franja de costa de 54,776.726 ha y

se ubica entre la Reserva Estatal Dzilam y la Reserva Estatal El Palmar. Entre los paisajes naturales que integran a esta reserva se encuentran la duna costera, lagunas, ciénagas, manglares y petenes (DOGEY, 2013). Estos últimos, son un importante banco genético y funcionan como área de dispersión de semillas, también representan un importante hábitat para la fauna silvestre debido a que tienen la función de ser abrevaderos naturales.

Un grupo de especies que dependen de estos ecosistemas en la costa norte de Yucatán son las aves acuáticas migratorias y residentes. La avifauna no sólo representa un valor natural y cultural, sino que además tienen un valor ecológico e incluso económico –como el aprovechamiento cinegético y la observación de aves, que generan ingresos económicos importantes para una zona o región (CCA, 1999)- por lo cual necesitan un manejo adecuado.

Infortunadamente, en las últimas décadas Yucatán se ha enfrentado a diferentes presiones ambientales, debido al crecimiento poblacional y su consecuente demanda de recursos y servicios de los ecosistemas (Hernández, 2010). Debido a la continua promoción de actividades como la ganadería extensiva, intensificación agrícola y el crecimiento urbano desorganizado, Yucatán ha perdido alrededor del 30% de su cobertura vegetal, dando como resultado la fragmentación de muchos de los hábitats críticos¹ para las aves (Hernández, 2010; Herrera-Silveira, Comín, & Capurro, 2000).

Aunado a esto, en la actualidad prácticamente no se cuenta con antecedentes o información sistemática y de largo plazo sobre el estado actual y tendencias de las poblaciones de especies de aves. El conocimiento de los hábitats críticos para las aves, así como los aspectos sobre su biología reproductora y trófica son fundamentales para la implementación de estrategias adecuadas de conservación (Gaston, 1994; Mace, 1994; Seoane, Bustamantes, & Días, 2004).

Una forma de priorización o jerarquización de áreas para la conservación de las aves, ha consistido en identificar las áreas más ricas en cuanto al número total de especies o bien a los grupos con la mayor vulnerabilidad a la extinción (Ceballos & Márquez-Valdelamar, 2000). Por

¹ Sitios importantes de los que las aves dependen para reproducirse, alimentarse y descansar (Hernández-Vázquez, 2005)

esta razón, en este trabajo se estudió la cronología de anidación, número de especies presentes y la abundancia de las especies que componen la colonia mixta de aves acuáticas que se reproducen en el petén Homochén ubicado dentro de la RECMCNY. Esta información aportará elementos útiles en la elaboración de estrategias de manejo encaminadas a la conservación, protección y aprovechamiento de este grupo de aves dentro de la reserva.

2. Marco teórico

2.1 Áreas Naturales Protegidas

Como respuesta al severo deterioro ambiental, en México se ha ido conformando una política ambiental con criterios de protección y conservación, con la cual se ha logrado consolidar instrumentos como el de las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Estas junto con otras modalidades de conservación, constituyen un valioso instrumento de política ambiental para salvaguardar la riqueza biológica y para llevar a cabo acciones para la preservación de la biodiversidad.

Las ANP son porciones terrestres o acuáticas destinadas a la conservación de la biodiversidad, representando los diversos ecosistemas del territorio nacional, donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad antropogénica y requieren ser preservadas y restauradas (CONANP, 2016). Tienen como objetivo primordial, mantener la estructura y los procesos ecológicos que permitan una calidad ambiental adecuada, y con ello un mejor nivel de vida para los pobladores de las mismas, así como salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, particularmente las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción (Diario Oficial de la Federación, 2016).

Las ANP se crean mediante un decreto presidencial o través de la certificación de un área cuyos propietarios deciden dedicar a la conservación y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas y se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, los programas de ordenamiento ecológico y los respectivos programas de manejo. Están sujetas a regímenes especiales de protección,

conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley (CONANP, s.f.)

Las ANP se pueden encontrar bajo jurisdicción federal – bajo la administración de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), que cuenta con 177 áreas naturales, representando más de 25,628,239 ha- y estatal - bajo la administración de secretarías o institutos ambientales de los gobiernos de los estados-, así como municipal, comunitaria, ejidal y privada, abarcando en conjunto 9.85% de la superficie terrestre de México (Bezaury-Creel & Gutiérrez-Carbonell, 2009). Este porcentaje de superficie es inferior al porcentaje promedio de cobertura de áreas protegidas en todo el mundo, el cual en 2003 representaba 11.5% de la superficie terrestre del planeta (Chape *et al.* 2003).

El estado de Yucatán cuenta con cuatro ANP federales, siete estatales y una municipal (ver tabla 1). Las ANP estatales equivalen al 4.64 % de la superficie total del Estado, bajo la administración del gobierno del Estado a través de la Dirección de Conservación de la Biodiversidad de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA), la cual tiene la facultad de establecer, regular, administrar y vigilar las áreas naturales protegidas; y aplicar los instrumentos de la política ambiental previstos en esta Ley, así como también preservar y restaurar el equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realice en bienes y zonas de jurisdicción estatal.

Independientemente de los beneficios tanto ecológicos como paisajísticos, las ANP proporcionan además oportunidades de recreación, empleo, así como espacios para la investigación científica, y la educación ambiental (CONABIO, s.f.). Estas áreas no sólo benefician a los pobladores de las comunidades aledañas, sino también a la región, al país y al planeta en sí.

Tabla 1. Áreas Naturales Protegidas de Yucatán.

ANP	Superficie ha
ESTATALES	
Reserva Estatal El Palmar	50177.39
Reserva Estatal de Dzilam	69039.29
Parque Estatal Lagunas de Yalahau	5683.28
Área Natural Protegida de Valor Escénico, Histórico y Cultural San Juan Bautista Tabi y Anexa Sacnité	1355.74
Parque Nacional Dzibilchaltún	539.43
Parque Estatal de Kabah	949.76
Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán	54776.73
TOTAL	182521.62
MUNICIPALES	
Reserva Cuxtal	10757
TOTAL	10757
FEDERALES	
Parque Nacional Arrecife Alacranes	333768.5
Área de protección de Flora y Fauna Punta Laguna Otoch Ma´ax Yetel Koo	5367
Reserva de la Biosfera Ría Celestún	81482.33
Reserva de la Biosfera Ría Lagartos	60347.82
TOTAL	480965.65
TOTAL ESTATAL	674244.27

Por desgracia, muchas de las ANP se encuentran expuestas al deterioro ambiental, pues se han visto severamente amenazadas por diversos factores antrópicos y naturales (Brenner, 2010). Los asentamientos humanos irregulares, la falta de ordenamiento y regulación en los cambios de uso de suelo; la tala ilegal de árboles y extracción comercial clandestina de recursos vegetales; la cacería furtiva de fauna silvestre –que en muchos casos se trata de fauna endémica-; la ocurrencia de incendios forestales ,el establecimiento de sitios de disposición final de residuos clandestinos, tanto cerca de los cuerpos de agua, como dentro

de las áreas de fragilidad ambiental; las perturbaciones del ecosistema ocasionadas por fenómenos naturales cíclicos –como los huracanes, nortes, mareas rojas, que a su vez se han intensificado y han ocurrido con mayor frecuencia gracias al cambio climático – son sólo algunas de las presiones que afectan a estas las ANP (Ruiz-Barranco & Arellano-Morín, 2010) .

Esta realidad refleja que muchas de nuestras ANP en México, continúan siendo de «papel» pues bien, aunque la mayoría de ellas han recibido “protección legal” mediante los decretos, realmente no se han podido llevar a la práctica, debido a que no cuentan con suficiente vigilancia, recursos financieros, humanos, y lo más grave aún es que, no cuentan con planes o programas de manejo que regulen las actividades que se llevan dentro de las áreas y que permitan usar y conservar su riqueza biológica (Jiménez, Smith, & Echegaray, 1998).

Actualmente, de las 12 ANP de Yucatán tres no cuentan con programas de manejo: la Reserva Estatal el Palmar, el Parque Nacional Dzibilchaltún – donde ambas se encuentran en proceso de actualización-,y la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

Una parte fundamental en los programas de conservación y manejo, es la zonificación del área, pues a partir de este proceso se establecen las medidas correspondientes para cada espacio geográfico, esto con el objeto de prevenir, controlar, mitigar, corregir y, en su caso, revertir los desequilibrios ocasionados por las actividades humanas no sustentables.

De acuerdo a la LGEEPA, la zonificación es definida como el instrumento técnico de planeación que puede ser utilizado para el establecimiento de las ANP, que permite ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del suelo, de su uso actual y potencial (Diario Oficial de la Federación, 2016). Para poder delimitar las ANP, es necesario identificar cuáles son sus objetos de conservación, su grado de sensibilidad, sus peculiaridades, así como los impactos y amenazas que permitirán identificar aquellas zonas que necesitan intervención para remediar o neutralizar sus problemáticas (Hooker, 2011).

Algunos de los criterios más utilizados a nivel internacional para realizar la zonificación de las ANP son: a) áreas de reproducción, refugio y alimentación para aves, mamíferos terrestres,

tortugas marinas y reptiles; b) áreas representativas de hábitat –dunas, manglar, guano, etc.-; c) presencia de objetos de conservación –especies amenazadas-; d) presencia de especies clave/ingeniera²; e) endemismos y distribución restringida; f) bancos naturales (Hooker, 2011). Mientras que para la RECMCNY, con base en el Artículo 3 de su decreto, las categorías y criterios para definir la zonificación y establecer la planeación de manejo y conservación son las siguientes:

I. Zona Núcleo. Superficies mejor conservadas o bien poco alteradas, que alojan ecosistemas o fenómenos naturales y procesos geohidrológicos de especial existencia, o especies de flora y fauna que requieran protección especial. Las zonas núcleo se dividen en dos subzonas:

- a) **Protección especial.** Son superficies que han sufrido poca alteración y poseen ecosistemas relevantes y frágiles que requieren de un cuidado especial para asegurar la conservación;
- b) **Uso restringido.** Aquellas superficies en buen estado de conservación donde se busca mantener las condiciones actuales de los ecosistemas e incluso mejorarlas en los sitios que así lo requieran y en las que se podrán realizar excepcionalmente actividades de aprovechamiento que no modifiquen los ecosistemas y que se encuentren sujetas a estrictas medidas de control.

II. Zona de Amortiguamiento. Superficies que serán destinadas al desarrollo sustentable, creando condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de la reserva a largo plazo. Se divide en cuatro subzonas:

- a) **Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.** Son aquellas superficies en que los recursos naturales pueden ser aprovechados bajo esquemas de aprovechamiento sustentable;

² Las especies clave tienen un efecto relevante sobre la estructura de la comunidad biológica en la que vive. La desaparición de estas especies altera la estructura de las redes tróficas, y sus efectos se propagan en cascada por dichas redes. La especie ingeniera es de la cual dependen de ella en gran medida toda una comunidad, por servir como sustrato u hospedero a una comunidad. Su desaparición conlleva a su vez la desaparición o afección directa de la comunidad biológica asociada (Hooker, 2011).

- b) **Aprovechamiento especial.** Superficies de vegetación con cierto grado de conservación, con presencia de recursos naturales, que deben de ser aprovechadas sin deteriorar el ecosistema, dentro de umbrales adecuados y permisibles de uso. Las actividades que se podrían llevar a cabo son ecoturismo, pesca artesanal y de subsistencia.
- c) **Uso público.** Superficies con atractivos naturales para la realización de actividades de recreación y esparcimiento, donde es posible mantener concentraciones de visitantes, en los límites que se determinen con base en la capacidad de carga de los ecosistemas. Se podrán hacer desarrollos de infraestructura de bajo impacto acorde al Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán (POETCY), sujetos a las autorizaciones y permisos correspondientes en materia de uso del suelo y ambiental;
- d) **Recuperación.** Son superficies que han sido severamente alterados o modificados, y que serán objeto de programas de recuperación, rehabilitación y restauración de los ecosistemas y hábitats presentes, promoviéndose la investigación, el monitoreo y la educación ambiental, previa autorización correspondiente. En dichas zonas, el uso será restringido, hasta que la recuperación de tales sitios haya sido completada con éxito.

2.2 Diversidad de aves en México

A la fecha se tiene el registro de alrededor de 10, 507 especies de aves en todo el mundo, de las cuales México cuenta con aproximadamente entre 1, 123 (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014) y 1, 150 especies (Gill & Donsker, 2013), que corresponde cerca del 11% total del mundo. Dada a esta riqueza avifaunística con la que cuenta México, se posiciona en el onceavo lugar entre los países más megadiversos del mundo y en el cuarto lugar en cuanto a la proporción de especies endémicas (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014)

De las especies endémicas, México cuenta con un total de 212 especies, es decir el 20% son únicas de nuestro país (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014). De acuerdo con la American Ornithologists' Union (2013) y de la International Ornithological Committee (Gill & Donsker, 2013) de la avifauna total en México, el 74% de las especies son terrestres, el 24% corresponde

a aves acuáticas y sólo el 2% corresponden a las aves acuáticas-terrestres (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014).

Por otro lado, Navarro-Sigüenza y colaboradores (2014) indicaron que los estados de Oaxaca, Veracruz y Chiapas son los más ricos en especies de aves según los patrones geográficos en el país, con 736, 719 y 611 especies respectivamente, mientras que los estados menos diversos son aquellos de menor área y complejidad ecológica, tales como la Ciudad de México con 243, Tlaxcala con 241 y Aguascalientes con 240 especies.

Asimismo, podemos encontrar los mayores porcentajes de concentración de la avifauna en la vegetación asociada a tierras bajas, como la selva alta perennifolia (29%) y la selva baja caducifolia (24%); mientras que los ambientes acuáticos como los lagos de agua dulce, estanques (6.7%), las aguas costeras (5.4%) y pelágicas (3.3%) adquirieron valores bajos de riqueza; asimismo, los ambientes de elevaciones mayores tales como los bosques de pino-encino (19.5%), mesófilo de montaña (18%) y de pino (9.5%) adquirieron valores intermedios de riqueza (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014).

2.3 Diversidad de aves en la península de Yucatán

La vertiente del Golfo de México y la península de Yucatán son unas de las regiones donde existe una mayor concentración de especies de aves en el país. Para el estado de Yucatán, Chablé y colaboradores (2005) reportan una riqueza de aves de alrededor de 456 especies, las cuales están incluidas en 22 órdenes, 68 familias y 275 géneros, que equivalen al 43% de la avifauna nacional. Dicha riqueza se le atribuye a tres factores principalmente: el primero de ellos asociado a la diversidad de ambientes costeros y la presencia de hábitat críticos; segundo, a la presencia de agua salobre en la región que favorece el crecimiento de especies de vegetación acuática sumergida, que sirven de alimento importante para las aves acuáticas que llegan durante el invierno. Y por último, a su situación geográfica, ya que es utilizada como zona de paso durante la migración y como lugar para permanecer durante el invierno (Correa & García, 1993).

En 1993, los autores Correa-Sandoval y García-Barrón describieron que el 70 % de las especies de aves migratorias reportadas para México llegan a la costa oeste y norte de la Península de Yucatán. Por otro lado, debido a la importancia de la península de Yucatán como corredor biológico para un gran número de aves migratorias, residentes y endémicas, por brindar sitios de parada, descanso, de crianza y anidación; dentro de las 17 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) en México, 5 corresponden a la costa norte de Yucatán (CONABIO, s.f.). Asimismo entre las ANP que forman parte del Corredor Biológico Mesoamericano se encuentran Ría Celestún, Ría Lagartos, El Palmar, Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán y Dzilam de Bravo todas ellas pertenecientes a la costa norte de Yucatán.

A pesar de la gran diversidad de aves presentes en Yucatán y de que autores como Faanes & Lingle (1995), Furness, Greenwood & Jarvis (1993) y Velando & Freire (1999), aseguran que las aves son buenas indicadores de la calidad del hábitat -debido a que son altamente sensibles a los cambios ambientales-, los trabajos realizados sobre la avifauna en esta región son relativamente escasos. La mayoría de los trabajos se centran en describir la presencia de especies residentes, migratorias y endémicas (Greenberg, *et al*; 1993) o contribuyen a la realización de listados taxonómicos con el reconocimiento de patrones de distribución de la riqueza y endemismo, o bien como guías de identificación (Badillo-Alemán *et al*; 2014; Howell, 1995; Llamosa- Neuman, 2008; C. Peterson, 1989).

Uno de los sitios importantes para las aves acuáticas en Yucatán es la Ría Celestún, donde Berlanga & Wood (1996) lograron identificar 271 especies, que corresponden a 50 familias, 102 especies migratorias (48%) y 169 residentes (52%); de las cuales 14 se consideran endémicas; 8 especies están sujetas a protección especial; 27 especies raras³ y 21 especies amenazadas.

Asimismo, la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos es un área importante para la avifauna yucateca. Actualmente es reconocida como un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) (CONABIO, 2002), ya que es la principal zona de anidación de flamenco rosa

³ Se considera a una especie rara, aquella cuyas poblaciones son biológicamente viables pero son escasas de manera natural, su área de distribución es reducida, o están restringidas a hábitats muy específicos.

del caribe (*Phoenicopterus ruber ruber*) en México. Dentro de esta reserva existen alrededor de 333 especies de aves (177 residentes, 142 migratorias y 14 son residentes-migratorias), de las cuales 4 se encuentran en peligro de extinción⁴ (P), 24 amenazadas⁵ (A), 32 son consideradas especies raras, 8 se encuentran bajo protección especial⁶ (Pr) y 2 como especies endémicas de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las familias Phalacrocoracidae (cormoranes), Ardeidae (garzas), Ciconiidae (cigüeñas), Rallidae (gallinitas de agua) y Alcedinidae (martín pescador) también son representativas, debido a que habitan dentro del sistema de humedales costeros del área natural protegida. Dicha reserva se ha caracterizado por ser una zona importante para la anidación del flamenco rosa del caribe (*Phoenicopterus ruber ruber*) junto con Ría Celestún representan los principales sitios de alimentación de esta especie en el país (Arizmendi & Márquez, 2000).

En las islas del Arrecife Alacranes se han reportado 116 especies de aves entre residentes, migratorias y visitantes, de las cuales 4 se consideran especies amenazadas, 4 sujetas a protección especial y 2 en peligro de extinción de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Entre las especies amenazadas se encuentra el gavilán pajarero *Accipiter striatus*, el halcón peregrino *Falco peregrinus* y el ave playera chorlito silvador *Charadrius melodus*. Cabe destacar que el Arrecife Alacranes está considerado como un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), con categoría de importancia global (NA4-C Bird Life International)(CONANP, 2006).

⁴ Estas especies son aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros (SEMARNAT, 2010).

⁵ Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, disminuyendo directamente el tamaño de sus poblaciones (SEMARNAT, 2010).

⁶ Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas (SEMARNAT, 2010).

2.4 Aves acuáticas costeras en México

Existen diversas definiciones sobre las aves acuáticas, pero una de las más empleadas y difundidas es la de la Convención de Ramsar, la cual define a las aves acuáticas como “*especies de aves que ecológicamente dependen de los humedales*” (Wetlands International, 2006), como por ejemplo, las especies de las familias *Podicipedidae*, *Pelecanidae*, *Phalacrocoracidae*, *Anhingidae*, *Ardeidae*, *Ciconiidae*, *Threskiornithidae*, *Phoenicopteridae*, *Anhimidae*, *Anatidae*, *Aramidae*, *Rallidae*, *Heliornithidae*, *Eurypygidae*, *Jacaniidae*, *Haematopodidae*, *Recurvirostridae*, *Burhinidae*, *Charadriidae*, *Scolopacidae*, *Laridae*, *Sternidae* y *Rynchopidae*. Otras familias consideradas como “acuáticas” por Wetlands International (2006) incluyen algunas “aves marinas” tales como: *Spheniscidae*, *Phaethontidae*, *Sulidae*, *Fregatidae* y *Stercorariidae*.

De acuerdo con la International Ornithological Committee (IOC), un 24% de las aves en México corresponden a aves acuáticas (Gill & Donsker, 2013), las cuales se distribuyen a lo largo de los ecosistemas costeros. Entre los ambientes acuáticos con mayor riqueza de éstas aves destacan: los lagos de agua dulce y estanques (6.7%), las aguas costeras (5.4%) y las aguas pelágicas (3.3%) (Navarro-Sigüenza y colaboradores, 2014).

A pesar de que en nuestro país la mayoría de las especies de aves presentes en los diferentes tipos de vegetación corresponden a aves residentes, en algunos ambientes acuáticos muestran lo opuesto; de acuerdo con Navarro-Sigüenza y colaboradores (2014), a lo largo de las costas y playas, el mayor porcentaje de especies corresponde a las aves migratorias, mientras que en playas rocosas, lagos de agua dulce y aguas costeras, el porcentaje es equitativo.

En México se han realizado pocos estudios sobre las aves acuáticas, algunos de ellos se han enfocado en el conocimiento de patrones de distribución espacio-temporal para las aves acuáticas, marinas y de agua dulce (Castillo-Guerrero & Carmona, 2001.; Paz & Sur, 2013; Zamora-Orozco, Margarita, Carmona, & Brabata, 2007; Zárata-Ovando, 2007). Otros han analizado la distribución potencial de las aves acuáticas de México desde un punto de vista de conservación (Ramírez-Bastida & Navarro-Sigüenza, A. Peterson, 2008).

Asimismo, se han realizado –en menor medida- estudios sobre los aspectos de reproducción de las aves acuáticas (Becerril & Carmona, 1996; Clark, Fleishman, & Riegner, 2015; Hernández-Vazquez, 2000; Eric Mellink & Riojas-López, 2008). En La Paz, Baja California Sur, se registraron *Arden herodias*, *Bubulcus ibis*, *Egretta rufescens*, *E. thula*, *E. tricolor*, *E. caerulea*, *Nyctanassa violacea*, *Nycticorax nycticorax*, *Eudocimus albus*, *Butorides striatus*, *Rallus limicola*, *Charardius wilsonia* y *Sterna antillarum*, donde los lugares más importantes para la anidación fueron los manglares El Conchalito y el Centro Tecnológico del Mar (CETMAR) (Becerril & Carmona, 1996). Otro estudio fue el de Hernández-Vazquez (2000), que no sólo identificó a las especies anidantes, sino también el éxito reproductivo, la cronología de puesta y eclosión, sustratos de anidación y características del nido, donde registró a 22 especies de aves acuáticas reproductoras en la costa de Jalisco.

En Bahía Kino, Sonora, se realizó un estudio sobre la diversidad, abundancia y fenología de la anidación de especies vadeadoras⁷, donde se identificaron a 13 especies, de las cuales *Egretta thula* destacó por su abundancia en número de nidos, con un pico de 234 en el 2012. Otra especie no menos importante fue la *Egretta rufescens*, la cual tuvo un pico de 149 nidos en el 2012 (Clark *et al.*, 2015). Para el caso de la península de Yucatán, algunas de las familias de aves acuáticas más representativas son: Scolopacidae con 29 especies; Laridae (gaviotas) con 20 especies; Ardeidae (garzas) con 15; y Rallidae (pollas de agua) con 10 especies (Chablé *et al.*, 2005).

En cuanto a la reproducción de aves costeras de la península de Yucatán, existen antecedentes de que en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (situada en la costa este de la península) el período de anidación de las garzas abarca de diciembre a junio y muestra una secuencia específica: comienzan *Ardea herodias*, *Egretta rufescens* y *Cochlearius cochlearius* en diciembre; le siguen *E. tricolor* y *A. alba* a principios de marzo y finalmente *E. thula* anida en marzo (Lopez-orнат & Ramo, 1992; Mackinnon, 1993; Ramo & Busto, 1993; Rangel-Salazar, Enríquez-Rocha, & Guzmán-Poó, 1993).

⁷ Vadeador o zancuda, son las aves acuáticas que no nadan, ni bucean por sus presas, sino más bien caminan sobre las aguas poco profundas en busca del alimento que no está disponible en la playa

Otra parte de los estudios sobre las aves en la península de Yucatán, se ha enfocado a estudiar las interacciones ecológicas de ciertas especies de aves con otros elementos del medio (Buskirk, 1968; Deppe & Rotenberry, 2005).

Por otro lado De Dios, (2014) realizó un estudio sobre los aspectos tróficos del gremio de aves piscívoras en la RECMCNY, y determinó que las aves vadeadoras consumen peces típicos de ambiente marino, salobre y dulceacuícola, lo que indica que dependen de los diferentes ambientes acuáticos que ofrece el humedal para forrajear y así satisfacer sus requerimientos energéticos y las de sus polluelos en la época de crianza.

A grandes rasgos, existe una escasa información sobre la ecología de las aves acuáticas en México, la cual es imperante para establecer las bases para su conservación.

2.5 Amenazas para la avifauna mexicana

A pesar de los esfuerzos que se están dedicando al conocimiento y protección de la avifauna costera, éste grupo de organismos se encuentran en un estado de vulnerabilidad. Las aves están experimentando una disminución significativa debido a las graves amenazas en sus ecosistemas, provocados por el acelerado crecimiento poblacional, así como el cambio climático (Berlanga *et al.*, 2010).

Actualmente, se reconoce que una de las principales amenazas para la fauna es el cambio de uso del suelo que ha provocado la pérdida y fragmentación de sus hábitats; para las aves acuáticas ésta no es la excepción. De acuerdo con Moreno-Casasola y Landgrave (2011), a nivel mundial los humedales han sufrido enormes reducciones y degradación en su extensión, alterando su funcionamiento⁸.

⁸ Mitsch y Gosselink (2000) señalan que Estados Unidos ha perdido 53% de sus humedales, Australia alrededor de 50%, China 60%, Nueva Zelanda y Europa más de 90%.

Los humedales⁹ son ecosistemas que se han considerado entre los más productivos del planeta, proporcionándonos una gran variedad de servicios ambientales como el control de inundaciones, captura de carbono, aporte de nutrientes a los cuerpos de agua, filtración y limpieza del agua, refugio para diversas especies de fauna, entre otros. Dentro de las especies habitantes de fauna que destacan en los humedales son las aves acuáticas, donde ya sea de forma parcial o permanente pasan por alguna etapa de su ciclo anual (Blanco, 1999).

Infortunadamente, en México hemos perdido alrededor del 62.1% (69,684 km²) de la superficie de nuestros humedales (Moreno-Casasola & Landgrave, 2011). Moreno-Casasola señala las diversas causas de pérdida de estos ecosistemas en el país, entre las cuales destacan la desecación, elevación del nivel del suelo, recubrimiento con geotextiles¹⁰, entre otros, con la finalidad de realizar actividades agropecuarias y desarrollos inmobiliarios, construcción de obras de infraestructura que taponan y modifican los patrones de flujo de agua, represamiento, canalización, dragado, extracción de agua, contaminación e invasión de especies.

Debido a esta conversión de terrenos, las aves acuáticas se han visto afectadas por la pérdida de sus hábitats ya sea de manera directa o indirecta, produciendo mortalidad sobre los individuos, por la reducción del espacio donde se alimentan, reproducen y descansan; un claro ejemplo de esto nos lo presenta Hernández-Vázquez (2005), donde la pérdida de los manglares de la laguna de “Agua Dulce” y el estero “El Ermitaño”, en la costa de Jalisco, ha reflejado en la disminución de parejas reproductoras de algunas especies de Ciconiiformes.

La pérdida de hábitat por los cambios de uso de suelo afectan a todas las especies, pero especialmente a aquellas cuyos rangos de distribución son restringidos, o aquellas que se encuentran bajo alguna categoría de protección (Medellín *et al.*, 2009). Tal es el caso de las aves migratorias, que recorren grandes distancias para cubrir sus diferentes necesidades a lo largo de un ciclo anual. Acorde con Berlanga y colaboradores (2010), estas aves se han visto

⁹ Existen diversos tipos de humedales, tales como: las lagunas costeras, marismas, oasis en los desiertos, manglares, petenes, humedales herbáceos de agua dulce -popales, tulares, palmares y selvas inundables (P. Moreno-Casasola & Landgrave, 2011).

¹⁰ Es un material textil plano, permeable y polimérico, utilizado comúnmente para aplicaciones geotécnicas en ingeniería civil.

mayormente afectadas por la pérdida de pastizales nativos, la reducción en la extensión de selvas tropicales en el sur del país, al igual que en el resto de América Latina y la región del Caribe.

Asimismo, la contaminación por desechos agrícola e industrial, así como domésticos que se vierten sobre los cuerpos de agua, representa otro de los principales problemas que amenazan a las aves acuáticas a nivel nacional, ya que éstas son especialmente susceptibles a algunos contaminantes (SEMARNAT, 2008). Por ejemplo, se ha documentado que los pesticidas -DDT y organoclorados- empleados en la agricultura, tienen un gran efecto negativo sobre la biota, pues se depositan en las plantas y en el suelo, y se van acumulando a lo largo de las cadenas tróficas (del Puerto-Rodríguez, Suárez, & Palacio, 2014). En las aves los efectos son variados, siendo los principales el envenenamiento y la reducción del grosor de la cáscara del huevo, que limita el éxito reproductivo (R. W. Furness & Greenwood, 1993); asimismo, la contaminación por el uso de químicos y el depósito de materia orgánica en los mantos superficiales, además de degradar los hábitats para las aves acuáticas, puede incrementar la posibilidad de contraer parasitosis, algunas enfermedades y posibles brotes de epizootias como el cólera y el botulismo¹¹ (SEMARNAT, 2008). Debido a ésta sensibilidad con la que responden las aves ante los principales grupos de contaminantes – ya sea orgánicos persistentes, hidrocarburos o metales pesados -, son consideradas especies indicadoras de la calidad del medio ambiente (Intergovernmental Oceanographic Commission, 2006; Rajão *et al.*, 2014).

Por otra parte, las aves acuáticas se enfrentan a las presiones generadas por la introducción de especies exóticas¹² –comúnmente roedores y gatos-, que al ser animales ferales depredan los huevos, pollos e incluso aves adultas que anidan entre la vegetación y el suelo. La constante introducción de fauna exótica ha provocado la desaparición de varias especies; para ilustrar, se ha documentado que en la isla Guadalupe las ratas, chivos y gatos han sido la principal causa de la extinción del caracara de Guadalupe (*Polyborus lutosus*) y del paíño de

¹¹ El botulismo aviar es una enfermedad paralizante y usualmente fatal que se produce cuando las aves ingieren una neurotoxina producida por la bacteria *Clostridium botulinum*.

¹² Especie que se encuentra fuera de su área de distribución original o nativa, no acorde con su potencial de dispersión natural.

Guadalupe (*Oceanodroma macrodactyla*) (CCA, 1999; Navarro & Hesiquio, 2003). No obstante, esta amenaza se ha expandido también a algunas áreas no insulares, como la sierra de la Giganta en Baja California, donde la introducción de cabras está acabando con las poblaciones silvestres de varias especies (CCA, 1999).

El problema de la introducción de especies exóticas es que resulta muy complicado erradicar las poblaciones introducidas, sin embargo ha habido algunos casos exitosos como el programa de erradicación de especies introducidas en la isla Rasa en el Golfo de California (CCA, 1999).

Asimismo, se considera que las tormentas pueden afectar la calidad de forrajeo de las aves, debido a que los fuertes vientos provocan turbidez en el agua por varios días, reduciendo la claridad del agua que dificulta el forrajeo para las aves acuáticas que atrapan a sus presas visualmente, como la garza rojiza (*E. rufescens*) (Wilson, J., Green, & Palacios, 2012). Sin embargo, aunque suponen una amenaza para la avifauna, hasta el momento se consideran eventos de baja gravedad y con el tiempo los sistemas se recuperan naturalmente (Wilson *et al.*, 2012).

Por otro lado, los efectos del cambio climático global (CCG) – como el aumento del nivel del mar, el aumento de temperatura, los cambios en los patrones de inundaciones y las sequías– representan un peligro para la biodiversidad, especialmente para las aves. Aunque se prevé una extinción sobre algunas especies de aves, algunas podrían ampliar sus áreas de distribución, esto va a depender de sus capacidades de dispersión (Peterson *et al.*, 2001), de su amplitud de nicho (A. Peterson *et al.*, 2002) y de su nicho actual (Bravo-Cadena, 2010).

De acuerdo con Peterson y colaboradores (2002), estiman que para el año 2055 el 40% de las comunidades de aves en México podrían verse afectadas por un recambio de especies, particularmente aquellas que son más vulnerables, como las endémicas y especialistas, debido a que muchas de ellas se podrían extinguir en las siguientes décadas por reducción de su hábitat (Feria *et al.*, 2013).

Algunos de los efectos negativos para la avifauna son: la pérdida de hábitat de tundra alpina o bosques de tierras muy altas, sequías más severas en pastizales, la desecación de cascadas efímeras, y sobre todo pérdida de hábitat costero por el aumento en el nivel del mar (Berlanga *et al.*, 2010). Asimismo, se prevé un aumento de la frecuencia e intensidad de las tormentas, que podrían plantear una amenaza directa sobre los hábitats de reproducción, donde muchas de las islas de barrera podrían verse completamente inundadas, y con el tiempo, erosionadas. Es importante destacar que los manglares dañados u otra vegetación usados para la anidación de las aves acuáticas pueden tomar mucho tiempo en recuperarse, aún con un programa de restauración (Wilson *et al.*, 2012).

Los escenarios ante el CCG para el estado de Yucatán no son nada prometedores, pues indican que es altamente vulnerable ante este fenómeno global; se prevé una escasez de agua dulce por sequías, así como un incremento en la incidencia de inundaciones por frentes fríos y nortes, además de una mayor ocurrencia de huracanes de alta peligrosidad (GEY, 2013).

Igualmente, la captura de aves es otro factor que ha amenazado a la avifauna en México por años. Desde tiempos precolombinos, en nuestro país se han capturado para usarlas principalmente como aves de ornato, (J.C. Cantú, Sánchez, Grosselet, & Silva, 2007; López-Medellín & Íñigo-Elías, 2009), sin embargo esta tradición se convirtió a través del tiempo en una verdadera industria extractiva en la que trabajan capturadores, transportadores y vendedores ambulantes, establecidos y mayoristas (López-Medellín & Íñigo-Elías, 2009; Pérez-Gil, Jaramillo, Muñiz, & Torres, 1996).

La cacería es especialmente destructiva para algunos grupos de aves como los patos, las chachalacas, las codornices y los hocofaisanes, pues muchas de sus poblaciones son diezmadas. Sin embargo, este tipo de aprovechamiento no ha sido sustentable para la mayoría de las especies, ya que se ha realizado sin realizar estudios previos poblacionales adecuados para establecer cuotas de captura que no sean perjudiciales para las poblaciones silvestres, y que ha servido más bien como “sombrija” para esconder una captura ilegal detrás, que en muchas ocasiones es superior a la captura legal (López *et al* 2009; Cantú *et al*

2007; SEMARNAT, 2006 a y b; SEMARNAT, PNUD 2006; PROFEPA, 2002; Contreras et al 2001; Pérez, 1998).

Cantú, Gómez, & Sánchez, en *El dinero vuela. El valor económico de las aves* (2011), determinaron que, a pesar de la gran biodiversidad, especies endémicas, y que es vecino del mayor mercado para observación de aves, México no ha logrado una conservación eficiente de su avifauna y sus hábitats, ni un derrame económico igual o mayor por la observación de aves que otros países. La diferencia radica que, en estos países prohíben la captura y venta de aves nativas, y en contraste México aún lo sigue permitiendo y hasta lo promueve. En buena medida, esto se debe a que tenemos una política enfocada a la extracción, una actividad anacrónica que está en declive, y que no ha ayudado a la conservación de nuestras aves y tampoco ha brindado un beneficio económico importante a las comunidades rurales o al país (Cantú et al., 2011).

2.6 Conservación y aprovechamiento de aves en México

México cuenta con algunos criterios generales de conservación que han sido orientados a la protección, la gestión participativa y el uso sustentable de la biodiversidad. Esos criterios de conservación se encuentran en el Programa para la Conservación de la Vida Silvestre, en las unidades de manejo de vida silvestre y en los programas de recuperación de especies prioritarias. Sumado a esto, se cuenta también con una base legislativa y regulatoria (Ley General de Vida Silvestre), con esquemas de participación social, de educación ambiental y de coordinación interinstitucional y con herramientas de gestión.

En particular sobre conservación de aves, México cuenta con el proyecto de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA, o IBAs en inglés), el cual surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International, que se llevó a cabo con fondos de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

El objetivo de las AICAs es identificar los sitios más relevantes para la protección de las aves en América del Norte, y emprender acciones positivas y coordinadas para fomentar la conservación de estos sitios. Este proyecto ha permitido sentar las bases para el diseño, la construcción y la documentación de una base de datos sobre las áreas de mayor importancia para la conservación de las aves en el país. Actualmente México cuenta con 243 AICAS, de las cuales cuatro pertenecen a la costa yucateca – Ría Celestún, clave SE-38; Ichka' Ansijo, clave SE-39; Reserva Estatal de Dzilám, clave SE-40 y Ría Lagartos, clave SE-41.

Igualmente, México, Estados Unidos y Canadá han elaborado programas para la conservación de grupos particulares de aves como: el *Plan de Manejo de Aves Acuáticas de Norteamérica* (PMAAN o NAWMP por sus siglas en inglés), orientado a humedales y aves acuáticas, y la *Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras*, enfocado a chorlos y otras aves vadeadoras. Aunado a estos esfuerzos, surgió la Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte (ICAAN o NABCI por sus siglas en inglés) entre organizaciones no gubernamentales, instituciones académicas y dependencias de gobierno de estos tres países, con la finalidad de facilitar y promover la conservación de todas las aves nativas de Norteamérica y sus hábitats. La ICAAN busca fortalecer la capacidad y la organización interna de los países, así como los esquemas de cooperación y comunicación, por medio de mecanismos específicos y procesos de planeación integral, instrumentación, evaluación y comunicación. El enfoque de la iniciativa es geográfico e integral, se centra en poblaciones y hábitats, se apoya en la mejor información científica disponible y tiene una perspectiva de largo plazo (H. Berlanga, 2001).

Para el caso particular del estado de Yucatán, en años recientes el "Programa de Conservación de Aves de la Península de Yucatán" (CAPY) de la asociación "Amigos de Sian Ka'an AC", ha colaborado estrechamente con "Pronatura Península de Yucatán AC", "Niños y Crías AC" y los administradores de la "Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas" (CONANP) con el fin de coordinar sus esfuerzos para crear una cultura de conservación de las aves y promover actividades de conservación.

Actualmente Pronatura Península de Yucatán A. C., trabaja en diferentes estrategias para la conservación de las aves y su hábitat: (1) protección de hábitat, en el cual contribuyen al

establecimiento de ANP públicas y privadas, promueven actividades económicas sustentables en las comunidades rurales, realizan campañas de reforestación, así como promueven acciones de prevención y combate de incendios; (2) monitoreos para caracterizar la abundancia, uso de hábitat y movimientos de especies migratorias y residentes en el Área de Conservación El Zapotal, Yucatán, y las Áreas Sujetas a Protección de Balam Kú y Balam Kín en Campeche; (3) capacitación a jóvenes para formar guías naturalistas y monitores biológicos comunitarios, donde aprenden sobre la historia natural local, elementos para la interpretación de la naturaleza, observación e identificación de aves, educación ambiental, técnicas de monitoreo de aves, e inglés; (4) festival de las Aves Toh el cual promueve un turismo de naturaleza y sustentable (Pronatura, s.f.).

Por otro lado, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) y la Unidad Académica de Yucatán de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) tienen un convenio de colaboración, en el cual además de plantear proyectos relacionados con el estudio de los cambios que ha sufrido la zona costera de Yucatán, realizan año con año el Festival Alas de Yucatán, cuyo principal objetivo es promover acciones para preservar el entorno natural del puerto de Sisal. A este festival se han sumado la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) y el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), donde especialistas de varias disciplinas informan y sensibilizan a la comunidad sobre la importancia de conservar a las aves y su hábitat, a través de actividades participativas como pláticas, concursos, talleres, exposiciones fotográficas y proyecciones, que permiten a los asistentes conocer más sobre los ecosistemas costeros en general y las aves en particular. A su vez, brindan recorridos por la ciénaga que permiten observar a las aves en su hábitat natural motivando así, a actividades como el ecoturismo que es una actividad sustentable para la región (SEDUMA, s.f.)



Figura 1. Festival Alas de Yucatán, en Sisal, Yucatán 2016. Foto: Luis Salinas Peba

3. Justificación

De acuerdo con la legislación ambiental vigente, las ANP deben contar con planes de manejo en los que se señalen los criterios y las acciones a seguir para la conservación de la biodiversidad y de protección de las especies con algún grado de riesgo. La Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán (RECMCNY) fue decretada en el 2010, con una superficie total de 54,776.726 hectáreas, con el objetivo de preservar la diversidad genética de la región, con énfasis en las especies que se encuentran con algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas que son nativas y representativas para el mantenimiento de la integridad y funcionamiento de los ecosistemas. Sin embargo, a siete años de su decreto la RECMCNY no cuenta con un programa de manejo en el que se establezca la zonificación de la reserva, las actividades, acciones y lineamientos básicos para su operación, administración y conservación.

Para establecer el programa de manejo de la reserva, en el citado decreto se establecieron los criterios a considerar para su zonificación. Uno de ellos corresponde al de las llamadas zonas núcleo que, como se expuso anteriormente, están integradas por aquellas áreas mejor conservadas, o poco alteradas, que alojan especies de flora y fauna que requieren protección especial (DOGEY, 2013).

Dentro de la reserva el área en mejor estado de conservación es la occidental, que se encuentra integrada por ciénagas, seibadales, pastizales inundables y petenes. Estos últimos son ecosistemas muy peculiares y complejos, son considerados únicos y endémicos de la región, por lo cual su protección y conservación debe ser una prioridad. Se les encuentran distribuidos a lo largo de la reserva, sin embargo son más abundantes en el área de Sisal-Chuburná Puerto. El petén Homochén con apenas 6500 m² de área, ubicado dentro de esta área occidental se ha identificado como un sitio de alto valor ecológico por las interacciones tróficas que se establecen en él, por ser un sitio importante para la anidación de una variedad de aves acuáticas y por albergar a un gran número de especies sujetas a protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*; dos especies de reptiles: *Boa*

constrictor y *Crocodylus moreletii*; tres especies de peces: *Menidia colei*, *Fundulus grandissimus* y *Poecilia velífera* y una especie de ave: *Egretta rufescens*).

De acuerdo con los criterios de zonificación del decreto de la RECMCNY, el petén Homochén es un área que tiene el potencial para ser considerado dentro de la zona núcleo de la reserva en la subzona de uso restringido, pues posee elementos biológicos importantes que requieren de un cuidado especial. Sin embargo para asegurar su conservación en este estudio se proporciona información de línea base sobre la reproducción de una colonia mixta de aves acuáticas, así como la identificación de la problemática a la que se enfrentan estas especies y se proponen acciones para su conservación ya que de todas las especies que habitan en este petén, la colonia de aves acuáticas mixta es el componente más conspicuo y carismático, además de ser consideradas especies indicadoras por excelencia de cambios en la calidad del hábitat, ya que son sensibles a cambios en el entorno que afectan sus patrones de distribución y abundancia, y se ubican en la punta de la cadena trófica (Berlanga *et al.*, 2010); asimismo las aves responden a cambios positivos, como pueden ser las acciones de mitigación y restauración, lo que nos ayuda a planificar y evaluar con el tiempo, la eficacia de las medidas de conservación aplicadas (Humberto Berlanga *et al.*, 2010).

Por otro lado, por medio de un manejo adecuado, las aves como recurso natural, puede generar ingresos económicos importantes para la región a través de la observación de las aves como actividad económica ambiental complementaria a otras actividades costeras como la pesca. Esta información será de utilidad para establecer la zonificación de la reserva y como fundamento de los lineamientos de protección y aprovechamiento de sus hábitats.

4. Objetivos

Generar información sobre la ecología reproductora de una colonia mixta de aves acuáticas anidantes en el petén Homochén para proponer acciones de conservación y aprovechamiento para las aves dentro de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

Objetivos particulares

- Identificar las especies de aves que conforman la colonia mixta que se reproduce en el petén Homochén
- Estimar el número de nidos por especie de la colonia
- Determinar la cronología de anidación de la colonia
- Determinar la relación entre las variables ambientales y la cronología de anidación de las aves.
- Identificar las amenazas a las que están expuestas las aves de la colonia
- Realizar una serie de recomendaciones para su conservación y aprovechamiento.

5. Área de estudio

La Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán (RECMCNY) se ubica en los municipios de Hunucmá, Ucú, Progreso, Ixil, Motul, Dzemul, Telchac Puerto, Sinanché, Yobaín, Dzidzantún y Dzilam de Bravo, donde existen diferentes tipos de tenencia de la tierra, tales como: el ejidal, nacional y privado, que en su conjunto representan 547.767 km². La reserva colinda al norte con el Golfo de México, al oeste con la Reserva Estatal el Palmar y al este con la reserva Dzilam de Bravo (DOGEY, 2013) (ver Mapa 2).

La RECMCNY al igual que el resto de la península de Yucatán, es una terraza cárstica de topografía plana, con escasos accidentes orográficos (Herrera-Silveira *et al.*, 2000). La terraza cárstica de la reserva permite la infiltración del agua de lluvia, la cual disuelve la roca formando “karst”, permitiendo así el flujo de agua subterránea (Batllori, González, Díaz, & Febles, 2006). Ésta agua es acarreada hacia la costa, donde se realiza la descarga natural del acuífero dispersándose hacia el noroeste, noreste y norte nutriendo a los esteros y lagunas costeras (Castro, 1996).

Presenta además un clima que es de cálido seco a semi seco: BSI (h) w (i'), con una temperatura que va desde los 24 a los 28 °C, y una precipitación media de 700-800 mm. Cuenta con tres temporadas climáticas: secas –marzo a mayo-, lluvias –junio a octubre- y nortes –noviembre a febrero-. La época de secas se caracteriza por presentar mínimas precipitaciones y las más altas temperaturas. Durante los dos últimos meses de la temporada de lluvias es común el arribo de huracanes, que traen como consecuencia precipitaciones altas. La temporada de nortes se caracteriza por la gran influencia de vientos polares, acompañados por bajas presiones atmosféricas, bajas temperaturas y lluvias (Echeverría y Piña, 2003).

La costa presenta una gran heterogeneidad ambiental que abarca hábitats tanto acuáticos como terrestres. Los paisajes naturales empiezan a partir de la plataforma sumergida caracterizada por su poca pendiente a la que le sigue un conjunto de islas de barrera. Al interior de las barras arenosas, se extiende una banda de lagunas rodeadas por manglares y petenes intercalados. Enseguida, se puede encontrar una franja de sabana formada por

pastizales y selvas inundables. En el interior, destaca la selva baja caducifolia y hacia el occidente, una pequeña porción de selva mediana subperennifolia, ambas muy alteradas por el desarrollo de actividades agropecuarias (García de Fuentes, Xool, Euán, Munguía, & Cervera, 2011).

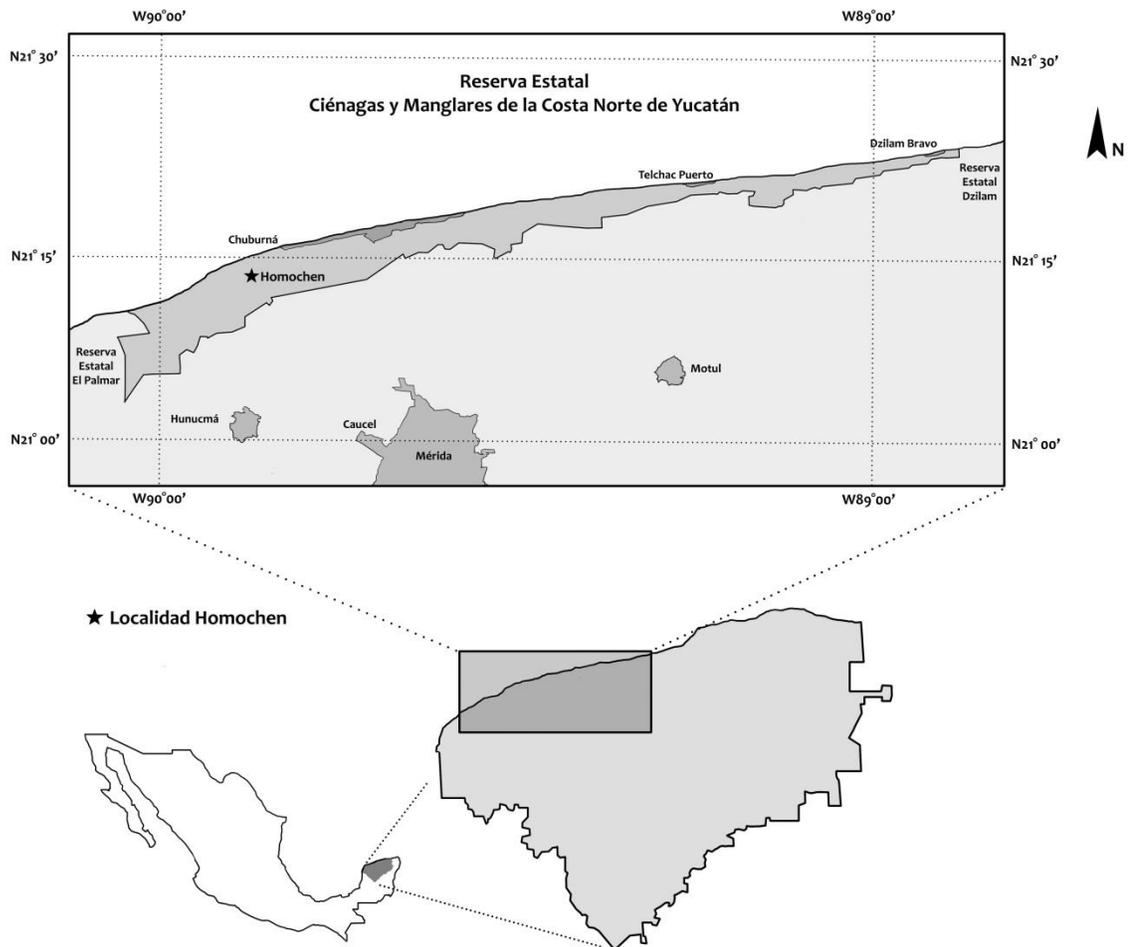


Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio.

A continuación se enuncian los principales ecosistemas que forman parte de esta reserva:

- i. **Lagunas costeras.** Se caracterizan por su forma alargada. Después de que el Huracán Gilberto azotó la península yucateca con fuerza devastadora en 1988, el cordón litoral fue abierto en diversos sitios, modificando la fisonomía de la zona costera y la configuración de los esteros, debido a las nuevas entradas del mar hacia tierra

adentro. Los principales esteros en la Reserva son el de la Laguna de Chelém y la Laguna de Chabihau.

- ii. **Manglares.** Son especies de árboles tropicales vivíparos, toleran altos niveles de salinidad, presentan raíces aéreas y su dispersión es de tipo hidroclórica. Dada la influencia con el agua marina, el mangle presenta diferentes maneras de tolerar o excretar la sal de su organismo. Sus semillas germinan estando aún en la planta madre, por lo que las plántulas o propágulos empiezan a desarrollarse una vez sueltos del árbol, después de ser dispersados por las corrientes de agua. En el estado de Yucatán hay cuatro especies de mangles: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicenia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y el *Conocarpus erectus* (botoncillo).

Los manglares se ubican a lo largo de la franja costera, en el borde y en la cuenca. El manglar denso de franja, bien puede funcionar como un excelente amortiguador natural ante la acción del oleaje y fuertes vientos provocados por huracanes y tormentas (CONABIO, 2008; Patricia Moreno-Casasola & Infante-Mata, 2009).

- iii. **Manantiales costeros** o mejor conocidos como «ojos de agua», son manifestaciones superficiales de la dinámica de las aguas pluviales que se infiltran en el subsuelo.

Estos afloramientos en los petenes, funcionan como manantiales mareales intermitentes, es decir, el nivel y flujo de agua aumenta y disminuye en relación directa con las mareas. De tal manera, el aumento en el nivel del mar se manifiesta en una elevación del nivel de agua en los cuerpos de agua en que aflora el acuífero. Además de las mareas, otros factores que influyen en la fluctuación del nivel de agua subterránea, son la recarga y descarga natural y los cambios en la presión atmosférica;

- iv. **Petenes.** Son complejas formaciones de vegetación selvática, cuya estructura y composición florística no corresponde precisamente con las condiciones ambientales generales que definen a estos terrenos fangosos y ensalitrados. Este contraste vegetativo resulta de los manantiales costeros a causa de resurgencias de acuíferos subterráneos, los cuales producen localmente efectos atenuantes sobre la concentración salina del ambiente costero. Los petenes se encuentran distribuidos a

lo largo de la reserva, siendo más abundantes en el área de Sisal-Chuburná Puerto, Ciénaga de Progreso-Uaymitun-San Benito, y de forma aislada hacia el oriente de la misma;

- v. **Sabanas.** Compuestas principalmente por pastos y pocos árboles dispersos, se desarrollan en marismas y pantanos los cuales se inundan durante la temporada de lluvias y se van secando gradualmente durante la época de secas. Las sabanas se caracterizan por la composición de plantas herbáceas -es decir, sin troncos ni ramas-, del tipo de los tules, pastos y carrizos;
- vi. **Selva baja inundable.** Se caracteriza por poseer alto contenido orgánico, su inundación es meramente estacional -durante la temporada de lluvias que inicia en junio hasta septiembre aproximadamente- permitiendo así mosaicos de vegetación de selva baja, sabana, manglar e incluso algunas plantas acuáticas como *Typha dominguensis* (tule) y *Nymphaea ampla* (Nikteha’);
- vii. **Selva baja caducifolia.** Esta selva se distribuye a lo largo del litoral de la reserva; se desarrolla en suelos someros que determinan la escasa altura de la comunidad arbórea, midiendo menos de 10 m. En época de secas, prácticamente la totalidad de los elementos arbóreos y arbustivos pierden sus hojas (más del 75%), reflejando un paisaje seco. Muchas de las especies que conforman la comunidad vegetativa presentan espinas en los tallos, ramas y hojas, además de un elevado número de cactáceas –muchas de ellas endémicas del estado de Yucatán y enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies amenazadas como: el cato globular (*Mammillaria gaumeri*), la despeinada (*Beaucarnea plibilis*), el guayacán (*Guaiacum sanctum*) y la cactácea columnar (*Pterocereus gaumeri*), entre otras- (Durán-García & Méndez-González, 2010).

Pese a la diversidad de ambientes que la reserva contempla, su estado de conservación no es homogéneo para toda la zona. Si bien, el área occidental que se ubica entre las localidades de Sisal y Chuburná se caracteriza por poseer manglar en buen estado de conservación, menos infraestructura presente –en comparación con el resto de las localidades que conforman la reserva-, existe un uso artesanal por parte de los pobladores locales, donde se realizan

aparentemente actividades de bajo impacto ambiental. Además, esta zona destaca por poseer refugios naturales de aves y peces, zonas de reproducción y anidación, así como afloramientos de agua como manantiales y petenes, que son importantes para el mantenimiento de los flujos geohidrológicos de la región (DOGEY, 2013).

El área central de la reserva, entre las localidades de Chuburná y San Benito, se caracteriza por realizar diversas actividades antrópicas: como la pesca artesanal estacional a baja y mediana escala; la realización de actividades ecoturísticas por diversos grupos sociales, y diversos aprovechamientos en islotes de manglar dentro de la ciénaga. Asimismo, esta área cuenta con mayor infraestructura, como a caminos y vialidades, y recintos portuarios donde existe una presencia continua y permanente de tránsito de embarcaciones pequeñas. Dadas las diversas actividades que se realizan en la zona y al constante flujo de población y usuarios, el ecosistema de manglar posee una alta vulnerabilidad que tiene un impacto de mediano a alto, con cierto grado de fragmentación pero con capacidad de recuperación; además posee flujos geohidrológicos y volúmenes considerables de cuerpos de agua que conectan de este a oeste zonas de alta conservación, con sitios con grado mediano de deterioro, siendo clave su conservación para mantener la continuidad del paisaje (DOGEY, 2013).

El área oriental, que se localiza entre las localidades de San Benito y Dzilam de Bravo es la zona más impactada de la reserva, debido a las perturbaciones naturales anuales y antrópicas como los cambios en el flujo hidrológico, que han ocasionado procesos de fragmentación y deterioro del manglar. Actualmente se realizan algunas actividades ecoturísticas a baja escala, además de acciones de reforestación del manglar, en sitios que alguna vez se realizó fuertemente la actividad salinera artesanal, y hoy en día se lleva a cabo el aprovechamiento artesanal estacional a nivel de subsistencia de los recursos pesqueros de la ciénaga (DOGEY, 2013) (ver Mapa 3).

5.1 Petén Homochén

Dentro de este complejo ecosistémico que posee la reserva, se encuentra la ciénaga Homochén ubicada en la región noreste de la reserva a los $21^{\circ}11'52.8''$ N y $89^{\circ}56'48.6''$ O, que conforma una franja de amortiguamiento y conectividad entre el mar y la tierra. La ciénaga Homochén cuenta con un pequeño petén donde anidan diferentes especies de aves piscívoras. Este petén cubre un área aproximada de 6500 m^2 y se encuentra compuesto por asociaciones vegetales de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), negro (*Avicennia germinans*), blanco (*Laguncularia racemosa*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*). Asimismo, en el interior del petén se encuentra un manantial que vierte agua dulce a la ciénaga durante todo el año.



Figura 3. Vista panorámica del petén Homochén. Foto: Scarlett Huesca

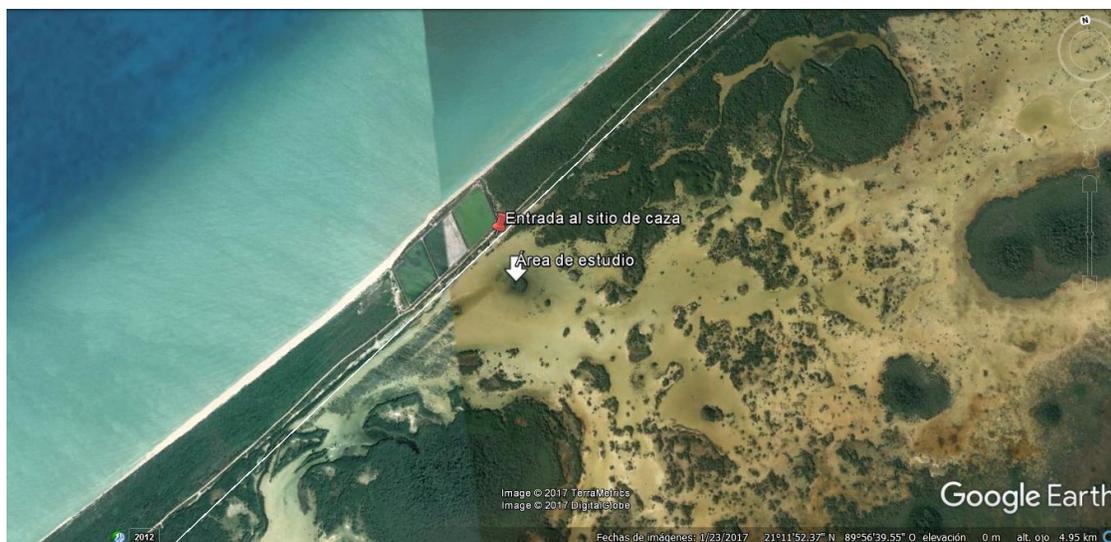


Figura 4. Imagen satelital de la ciénaga Homochén.

6. Metodología

6.1 Composición de las especies de aves acuáticas anidantes.

El petén Homochén fue monitoreado durante dos temporadas climáticas -secas y lluvias-, es decir desde abril hasta octubre del año 2014, tiempo durante el cual se realizaron 10 visitas para el conteo de nidos de las diferentes especies de aves acuáticas que anidan en el petén. Con este estudio se complementaron los resultados de Contreras-Navarrete (2016), quién realizó el conteo de nidos durante la temporada de nortes para el misma colonia mixta de aves acuáticas en el petén Homochén en el año 2013.

Las aves se identificaron de forma visual con la ayuda de binoculares 10x50 y un telescopio 15-60x , además de las guías de campo de Howell (1995) y Van Perlo (2006). El nombre científico y el orden del listado de las especies se realizaron con base en la lista de aves de la American Ornithologist Union (AOU).

A partir del momento en que se detectó el primer nido, las visitas al petén fueron realizadas cada 20 días aproximadamente. Las visitas se hicieron por las mañanas con el fin de no perturbar a la colonia de aves en las horas de mayor calor. El tamaño de la población de cada una de las especies reproductoras se estimó por conteo directo de los nidos. Para aquellas zonas poco accesibles -con vegetación muy densa o inundada- el conteo se realizó desde un punto estratégico y con la ayuda de binoculares.

6.2 Abundancia y cronología de anidación

Durante las visitas realizadas al petén se registró la riqueza de especies de aves que anidan en él -número de especies de aves- y la abundancia de anidación -número de nidos activos por cada especie-. Se determinó como nido activo cuando se encontró algún individuo adulto incubando o aquel que contenía huevos o pichones -individuos en las primeras etapas de desarrollo que se encuentran dentro del nido y que están cubiertos por plumón blanco- o juveniles -individuos que se encuentran cerca del nido y que presentan plumajes inmaduros o incompletos-. Esta información fue graficada para cada especie con el fin de determinar las fechas de máxima abundancia de nidos activos.

6.3 Variables ambientales

Para poder conocer las características hidrológicas del sistema y su relación con la reproducción de las aves acuáticas, se tomaron los parámetros físico-químicos del agua (salinidad y temperatura) con ayuda de un sensor multiparamétrico YSI Modelo 556¹³. Asimismo, se midió la profundidad con una sondaleza.

Se definieron tres sitios de muestreo para las variables ambientales: Estación 1 (orilla de la ciénaga), Estación 2 (cerca del afloramiento de agua dulce o manantial del petén) y Estación 3 (lado opuesto al afloramiento de agua dulce).

6.4 Identificación de amenazas

Durante los muestreos se realizaron observaciones directas para identificar las amenazas que afectan a las aves y a su zona de anidación. Las observaciones se complementaron y analizaron con información bibliográfica.

6.5 Recomendaciones para la conservación y aprovechamiento de las aves acuáticas

Finalmente con los resultados obtenidos de los aspectos reproductores de las especies que conforman la colonia mixta de aves acuáticas en el petén Homochén y con la identificación de sus amenazas, se realizó una serie de recomendaciones para su manejo con base en una revisión de casos de estudio en áreas naturales protegidas que presentan problemáticas similares al área de estudio.

¹³ Este aparato realiza las lecturas en tiempo real y de forma continua, por lo cual se tomó solo una lectura por estación.

7. Resultados

7.1 Composición de especies

Durante este estudio se determinó que la composición de aves acuáticas costeras anidantes en el petén Homochén está conformada por 2 órdenes, 3 familias y 10 especies (ver tabla 2) de las cuales cuatro son aves migratorias en época de no reproducción.

Dentro de la colonia, destaca la garza rojiza (*Egretta rufescens*) por ser una especie sujeta a protección especial por la norma oficial nom-059-SEMARNAT-2010. Adicionalmente se detectó la presencia del ictérico *Quiscalus mexicanus* –conocido comúnmente como zanate- anidando entre las aves acuáticas, y la presencia de la garceta verde *Butorides virescens*, sin embargo no se observaron nidos de esta última especie, por lo que no se consideró para este estudio.

Nombre científico	Nombre común	Hábitats	Secas	Lluvias
Orden: Ciconiiformes				
Familia: Ardeidae				
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	M,C,E	c	c
<i>Cochlearius cochlearius</i>	Garza cucharón	M,C	u	r
<i>Egretta thula</i>	Garza pie dorado	M,C,E	c	c
<i>Egretta rufescens</i>	Garza rojiza	M,C,E,P	c	c
<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor	M,C,E	c	cc
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Pedrete corona negra	M,C	u	r
Familia: Threskiornithidae				
<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	M,C,E	cc	cc
<i>Platalea ajaja</i>	Espátula rosada	M,C,E	cc	u
Orden: Suliformes				
Familia: Phalacrocoracidae				
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo	M,C,E,I	c	c
<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán orejudo	M,C,E,P	cc	u

Tabla 2. Lista de especies que componen la colonia mixta de aves acuáticas anidantes en el petén Homochén. Hábitats: M (manglar), C (ciénagas y pantanos), E (Estanques y pozas temporales), P (playas), I (islas de barrera). Frecuencia estacional: c (común: siempre presente en la región), cc (casi común: regularmente se le encuentra en la región), u (poco común: presente en la región pero no siempre se observa), r (rara: raramente se observa en la región). Secas (marzo-mayo), Lluvias (junio-septiembre). Fuente: (Badillo-Alemán *et al.*, 2014).

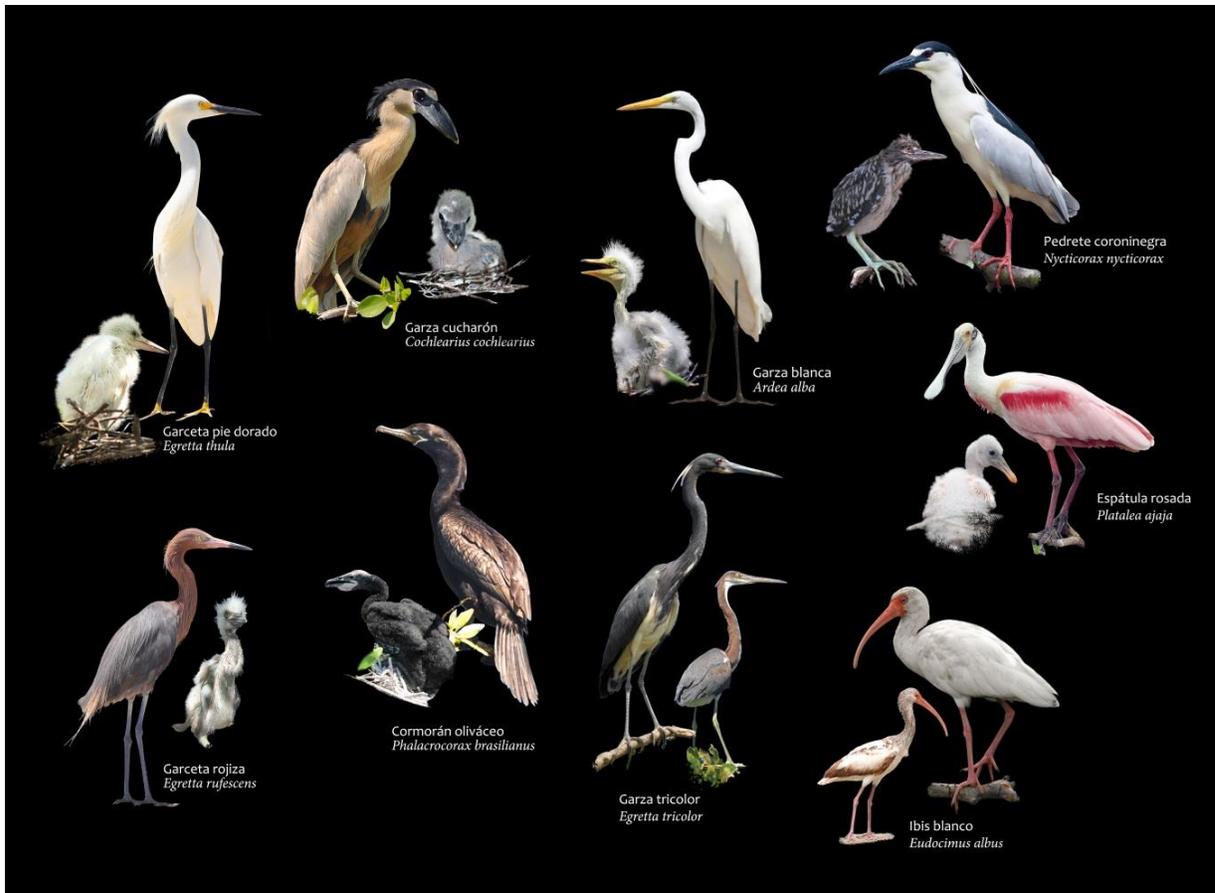


Figura 5. Especies que componen la colonia mixta de aves acuáticas anidantes en el petén Homochén, Yucatán.

7.2 Abundancia de nidos

Se registró una abundancia acumulada de 2,921 nidos a lo largo del muestreo para el total de las especies que conforman la colonia mixta de aves acuáticas (ver Figura 6).

Del grupo de las garzas se identificaron seis especies -*A. alba*, *C. cochlearius*, *E. thula*, *E. rufescens*, *E. tricolor* y *N. nycticorax*; cuatro son residentes todo el año y una es migratoria en época de no reproducción-. Este grupo fue el que representó el mayor número de nidos con una abundancia acumulada de 2,115 nidos que representan el 72.4% del total de los nidos de todas las especies. La garza con mayor importancia relativa de nidos fue la *Egretta thula*, representando el 29.5% del total de las especies registradas, y el 40.8% del grupo de las garzas. Las cuatro especies restantes del grupo de las garzas representaron en su conjunto el 27.6%.

La segunda especie con mayor abundancia de nidos dentro del grupo de las garzas (37.8%) y del total de las especies (27.4%) es *E. rufescens*. Asimismo, las otras 4 especies de aves acuáticas restantes (*E. albus*, *P. ajaja*, *P. brasilianus* y *P. auritus*) presentaron una abundancia acumulada de 806 nidos (27.6%). Las especies con menor abundancia relativa son *E. albus* y *N. nycticorax* con 1.7% y 0.1% respectivamente (ver figura 6).

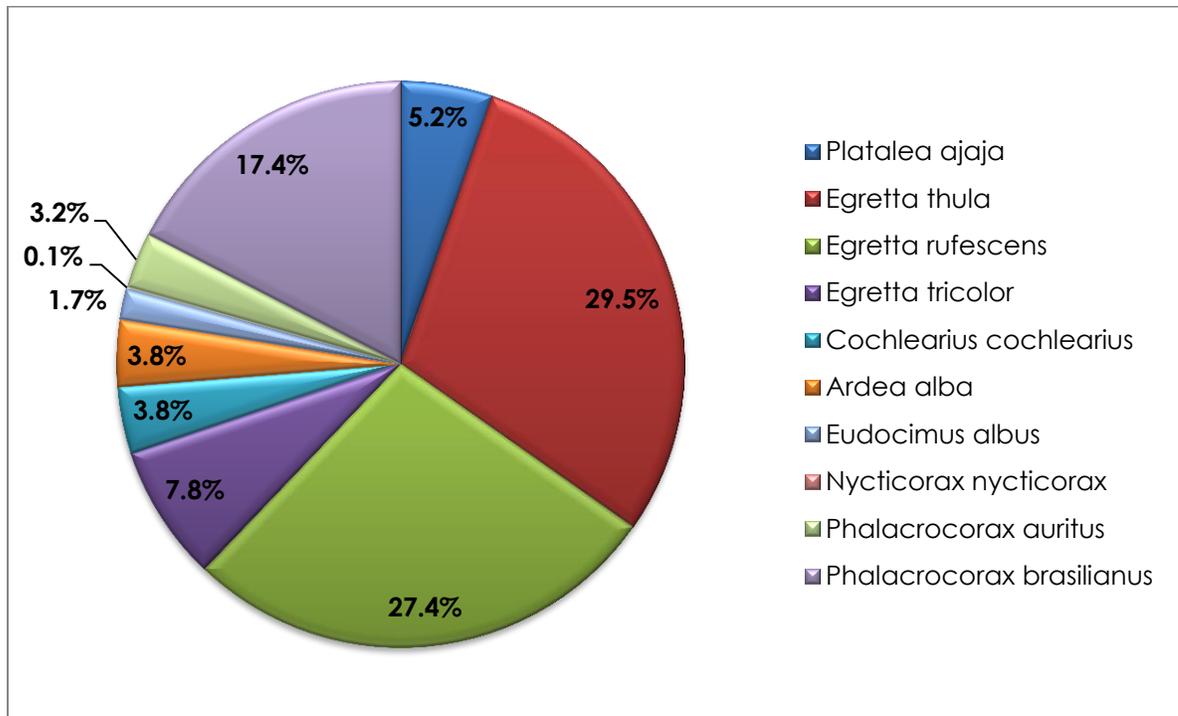


Figura 6 . Porcentaje total de nidos por especie.

Durante el período de muestreo, los meses con mayor abundancia de nidos fueron abril y mayo, siendo en el mes de abril cuando se registró el valor más alto (1,037 nidos); estos valores fueron fuertemente influenciados por la presencia de *E. thula* (566 nidos), seguido de *E. rufescens* y *E. tricolor* con 193 y 172 nidos respectivamente. Durante el mes de junio la actividad reproductora bajó considerablemente y a partir del mes de julio y hasta octubre ya no se registró actividad reproductora por parte de las aves acuáticas a excepción del mes de agosto por un par de garzas *A. alba* que se registraron anidando (ver figura 7).

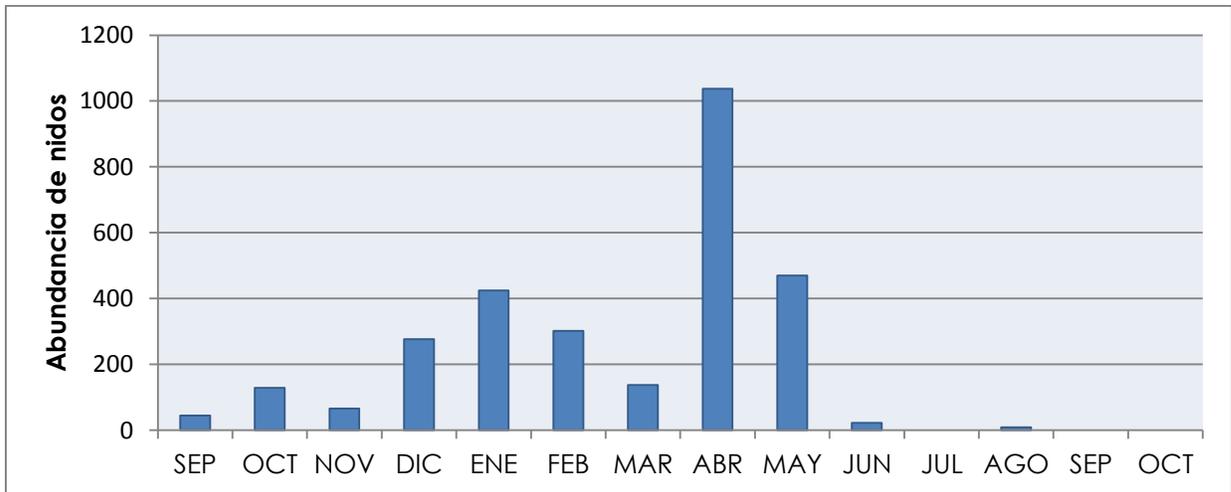


Figura 7. Abundancia de nidos de la colonia mixta de aves acuáticas en el petén Homochén, período 2013-2014.

La mayor riqueza de especies se observó durante los meses de abril y mayo con nueve y ocho especies respectivamente, lo que explica mayor abundancia de nidos en los mismos meses; los meses de julio, septiembre y octubre del 2014 no se registró la presencia de aves anidando (ver Figura 8).

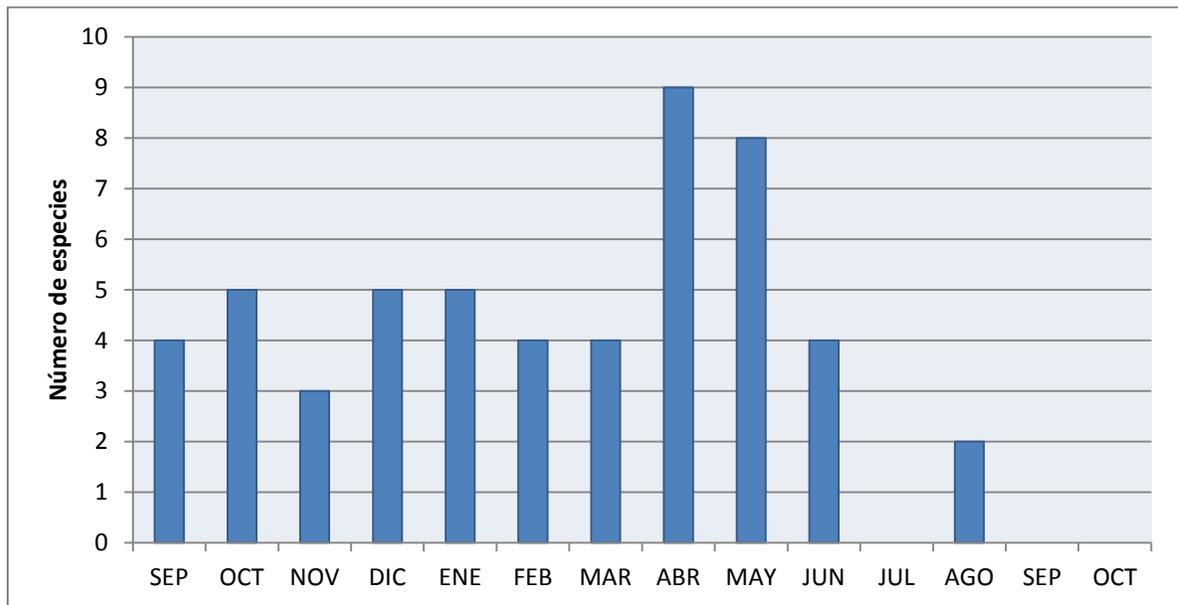


Figura 8. Número de especies en los meses muestreados del 2014.

7.3 Temporada de anidación por especie

Se registró durante un ciclo anual la cronología de anidación de la colonia mixta de aves acuáticas, así como la temporada de anidación por especie en el petén Homochén.

Ardea alba

Esta garza es una especie muy común en la reserva, se le ve con frecuencia alimentándose en los lugares más someros de la ciénaga. Esta especie construye sus nidos en lo más alto del dosel de los mangles sobre ramas muy frágiles lo que hace muy complicado el acceso a los nidos. Su período de anidación comprendió desde septiembre del 2013 hasta mayo de 2014, con dos meses de receso o pausa -febrero y marzo- donde no se observaron nidos. La temporada de anidación para esta garza comenzó con menos de 10 nidos durante los primeros 5 meses para luego alcanzar su pico más alto durante los meses de abril y mayo con 35 y 48 nidos respectivamente. Se consideró como el final de la temporada de anidación para esta especie el mes de mayo. Sin embargo, durante el mes de agosto se registraron menos de 10 nidos de *A. alba* en todo el petén, siendo esta especie la única anidando durante este mes (figura 8A).

Cochlearius cochlearius

La garza cucharón es una especie difícil de observar ya que es muy tímida y escurridiza. Se le observó anidando a baja altura sobre árboles de mangle rojo (*R. mangle*) y negro. Su período de anidación se extendió desde septiembre de 2013 a mayo de 2014. El pico reproductivo para esta especie se alcanzó en febrero de 2014 con 45 nidos. Es una especie poco abundante en el petén, su temporada reproductiva comenzó con unos cuantos nidos (<10) los cuales aumentaron gradualmente en número durante cinco meses hasta alcanzar su máximo y luego bajar abruptamente (figura 8B).

Egretta thula

La garceta pie dorado es de las más abundantes tanto en la localidad como en el petén. Esta especie se le observó anidando en los mangles del borde del petén a baja altura y entre las zonas más intrincadas. Su temporada reproductiva fue relativamente corta, pues abarcó solo los meses de abril, mayo y junio. El mayor número de nidos se registró en el mes de abril con un total de 566 nidos mientras que en junio se observaron menos 50 nidos (figura 8C).

Egretta rufescens

La garza rojiza es de las especies de garzas que por excelencia se le encuentra anidando en el petén. Esta especie construye sus nidos indistintamente en las cuatro especies de mangle que se encuentran en el petén a diferentes alturas del dosel. La temporada de anidación de *E. rufescens* se extendió desde octubre del 2013 a junio del 2014. Su pico reproductivo se presentó en el mes de enero con un total de 336 nidos; el segundo mes más representativo fue en abril con 193 nidos, mientras que en octubre del 2013 y junio 2014 fueron los meses con menor presencia de nidos -menor a 6-. Por otra parte, en el mes de octubre del 2013 se presentaron 3 nidos, mientras que en octubre del año siguiente, no se detectaron nidos (figura 8D).

Egretta tricolor

La garza tricolor es una especie tímida que construye nidos pequeños sobre mangle rojo y negro. La temporada de anidación de *E. tricolor* es corta, abarcó sólo los meses de abril, mayo y junio de 2014. El mayor número de nidos fue registrado en el mes de abril con 172, en mayo 45 y en menor cantidad en junio con un total de 10 nidos (figura 8E).

Nycticorax nycticorax

El pedrete corona negra es de las más raras y poco abundantes en el sitio de anidación, es una garza muy tímida y escurridiza. La temporada de anidación de *N. nycticorax* abarcó los meses de abril y mayo de 2014. Durante el período de muestreo sólo se registraron cuatro nidos, uno en abril y tres en mayo (figura 8F).

Eudocimus albus

La temporada de anidación del ibis blanco abarcó de abril a junio de 2014, siendo mayo cuando se registró el mayor número de nidos con 27, seguido de abril con 23 nidos; junio fue el mes con menor abundancia, donde se registró la presencia de un nido (figura 8G).

Platalea ajaja

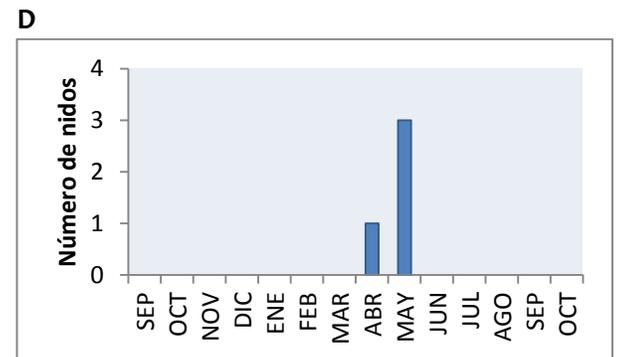
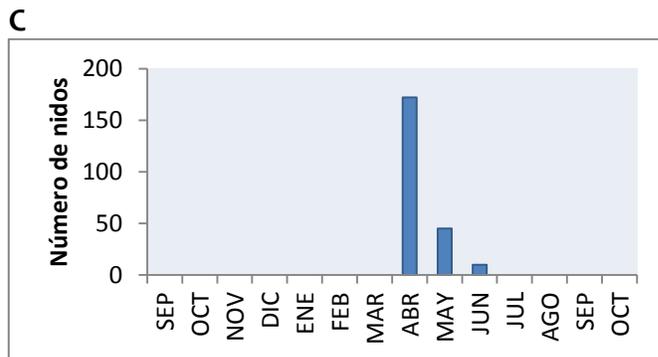
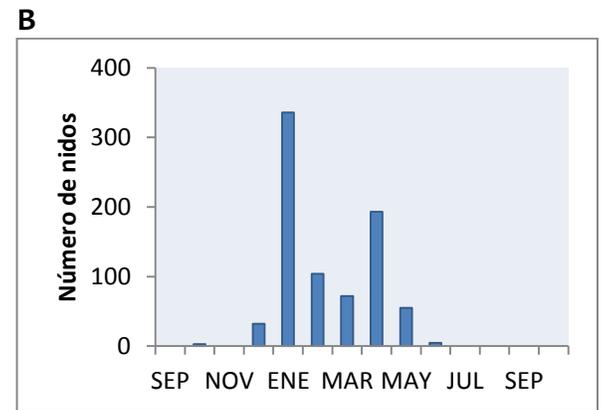
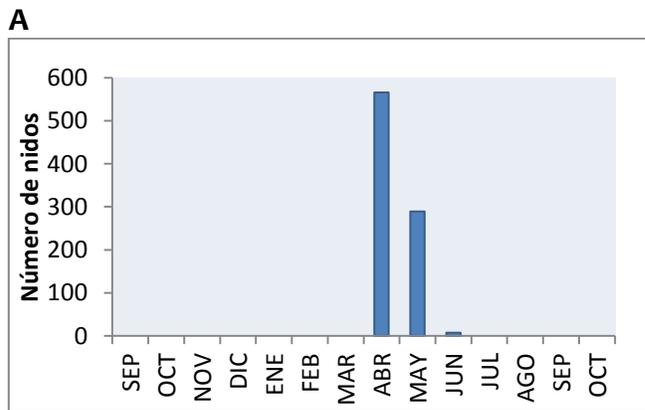
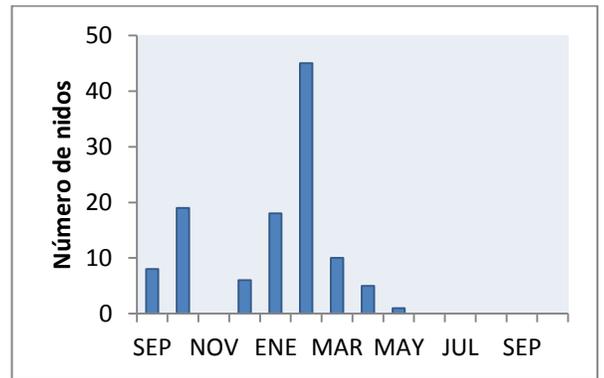
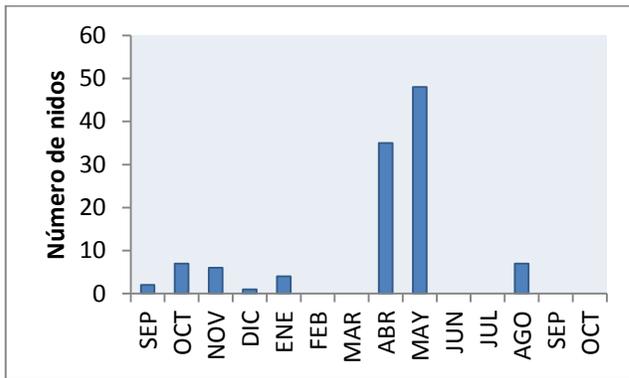
El período reproductivo de la espátula rosada se extendió de enero a mayo de 2014, durante este período el valor más alto se registró en febrero con un total de 60 nidos, marzo 46 y abril con 40 nidos respectivamente. Los meses con menor abundancia en nidos se registraron en enero y mayo con cinco y dos nidos respectivamente (figura 8H).

Phalacrocorax brasilianus

El período reproductivo del cormorán neotropical (*P. brasilianus*) comprendió de septiembre de 2013 a abril del 2014. El mes de diciembre se presentó su pico reproductor ya que fue el mes donde se presentó la mayor abundancia de nidos con un total de 235. De mayo a octubre con excepción del mes de agosto, no se encontraron nidos de cormorán. A diferencia de los meses de septiembre y octubre del 2013, en el 2014, esta especie no anidó (figura 8I).

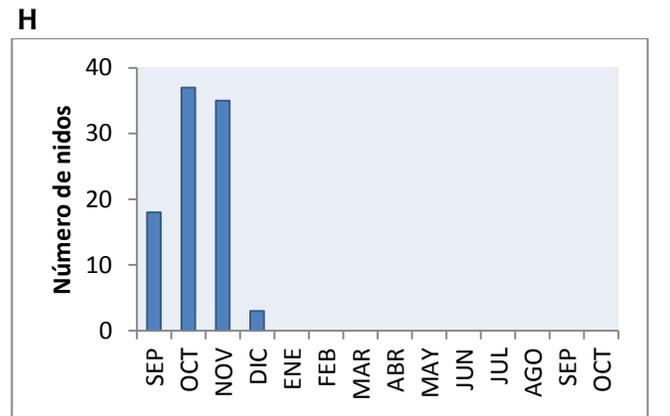
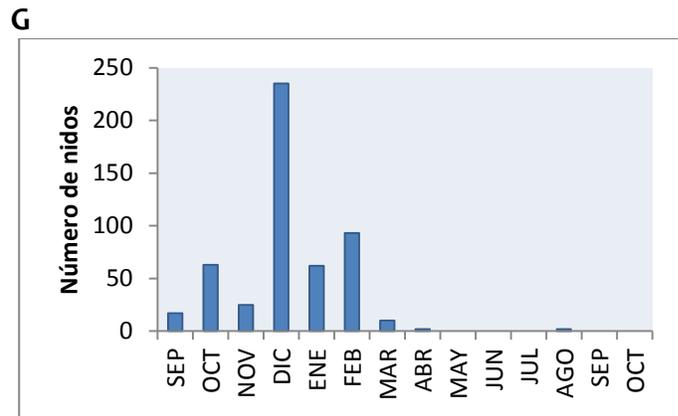
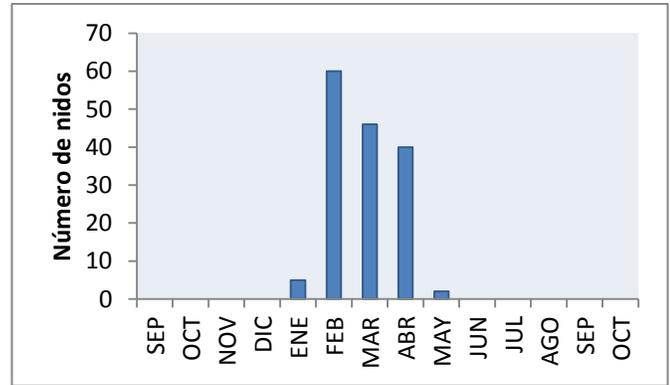
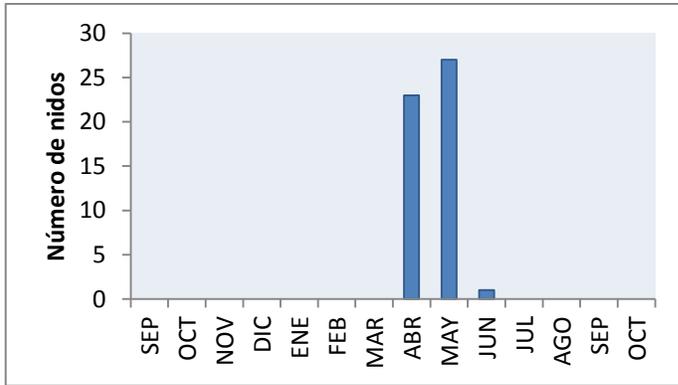
Phalacrocorax auritus

Este cormorán orejado (*P. auritus*) se le vio anidando en el petén Homochén en el mes de septiembre del 2013, hasta diciembre del mismo año. Los meses con mayor abundancia de nidos fueron octubre (n= 37) y noviembre (n=35). En el mes de diciembre, el número de nidos disminuyó drásticamente a solo 3 ejemplares. Al igual que *P. brasilianus* en el año 2014 no se registró actividad reproductora para esta especie (figura 8J).



E

F



I

J

Figura 9. Cronología de anidación por especie del gremio de aves piscívoras en el petén Homochén, período 2013-2014. A) *A. alba*, B) *C. cochlearius*, C) *E. thula*, D) *E. rufescens*, E) *E. tricolor* y F) *N. nycticorax*, G) *E. albus*, H) *P. ajaja*, I) *P. brasilianus* y J) *P. auritus*.

7.4 Cronología de anidación

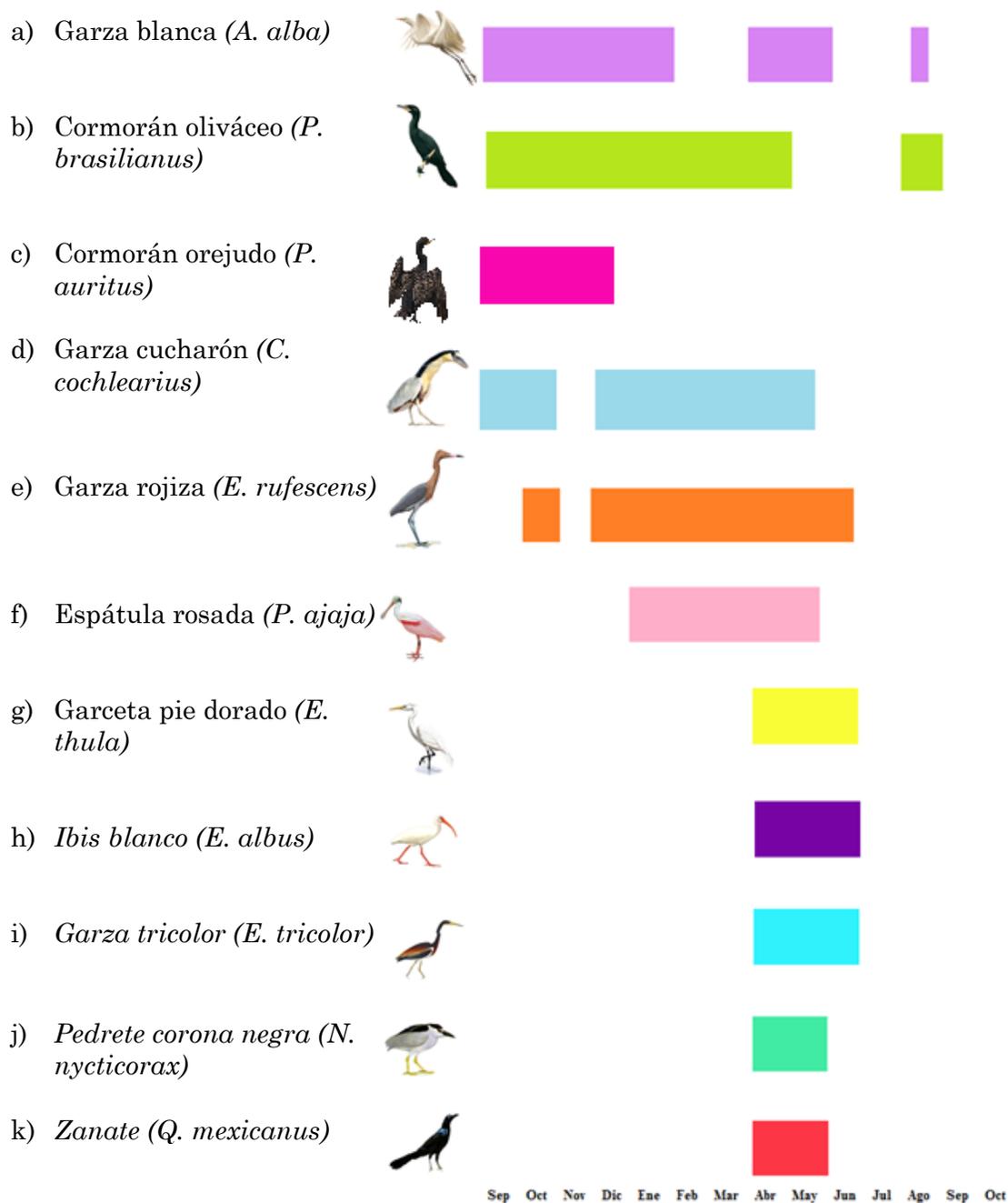


Figura 10. Cronología de anidación de la colonia mixta de aves acuáticas y del ictérico *Q. mexicanus*, de septiembre del 2013 a octubre del 2014.

7.5 Variables ambientales

A partir del registro de variables ambientales mensuales (temperatura, salinidad y profundidad) se observó una marcada diferenciación relacionada con las estaciones climáticas. El aumento de la profundidad en la ciénaga comenzó a partir de junio, coincidiendo con la temporada de lluvias y llegando a su máximo en noviembre (51 cm) cuando inicia la temporada de nortes. Los valores más altos de la profundidad se obtuvieron en la estación 2, ya que está fuertemente influenciada por la salida constante del manto freático, la estación 3 está en niveles intermedios y la estación 1 fue la más somera, incluso en temporada de secas se secó por completo –de marzo a julio- (ver figura 11).

Para la salinidad, la estación 1 se encuentra entre 3.2 y 7.6, en la estación 2 oscila entre 2.2 a 4.1 y por último, en la estación 3 se encuentra entre 2.2 a 11.6. Se puede observar que hay diferencias entre las temporadas, donde en el mes de mayo –secas- se observaron los valores más altos de salinidad (figura 12).

En la estación 1, los valores de temperatura oscilaron entre 24.3 a 36.4°C, mientras que en la estación 2 las fluctuaciones fueron de 22.6 a 35.9°C y en la estación 3 oscilaron entre 22.7 y 35.2°C (figura 13).

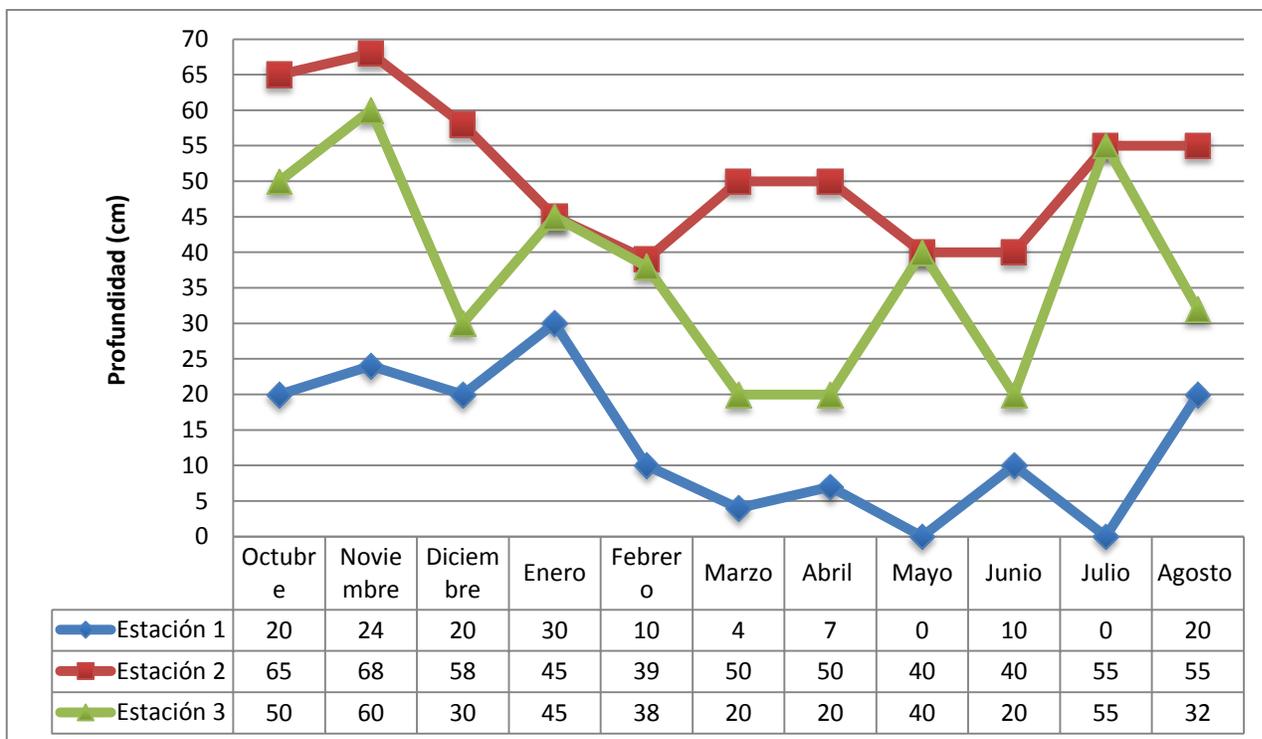


Figura 11. Representación gráfica de la profundidad y sus variaciones en un ciclo anual en la ciénaga Homochén.

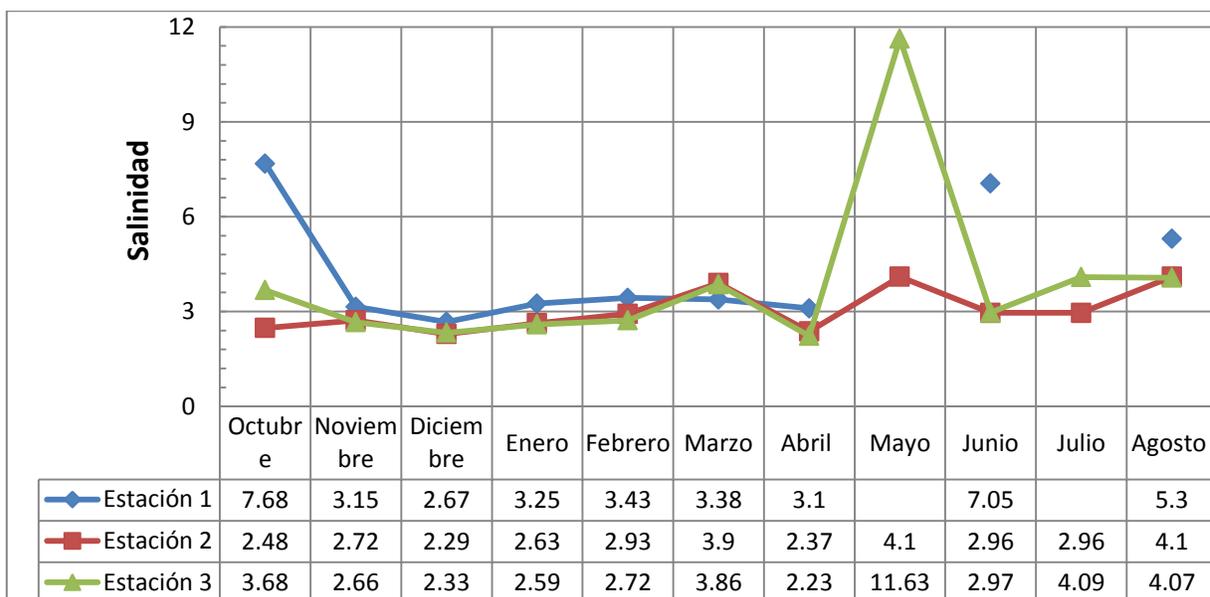


Figura 12. Representación gráfica de la salinidad y sus variaciones en un ciclo anual en la ciénaga Homochén.

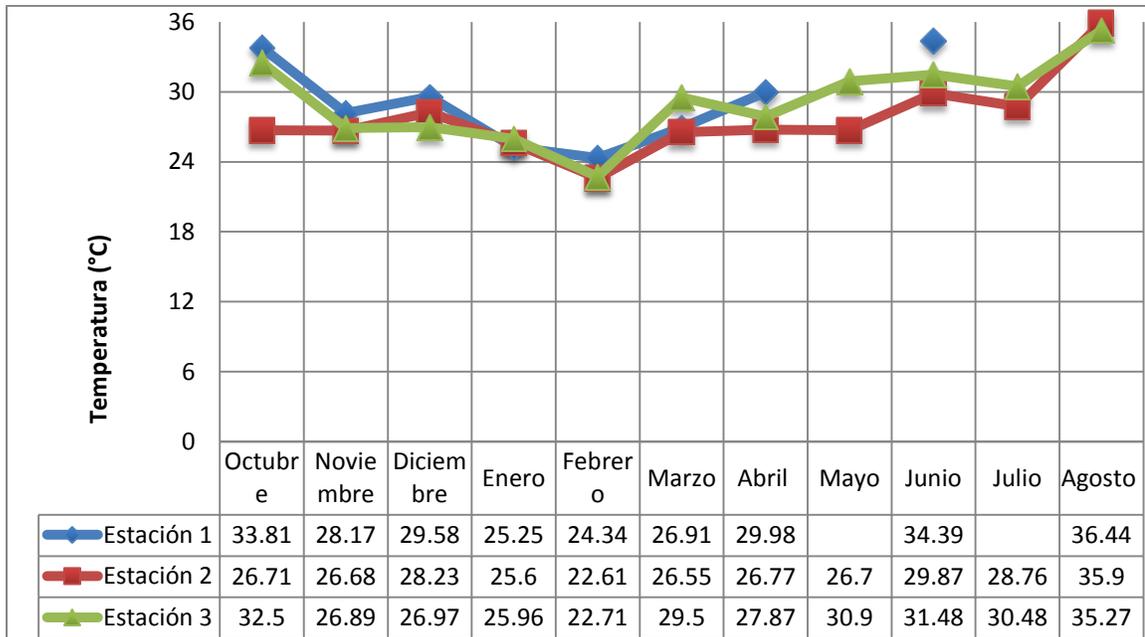


Figura 13. Representación gráfica de la temperatura y sus variaciones en un ciclo anual en la ciénaga Homochén.

7.6 Amenazas

Durante la realización del presente estudio se identificaron algunas amenazas para las aves acuáticas que anidan en el petén Homochén. Estas amenazas fueron entendidas como un factor de riesgo derivado de la probabilidad de que un evento o fenómeno produzca efectos negativos sobre las aves en un determinado tiempo y lugar. Dichas amenazas fueron divididas en antropogénicas y naturales:

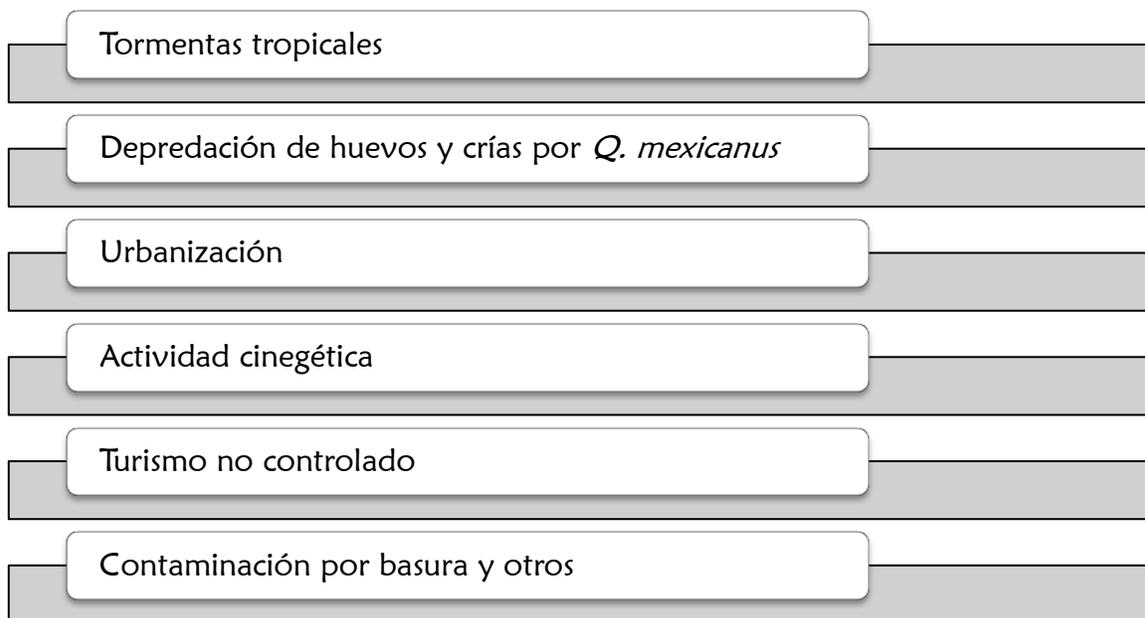


Figura 14. Principales amenazas para la colonia de aves acuáticas en el petén Homochén.

Naturales

➔ **Tormentas tropicales.** Tras las fuertes tormentas provocadas por los «nortes», durante las salidas de campo se observó una gran cantidad de huevos, polluelos y aves adultas muertos en el agua, o bien colgados en las ramas del manglar alrededor del petén Homochén.

➔ **Depredación de los huevos y crías.** Se detectó una gran depredación de huevos por parte del zanate *Quiscalus mexicanus*. Los zanates tenían un comportamiento muy agresivo sobre las garzas de la colonia que se encontraban anidando; agredían y ahuyentaban a los padres del nido para poder comer los huevos. En otras ocasiones cuando el nido se encontraba solo, aprovechaba la oportunidad para devorar los huevos.

Otro depredador natural de huevos y pollos que se observó durante este estudio fue la *boa constrictor*, que actualmente es una especie que se encuentra listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría de amenazada. Sin

embargo, la depredación de este reptil hacia las aves no es intensa como la que provoca el zanate.

Asimismo, se observó en varias ocasiones la presencia del *Crocodylus moreletii* -del cual se presume consume a los pollos que caen de los nidos, adultos y juveniles cuando se alimentan en los alrededores del petén-, el ave rapaz caracara quebrantahuesos (*Caracara cheriwey*) y del zopilote (*Cathartes aura*) sobrevolando el sitio de anidación y cuya presencia alertaba a las aves anidando.

Antropogénicas

- ➔ **Urbanización.** A tan solo 4 km del área de estudio, se encuentra una extensión de terrenos donde se plantea hacer desarrollos residenciales.
- ➔ **Actividad cinegética.** En las salidas de campo se logró observar en varias ocasiones cartuchos y perdigones en el suelo y agua alrededor del petén Homochén.
- ➔ **Turismo no controlado.** Algunos pobladores de Sisal que realizan senderismo por la ciénaga, y paseos en alijo por el manglar ingresan de igual manera al petén Homochén aturdiendo no sólo a las aves, sino a otras especies que habitan en él.
- ➔ **Contaminación.** En los alrededores del petén Homochén, se observó en varias ocasiones la presencia de tiraderos clandestinos a cielo abierto, así como algunos desechos dentro del petén.



Figura 13. Principales amenazas naturales para la colonia mixta de aves acuáticas en el petén Homochén. a) garza muerta después de una fuerte tormenta, b) *Q. mexicanus* alimentándose de huevos, c) polluelo muerto después de una fuerte tormenta, d) *Boa constrictor* sobre un nido después de devorar los huevos, e) huevos depredados por *Q. mexicanus*.



Figura 14. Amenazas antropogénicas para la colonia de aves acuáticas mixta en el petén Homochén. a) Tiradero clandestino a cielo abierto en los alrededores de Homochén, b) casas residenciales, c) cartuchos por la actividad cinegética y d) restos de basura.

8. Discusión

8.1 Composición específica de la colonia mixta de aves acuáticas anidando en el petén Homochén

En los ecosistemas existen especies que utilizan los mismos recursos disponibles y cumplen roles ecológicos similares, éstas agrupaciones suelen llamarse gremios y se caracterizan por las semejanzas alimentarias de sus integrantes (De Dios, 2014). Entre los grupos funcionales más estudiados en las aves se encuentra el de las aves acuáticas (Lopez de Casenave, 2001), que forman colonias mixtas o multiespecíficas sobre todo durante la época de reproducción. Durante este estudio se completó la cronología de anidación de una colonia mixta de aves acuáticas en el petén Homochén que pueden agruparse, en términos de grupos funcionales, como aves piscívoras. Se registraron 8 especies de garzas (*A. alba*, *C. cochlearius*, *E. thula*, *E. rufescens*, *E. tricolor*, *N. nycticorax*, *E. albus*, *P. ajaja*) y 2 especies de pelicaniformes (*P. brasilianus* y *P. auritus*). Varias de estas especies ya han sido reportadas anidando juntas en otros humedales de México; Clark (2015), reportó 13 especies de garzas y aves vadeadoras anidando juntas en Bahía Kino, Sonora, de las cuales 7 especies (*A. alba*, *E. thula*, *E. rufescens*, *E. tricolor*, *N. nycticorax*, *E. albus*, *P. ajaja*) coinciden con las registradas en este estudio. Mellink (2009) reportó 15 especies de aves acuáticas anidando juntas en la sección media de la Laguna Cuyutlán, Colima, de las cuales 7 (*P. brasilianus*, *A. alba*, *E. thula*, *E. tricolor*, *N. nycticorax*, *E. albus*, *P. ajaja*) son las mismas que las reportadas en este estudio. López y Ramo (1992), registraron en la reserva de la biosfera Sian Ka'an, ubicada en la península de Yucatán, 15 sitios donde anidan colonias mixtas compuestas por nueve especies de garzas y tres especies de pelecaniformes dentro de las que destacan *A. alba*, *C. cochlearius*, *E. thula*, *E. rufescens*, *E. tricolor*, *E. albus*, *P. ajaja* y *P. brasilianus*. Como se puede observar todas las especies de garzas y afines anidando en el petén Homochén son comunes en los humedales costeros de México y tienden a formar colonias multiespecíficas durante la época de cría. El comportamiento de las aves acuáticas de anidar en colonias mixtas en pequeñas islas como la observada en el petén Homochén, es un patrón que diversos autores han señalado que proporciona ventajas a las especies, como la protección contra depredadores. Sin embargo, recientemente se ha sugerido que el hecho de que las aves críen en agregaciones más que

protegerlas las hace más vulnerables, debido a que atraen más fácilmente a sus depredadores (Clode, 1993; Coulson, 2002). Asimismo, existen otras desventajas de la anidación en colonias mixtas, como son la competencia por los recursos -sustrato para anidar y alimento- y la transmisión de enfermedades (Siegel-Causey & Kharitonov, 1990; Winttenberger & Hunt, 1985).

Danchin y Wagner (1997) proponen la “hipótesis de selección de hábitat” como un marco general de la cría en colonias. Estos autores proponen que las aves no requieren formar colonias sino que ciertos hábitats propicios para la anidación tienen ventajas y en ellos es factible acceder a otros bienes, lo cual secundariamente produce agregaciones. La hipótesis de selección de hábitat señala que los animales pueden elegir lugares de cría a través de la información del éxito reproductivo de otras parejas, que permite a los individuos maximizar el suyo propio (Boulinier & Danchin, 1997; Cadiou, Monnat, & Danchin, 1994; Hernández-Vázquez, 2005).

De acuerdo con la hipótesis de selección de hábitat, podemos señalar que la colonia de garzas y afines de este estudio eligen al petén Homochén como sitio de anidación y cría, debido a que es una pequeña isla de manglar compuesta por las cuatro especies de mangle cuyas alturas son diversas, lo cual les confiere a las aves sustratos distintos para la construcción de nidos y con ello evitar la competencia interespecífica. Además, al ser un petén, cuenta con la característica tener durante todo el año un afloramiento de agua dulce que funciona como abrevadero tanto para los adultos como para las crías y en los alrededores mantiene un suministro constante de peces que sirven de alimento a las aves. Asimismo, el petén se encuentra rodeado por aguas fangosas -ciénaga- y alejado aproximadamente unos 250 m de tierra firme lo que lo hace un sitio de difícil acceso para los depredadores terrestres. Todas estas características probablemente hacen que el petén Homochén sea seleccionado por la colonia mixta de aves acuáticas como un sitio en donde pueden maximizar su éxito reproductivo.

8.2 Abundancia de anidación

Durante los 13 meses de registro, de las 10 especies de aves acuáticas, la garza *E. thula* constituyó la especie con mayor presencia de nidos en el petén Homochén (n=862), mientras que las especies *N. ncticorax* y *E. albus* presentaron los valores más bajos de nidos en comparación con las demás especies de la colonia –con 4 y 51 nidos respectivamente-. Este patrón es similar al reportado por Clark *et al.* (2015), quienes estudiaron la anidación de aves de la familia Ardeidae en Bahía Kino, Sonora; la garza *E. thula* fue la especie que presentó mayor número de nidos (n= 201), mientras que *N. nycticorax* fue la menos abundante (n=24). Sin embargo, en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka’an, *E. thula* fue de las especies menos abundantes anidando en la reserva (n=25) al contrario del ibis blanco que se registró un total de 550 nidos activos.

Por otro lado la garceta rojiza (*E. rufescens*) fue la segunda especie con mayor número de nidos en la colonia (n=800), representando el 27.4% del total. En otros lugares de la república, como la Reserva de Sian Ka’an en Quintana Roo, se reportaron solo 35 nidos activos en 1988, mientras que en Bahía Kino se tienen registros desde el 2009 hasta el 2013 sobre la anidación de esta garza, donde en el 2012 documentaron 149 nidos y en el 2013 solo se observaron 42 nidos. De acuerdo con Wilson *et al.* (2012), en la costa noroeste de Yucatán se encuentra una de las colonias más importantes de *E. rufescens* en México, con un número mayor a 200 parejas reproductoras.

Tabla 3. Registro de número de nidos de la colonia mixta de aves acuáticas en otros sitios. NC = no contabilizado.

Especies	Homochén, Yucatán	Bahía Kino, Sonora (Clark <i>et al.</i> , 2015)	Reserva de la Biosfera de Sian ka'an, Quintana Roo (Lopez-orнат & Ramo, 1992)	Zona Protectora Tivives, Costa Rica (Ureña- Juárez, 2015)	Everglades, Florida (Frederick & Collopy, 1989)
	2013-2014	2013	1988	2012-2013	1987
<i>Platalea ajaja</i>	153	NC	110	NC	NC
<i>Egretta thula</i>	862	201	25	2	15
<i>Egretta rufescens</i>	800	42	35	NC	NC
<i>Egretta tricolor</i>	227	44	36	9	342
<i>Cochlearius cochlearius</i>	112	NC	16	NC	NC
<i>Ardea alba</i>	110	NC	NC	NC	237
<i>Eudocimus albus</i>	51	73	550	222	227
<i>Nycticorax nycticorax</i>	4	24	NC	NC	NC
<i>Phalacrocorax auritus</i>	93	NC	NC	NC	NC
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	509	NC	NC	NC	NC

8.3 Cronología de anidación vs patrones hidrológicos

En el presente trabajo se observó que la época de anidación y forrajeo de la colonia mixta de aves acuáticas en el petén Homochén, está influenciada por las condiciones hidrológicas del humedal en el que se encuentra. Esto concuerda con lo observado por otros autores como Lorenz y colaboradores (2002), quienes encontraron que los patrones de anidación son fuertemente dependientes de las condiciones hidrológicas de las zonas de forrajeo cercanas a la zona de anidación de la espátula rosada en los humedales costeros de Florida. Por otro lado, los autores Hernández-Vázquez y Mellink (2001), observaron que la disponibilidad del alimento está influenciada por los cambios en el nivel de agua, a menor nivel de agua las presas se concentran y aumenta la densidad de peces y ésta se reduce cuando los niveles de agua son elevados.

Se observó que la temporada de cría de la colonia mixta de aves acuáticas en el petén Homochén comienza con la llegada de los cormoranes *P. auritus* y *P. brasiliensis* a finales de la

temporada de lluvias e inicio de la temporada de nortes, cuando el nivel del agua en la ciénaga registra los valores más altos (50-68 cm). Esto concuerda con los hábitos de forrajeo de los cormoranes que dependen de un nivel de agua elevado para poder zambullirse para atrapar a sus presas. Posteriormente arriban a la colonia la garza rojiza *E. rufescens* a mediados de la temporada de nortes –diciembre a enero-, justo cuando los niveles de agua comienzan a descender (58-20 cm). La garza rojiza forrajea típicamente en profundidades inferiores a 20 cm (Farmer, 1991) y raramente hasta 25 cm (Lowther & Paul., 2002). Esta garza depende de su visión para atrapar a sus presas ya que es un depredador al acecho. Aunque el mayor número de nidos de esta garza se registró en el mes de enero cuando los niveles de agua aún eran altos para que esta garza pudiera forrajear en los alrededores del sitio de anidación, se observó que la duración de la incubación, eclosión y desarrollo de las crías es un evento sincronizado con la hidrología del sitio, ya que las crías de estas garzas tardan en eclosionar 25 días y estas empiezan a alimentarse por sí solas a 45 días después de la eclosión. Se observó que cuando los pichones eclosionaron los niveles de agua registraban valores entre 10 y 39 cm de profundidad en febrero y para cuando los pichones estaban en condiciones de alimentarse por sí solos en marzo y abril los niveles de agua se encontraban en sus valores más bajos (4-20 cm) similares a los reportados por Farmer (1991). También se observó que la temporada de anidación de *E. rufescens* inicia en diciembre y se extiende hasta mayo al igual a lo reportado por Green *et al.* (2011) para la misma especie en las Bahamas.

Por otra parte, durante la temporada de cría se observaron a los adultos de *E. rufescens* forrajeando en los alrededores del petén, confirmando lo dicho por los autores Hill y Green (2011), quienes aseguran que las garzas rojizas dependen de un sitio de forrajeo cercano a su sitio de anidación, lo cual significa un ímpetu para la conservación no sólo de los sitios de anidación, sino también de las áreas de forraje disponibles circundantes.

La espátula rosada *P. ajaja* es otra de las especies de la colonia que inicia su anidación a mediados de la temporada de nortes –enero- y termina a mediados de la temporada de secas –abril-. Alcanzó su máximo reproductivo en febrero con 60 nidos. Al igual que *E. rufescens*, la espátula rosada hace coincidir su estación de cría con los inicios de la temporada de secas cuando el nivel de agua ha disminuido y la abundancia de presas es mayor. Se observó que la

espátula rosada descansa y se alimenta en los márgenes de la ciénaga en donde los valores de profundidad se mantienen entre los 4 y 10 cm. Estas observaciones concuerdan con los resultados obtenidos por Primelles (2016), quien reporta que *P. ajaja* en una bahía de Cuba se reproduce en la época de secas cuando el umbral de profundidad es de 12 cm promedio durante los primeros 21 días posteriores a la eclosión de los huevos, lo cual es necesario para que aumente la concentración de los alevines que servirán de alimento a los pichones. El hecho de que la espátula rosada sincronice su temporada de cría con la temporada de secas cuando aumenta la densidad de peces y se alimente en los márgenes de la ciénaga donde la profundidad es menor en la ciénaga Homochén, soporta la hipótesis de Gawlik (2002), quien asegura que los forrajeadores táctiles como las espátulas rosadas son más sensibles a la disponibilidad de presas ya que son más dependientes de la alta concentración de presas que otras especies de aves acuáticas y por lo tanto son más sensibles a las condiciones ambientales que determinan las concentraciones de peces. Asimismo, Lorenz (2000) asegura que la constante alta disponibilidad de presas para la espátula rosada es un requisito indispensable en la temporada de anidación, cuando la exigencia de energía de su descendencia es alta.

Las especies *E. thula*, *E. tricolor*, *N. nycticorax* y *E. albus* anidan en los meses de abril y mayo cuando la temporada de secas se encuentra en su clímax y los niveles de agua en los márgenes de la ciénaga van de los 0 a los 7 cm y de 20 a 40 cm en su parte media. Por lo tanto, los resultados de este estudio muestran, por un lado que, este conjunto de especies de garzas pequeñas cuyas tallas oscilan entre los 65 y 74 cm (Badillo-Alemán *et al.*, 2014) hacen coincidir su anidación cuando los niveles de agua se encuentran en sus valores más bajos, ya que requieren sitios poco profundos para forrajear hasta 10 cm de profundidad (Moreno, Lagos, & Alves, 2005) que las otras especies de garzas y por otro lado que, al ser especies más pequeñas y más ligeras que *E. rufescens* y *P. ajaja* evitan competir con ellas por los sitios para construir sus nidos al iniciar su temporada de anidación cuando estas dos especies están terminando o han terminado su anidación.

Aunque *A. alba* es la garza más grande de la colonia de aves acuáticas, en este estudio se observó que el pico de reproducción también es en abril y mayo al igual que las garzas

pequeñas, sin embargo, el inicio de su anidación es desde septiembre. De acuerdo con Moreno *et al.* (2004) la amplitud de la temporada de anidación de *A. alba* puede deberse a que esta especie forrajea en los márgenes de las lagunas en profundidades que van desde los 15 hasta los 24 cm, estas mismas profundidades se registraron durante todo el año en los márgenes de la ciénaga Homochén. Por lo tanto la garza *A. alba* dispone de un intervalo más amplio de profundidad para forrajear que el conjunto de aves más pequeñas y puede entonces ampliar su temporada de anidación desde la temporada de nortes hasta la de secas.

8.4 Amenazas. Panorama general

Durante este estudio se detectó que entre las amenazas naturales que afectan a la colonia de aves acuáticas en el petén Homochén se encuentran los nortes y tormentas tropicales, debido a que después de un evento de este tipo se registraron pollos muertos, nidos destruidos y huevos flotando en el agua de la ciénaga o rotos en el suelo. Los efectos de estos fenómenos meteorológicos ya han sido reportados para otras colonias de aves acuáticas. Tal es el caso de Telfair (1983), Hernández & Fernández (1999) y Cupul (2003), quienes reportaron pérdidas de polluelos como consecuencia de que fueron derribados de sus nidos por la lluvia y vientos originados por tormentas tropicales, que limitan el éxito de los volantones.

Otra amenaza natural detectada en la colonia es la depredación. Los depredadores naturales registrados en la colonia, suelen alimentarse principalmente de los huevos que obtienen directamente de los nidos aunque también se registró la depredación de pollos o pichones. El zanate (*Q. mexicanus*) es el depredador de huevos predominante dentro de la colonia, ya que se observó en casi todos los muestreos realizados durante el estudio e incluso se registraron nidos de zanate mezclados con los de las garzas durante abril y mayo cuando se registró la mayor abundancia de nidos y especies de garzas anidando. Aunque no se cuantificó la pérdida de huevos por la depredación del zanate, se observó que ésta puede tener un impacto negativo en el éxito reproductor de las especies de garzas de la colonia, sobre todo en *E. thula*, *E. tricolor* y *E. rufescens* debido a que los nidos de estas especies son los que más depredan. Se observó que el zanate tiene un comportamiento muy agresivo sobre estas

especies, ya que lastiman y ahuyentan a los padres de los nidos para enseguida devorar los huevos. Los zanates llegan incluso a devorar todos los huevos de un solo nido dejando con ello sin posibilidades de crianza durante esa temporada a algunas parejas de aves.

Calmé *et al.* (2015) señalan que la colonia más grande de garza rojiza en la península de Yucatán, es la que se localiza en Sisal, asimismo estos autores indican que esta especie presenta una distribución muy espaciada y reducida. Sus colonias tienden a ser pequeñas lo que incrementa su riesgo de extinción en caso de eventos estocásticos o demográficos, como un aumento en la depredación; de ahí la importancia de vigilar los efectos que tiene el zanate sobre *E. rufescens* durante la temporada de anidación y sus consecuencias para la conservación de esta especie.

La depredación de huevos por el zanate ya también ha sido reportado para otras colonias de garzas en humedales costeros de Costa Rica (Alvarado, 2006; Ureña-Juárez, 2015) y de otras aves como las golondrinas (*Hirundo rustica*) (Clapp, 1986) e incluso de polluelos de *Zenaida asiatica* (Blankinship, 1966). De acuerdo con Berlanga *et al.* (2010), una de las acciones necesarias para proteger y asegurar la existencia de las poblaciones de aves es tomar medidas para reducir las fuentes de mortalidad directa como la depredación de los huevos.

No obstante que el zanate (*Quiscalus mexicanus*) es una especie nativa de México, su ámbito de distribución original se ha expandido notoriamente, como lo señala Wehtje (2003) siendo considerada una especie invasora tanto en Estados Unidos como Canadá, asimismo la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas considera al zanate como una especie invasora de alto impacto en diversas ANP (CONANP, 2009). A este respecto Roldan-Clara *et al.* (2013), encontraron evidencia directa de la depredación del zanate sobre *Melanoptila glabrirostris*, ave endémica de la península de Yucatán, en Cozumel y el ANP de Sian Kaan. Estos autores señalan que el zanate constituye una amenaza que pone en riesgo la conservación de *M. glabrirostris*. Dicho lo anterior es necesario llevar a cabo estudios en la RECMCNY para monitorear el efecto que el zanate puede tener en la sobrevivencia de los nidos y polluelos de las aves que anidan en Homochén para poder desarrollar un plan de acción para mitigar los estragos que el zanate ocasione sobre la colonia de garzas.

Por otra parte, autores como (Alvarado, 2006) y Ureña-Juárez (2015) señalan que las boas (*B. constrictor*) y los cocodrilos son depredadores de los pollos más que de los huevos al igual que lo reportado en este estudio. También señalan que los zopilotes, gavilanes, búhos, halcones y águilas son depredadores de las aves acuáticas coloniales, esto concuerda con nuestras observaciones, ya que se registró la presencia del zopilote (*C. aura*) y del caracara quebrantahuesos (*C. cheriwey*) sobrevolando el sitio de anidación y cuya presencia alertaba a las aves de la colonia.

Por otro lado, las amenazas antropogénicas dentro de la RECMCNY están dadas por la destrucción del hábitat por cambios en el uso de suelo y asentamientos. La presión por urbanización que se ejerce en la reserva y en los alrededores del petén Homochén amenaza seriamente su preservación como sitio de anidación para la colonia mixta de aves acuáticas. La tenencia de la tierra en Sisal, es principalmente de tipo ejidal y privada lo que ha traído como consecuencia la venta de terrenos para la construcción de fraccionamientos residenciales de baja densidad destinados principalmente al mercado internacional con una orientación hacia el turismo de segunda residencia (García de Fuentes *et al.*, 2011).

Otra de las amenazas son causadas por cacería y pesca. Aunque ninguna especie que conforma la colonia mixta de aves acuáticas es objeto de la actividad cinegética que se lleva a cabo en Sisal, ésta actividad sí tiene un impacto sobre éstas aves, principalmente a través del ruido provocado por los disparos y los disturbios que ocasionan los cazadores al resguardarse en el sitio de anidación para llevar a cabo su actividad. Estos disturbios ahuyentan a los padres de sus nidos provocando el abandono de huevos y pollos y por otro lado asustan a los pollos lo que provoca que estos caigan de los nidos y en muchas ocasiones mueran. De acuerdo con Bregnballe y Madsen (2004) también ocasionan el desplazamiento de las aves a otros sitios vecinos o distantes en respuesta al disparo mismo efecto que provocan las personas que entran al petén para pescar mojarras en el ojo de agua, o bien para introducir turistas.

Para evitar esta situación, lo más prudente es realizar el aprovechamiento cinegético en un sitio diferente del sitio de anidación de la colonia, ya que la temporada de caza coincide con los meses de reproducción de la misma. Esta sugerencia se espera sea tomada en cuenta por

las autoridades ambientales como SEDUMA, ya que se hace en concordancia con los *Lineamientos Internos para el Ordenamiento de la Actividad Cinegética en la UMA “Reserva Estatal El Palmar y su extensión”*, en donde se establece que “*la actividad cinegética se realizará únicamente en las zonas y de acuerdo a la temporalidad que indique SEDUMA, de acuerdo a la autorización que se reciba por parte de la Dirección General de Vida Silvestre de SEMARNAT*” (SEMARNAT, 2016).

La actividad cinegética también promueve la contaminación por plomo (Pb), así como de materia orgánica y de otro tipo de basura que los cazadores dejan a su paso. Históricamente en el Estado de Yucatán se ha realizado la actividad cinegética, entre los humedales de Uaymitún en Dzilam de Bravo y “La Carbonera” ubicado al Este de Sisal (Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, 2005). Uno de los sitios de caza que corresponden al Predio de Propiedad Federal (PPF) en Hunucmá es Homochén, donde los cazadores comúnmente ingresan al petén. Durante los muestreos se detectó en varias ocasiones la presencia de cartuchos y perdigones de plomo (Pb) para escopeta, empleados para ésta actividad, sin embargo, no es un problema ajeno a otros sitios de caza dentro de Yucatán, pues un estudio en el 2013 sobre las prácticas de vida asociadas a los desechos de Sisal, también reportaron la presencia de estos cartuchos y perdigones en la Reserva “El Palmar” por la cacería cinegética (Urrea-Mariño, 2012). Esta misma autora asegura que los cartuchos de plomo (Pb) son los más empleados en la actividad cinegética que se desarrolla en la Reserva Estatal “El Palmar”, representando un elemento peligroso no sólo para la fauna de la reserva sino también para las personas.

Diversos autores concuerdan que, el uso de plomo (Pb) en la cacería tarde o temprano causa el envenenamiento o la muerte de la fauna asociada a hábitos bentónicos de alimentación o bien a través de las cadenas tróficas (Baldassarre & Arengo, 2000; Fisher, Pain, & Thomas, 2006; Gangoso, Alvarez-Lloret, P. Rodríguez-Navarro, A. Mateo, Hirlado, & Donázar, 2009; Pain, 1991, 1992). Árcega et al. (2014) determinaron que las concentraciones totales de plomo presentes en los sedimentos de diferentes sitios de caza en la reserva “El Palmar” alcanzaron niveles de dos a veinte veces más altos que en los humedales costeros no contaminados, se presume que la principal fuente de este metal son los perdigones propios de la actividad

cinagética. Los resultados de este mismo estudio, sugieren que el plomo en la reserva, permanece en forma de partículas en los sedimentos, más no en la columna de agua, por lo que el Pb resulta más accesible para las especies bentónicas, traduciéndose en la transferencia de este metal tóxico a través de las cadenas tróficas. Por lo tanto, un riesgo potencial que corren las aves acuáticas del petén Homochén al ser depredadores tope es el envenenamiento por plomo (Pb) derivado de la actividad cinagética que se desarrolla dentro de la RECMCNY y que lo adquieren a través de su alimento. La mayoría de las presas de las que se alimentan las diferentes especies de garzas de la colonia son peces de hábitos bentónicos (De Dios, 2014). Algunos de los síntomas por envenenamiento por plomo (Pb) en las aves acuáticas es la pérdida de peso, prominencias externas, tendencia al aislamiento, debilitamiento y caída de alas y por tanto la pérdida de la habilidad de volar o incluso de caminar (Quiroz-Carranza, Cantú, & Alzate, 2008). Asimismo, causa deterioro en el crecimiento y la supervivencia de los polluelos, además de causar alteraciones en el comportamiento (Lucía *et al.*, 2009).

Algunos autores han estimado que la entrada de plomo (Pb) en la UMA “El Palmar”¹⁴ es de aproximadamente 350 Kg de plomo (Pb) por temporada y teniendo en cuenta que la actividad se realiza desde hace aproximadamente 30 años, se estima que en la reserva existen un poco más de 9 toneladas de Pb acumulado (Urrea-Mariño, 2012). En 1991, Pain calculó que unos 300 perdigones entraron en el entorno de cada cartucho disparado, dando un total de 23 toneladas métricas de Pb que pudieron haber sido depositados y concentrados en “El Palmar”. Actualmente no se tiene el cálculo de cuánto Pb hay acumulado en Homochén, sin embargo, de continuar con el uso de los perdigones de Pb las concentraciones podrían alcanzar niveles extremadamente altos en un futuro corto plazo, poniendo en riesgo no sólo a las aves acuáticas estudiadas en este trabajo, sino también a las especies de importancia económica -como el flamenco y varias especies de patos-, así como todo el ecosistema (Arcega-Cabrera *et al.*, 2014). Por consiguiente, como primer paso es necesario prohibir el uso de perdigones de plomo (Pb) de manera definitiva modificando los *Lineamientos Internos para*

¹⁴ Sin considerar la extensión el PPF Sujeto a Manejo para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de Vida Silvestre con clave de registro ZF-DGVS-0002-YUC-.

el Ordenamiento de la Actividad Cinegética en la UMA “Reserva Estatal El Palmar y su extensión”, ya que de acuerdo con ellos el uso de estas postas no está prohibido. De acuerdo con Segovia y colaboradores (2005), el 74% de los cartuchos percutidos en la UMA “El Palmar y su extensión” son de postas de plomo (Pb) y el 20% de postas de acero. Expresado lo anterior, será necesario solicitar y/o promover el uso de perdigones de metales alternativos, tales como el hierro (Fe), molibdeno (Mo), níquel (Ni), zinc (Zn) y estaño (Sn) (Schnug & Haneklaus, 2000) por las autoridades SEDUMA y SEMARNAT, como lo han sido en otros lugares del mundo (Fisher *et al.*, 2006).

Por otra parte, se sugiere asegurar las buenas prácticas de la actividad cinegética, haciendo hincapié en el aspecto de vigilancia durante su desarrollo y al término de la actividad, dado que se ha observado que al final de la actividad cinegética se genera basura la cual se deja en los sitios de caza y no se dispone de ella de forma adecuada.

Finalmente otra amenaza detectada para las aves durante la temporada de anidación fue el turismo no controlado. Ocasionalmente algunos pescadores de la localidad de Sisal, ofrecen recorridos por la ciénaga hasta el sitio de anidación –petén Homochén- a grupos que van desde 2 hasta 10 personas. Durante estos recorridos, los pescadores llevan a los usuarios en alijos hasta este sitio, donde se les permite a los turistas bajar del alijo e introducirse en el petén para poder tomar fotos de los nidos, e incluso bajar los pollos de estos para que los turistas se lleven la experiencia de tomar entre sus manos una cría de una ave silvestre.

También se observó que los pescadores que ofrecen este tipo de paseos cortan ramas de los mangles del petén para poder entrar con mayor facilidad a él, o simplemente para ofrecer un mayor confort a los turistas para la toma de fotografías. Indudablemente este tipo de actividades alteran y causan disturbios en el sitio de anidación y pueden traer consigo el abandono de las crías por los padres e incluso el abandono del sitio de anidación por alguna especie de la colonia en respuesta a los disturbios. Este tipo de turismo mal planificado aunque apenas incipiente en la zona y ofrecido por un grupo muy reducido de pescadores que buscan atraer a turistas amantes de la naturaleza, puede fácilmente dañar al mismo ambiente del cual se pretende generar ingresos. Sin embargo, si estas actividades se planifican y se

plantean bajo el esquema de un proyecto de ecoturismo basado en la observación de las aves, donde se haga una selección inteligente de los sitios a visitar, con diseños y lineamientos operativos bien fundamentados que tomen en cuenta la fragilidad y capacidad de los recursos que conformarán la atracción turística, puede ser una buena opción como actividad complementaria a la pesca.

De acuerdo con la CONABIO, el ecoturismo basado en la observación de aves resulta de gran importancia para la conservación de las ANP en México, ya que la mayoría de la propiedad de la tierra sujeta a conservación es ejidal, comunal o privada, donde los miles de habitantes que viven dentro de estas deben encontrar un sustento económico amigable con el ambiente y compatible con los programas de manejo de las ANP.

Esta actividad consiste en identificar a las aves con el uso de binoculares y guías, analizando su comportamiento, canto y hábitat, y en algunos casos se realizan reportes de las aves observadas (MacKinnon, 2013). La observación de aves, en comparación con la de otras especies silvestres –como tortugas, ballenas, etc.- sin menos cabo, presenta muchas ventajas turísticas que facilita su realización en nuestro país: (1) los observadores de aves –también conocidos como *los pajareros*- con frecuencia visitan sitios en temporada baja de turismo o lugares que no tienen otros atractivos turísticos (Kerlinger & Brett, 1995), (2) el hecho de que existan aves en todo el país, al igual que especies endémicas, permite que se puedan planear proyectos ecoturísticos en cualquier zona rural durante todo el año (J. Cantú *et al.*, 2011); (3) requiere de poco equipo para iniciar y no es tan desgastante físicamente como otras actividades al aire libre, por lo que atrae a un gran número de participantes¹⁵ (Gómez, 2008). Otros beneficios adicionales a la observación de aves es la venta de equipo especializado, souvenirs relacionados a las aves, entre otros.

A su vez, el mayor mercado de observadores de aves del mundo lo tenemos justo en nuestra frontera norte. De acuerdo con la Secretaría de Turismo en México, en el periodo enero a diciembre 2016 recibió 35 millones de turistas internacionales, de los cuales el 59.6% fueron

¹⁵ De hecho, la mayoría de los observadores de aves son personas adultas –entre los 45 y 55 años o más-, principalmente mujeres, con muy buenos salarios (U.S. Fish and Wildlife Service., 2009).

estadounidenses, seguido de los canadienses con un 10.7%, y los ingleses con un 3.2% (SECTUR, 2017). No es de extrañarse que por la cercanía de los países, México sea uno de los principales destinos para los ecoturistas estadounidenses y canadienses. De acuerdo con la OMT, se reportó que en 1999, del 25% del ecoturismo americano prefirió venir a México, seguido de Australia (5.4%) y Jamaica (5.1%) (WTO, 2002).

Dentro del ecoturismo, la observación de vida silvestre se perfila como una de las principales actividades (53%) (OMT, 2002), del cual el 87% corresponde a la observación de aves, es decir, es la actividad más importante para el ecoturista de los EUA (J. Cantú *et al.*, 2011). La observación de aves en este país, ha mostrado ya una tendencia hacia el incremento; tan solo entre el año 2006 y 2007, los *pajareros* sumaron cerca de 82 millones de personas (Cordell *et al.*, 2008). Es importante enfatizar, que un grupo de estos observadores de la avifauna (49%), está lo suficientemente comprometido con la actividad como para viajar fuera de los EUA para verlas, lo cual representa para México un mercado enorme que se encuentra prácticamente sin explotar (J. Cantú *et al.*, 2011).

La observación de aves en la RECMCNY es posible. En el 2014, Badillo-Alemán y autores reportaron poco más de 100 especies de aves en la zona norte del estado de Yucatán, que fueron avistadas en entre el período 2009 y 2012; sin embargo, aún hay muchas otras especies que no fueron añadidas al catálogo, y que han sido reportadas en otras ocasiones (Badillo-Alemán *et al.*, 2014).

Para que se pueda ofertar esta actividad dentro de la RECMCNY, es imprescindible realizar antes una serie de estudios de los elementos físicos –como el relieve, los suelos y el clima-, así como un estudio más complejo de la avifauna, y sus ecosistemas para posteriormente realizar el diseño de los miradores, senderos, y demás sitios que podrían ser de interés para los ecoturistas. De acuerdo con Cantú (2011), es necesario contar con una infraestructura de que sea de bajo impacto, organización, transportación, información y personal capacitado. Además, es necesario que se realice un plan de manejo para la observación de aves en la reserva, así como una evaluación de la misma.

Figura 15. Guía para la instrumentación de la observación de aves en la RECMCNY.



Los alrededores del petén Homochén son sitios que potencialmente pueden ser considerados para la realización de esta actividad. Dado que en el petén Homochén se reproducen diversas especies de aves acuáticas se debe optar por hacer un circuito de miradores que estén a una distancia mínima de 100 m de la zona de reproducción para no ahuyentarlas o perturbarlas, ya que algunas especies son extremadamente sensibles ante la presencia humana. También se puede optar por hacer los avistamientos desde los alijos en las zonas de forrajeo –ciénaga- respetando la misma distancia y con la ayuda de binoculares.

Asimismo, debe fomentarse la cultura a la conservación y observación de las aves, así como de sus ecosistemas en las comunidades que se encuentran dentro de la RECMCNY, a través de la educación ambiental, cursos, talleres, festivales, y medios de comunicación, ya que permitirá que tanto los *pajareros* como los guías, e incluso la propia comunidad sean conscientes de la necesidad de cuidar su medio ambiente, y pueda convertirse en una actividad económica alternativa para ellos (J. Cantú *et al.*, 2011). No debe olvidarse que la observación de aves como actividad ecoturística debe promover la minimización de los impactos, el respeto por la cultura, y el ambiente natural, el beneficio directo para las actividades de conservación, así como la participación de la población local en la distribución de servicios y beneficios (Zamora, 1999).

8.5 Conservación y aprovechamiento de aves

En este trabajo se reconoció que el petén Homochén representa un sitio de conservación muy importante para la biodiversidad de la RECMCNY y de la región, ya que en él se han identificado varias especies protegidas por el gobierno federal bajo el estatus de especies «sujetas a protección especial» y/o «amenazadas» en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como: el ave *E. rufescens*, como reptil la *Boa constrictor*, algunos peces como *Menidia colei* y *Fundulus grandissimus*, de plantas *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*. Asimismo, se encontró que entre todas estas especies existen relaciones ecológicas importantes, ya que unas constituyen el alimento de las otras y/o algunas brindan sustrato, refugio y protección. Para ejemplificar, las especies de peces *M. colei* y *F. grandissimus* constituyen parte de la dieta de *E. rufescens* durante la época de cría (De Dios, 2014) y los huevos y polluelos de *E. rufescens* son depredados por la boa *B. constrictor* y probablemente por el cocodrilo *C. moreletii*. El mangle *R. mangle* y *A. germinans* brindan refugio y protección a los peces y por otro lado las cuatro especies de mangle otorgan el sustrato para que *E. rufescens* entre otras aves aniden y cumplan con ello una parte importante de su ciclo de vida (Contreras-Navarrete, 2016).

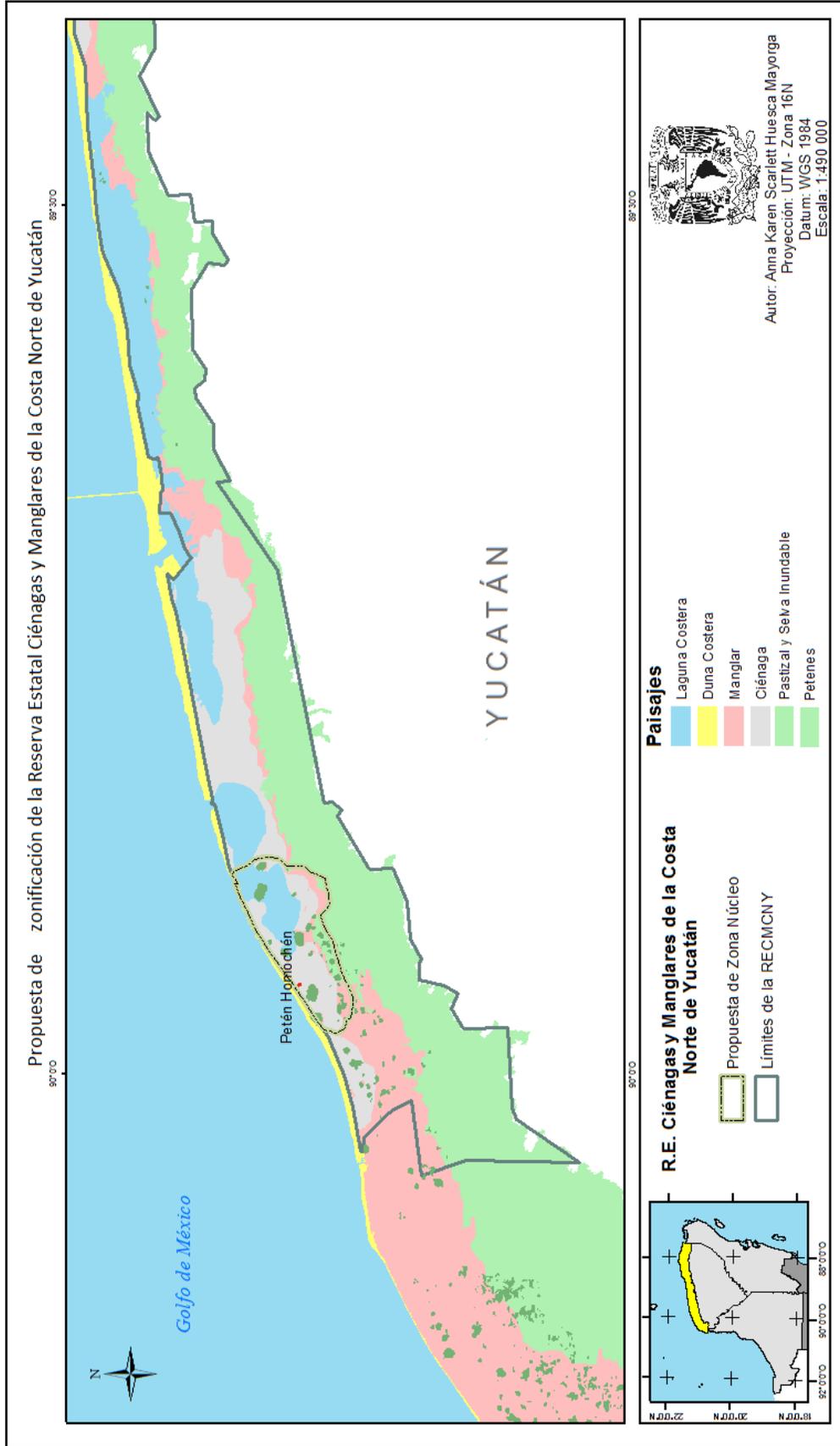
Asimismo, este pequeño islote ya ha sido reconocido como el sitio de anidación más grande del sureste mexicano para la garza *E. rufescens* (MacKinnon, 2013; Wilson *et al.*, 2012), que actualmente se encuentra catalogada en la Lista Roja como especie “casi amenazada” por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Durante este estudio se documentó que el petén Homochén sigue siendo un sitio sumamente importante para la anidación de la garza rojiza ya que fue la segunda especie con mayor abundancia de nidos en la temporada de anidación 2013-2014, así como la segunda especie con la mayor temporada de reproducción de la colonia. En consecuencia, el petén Homochén merece una atención especial, ya que se ha reportado que para la garza rojiza los sitios de anidación son una de las principales prioridades para su conservación (Kushlan, 2005; Wilson *et al.*, 2012). Por lo tanto, es imperativa la necesidad de que en los programas de manejo de la reserva sean delimitados y se normen las acciones a seguir para la conservación de este sitio y por ende de la garza *E. rufescens*.

En este sentido, se recomienda el seguimiento de las poblaciones de aves acuáticas que utilizan al petén Homochén como sitio de anidación y su área de influencia, ya que permitirá detectar las variaciones a nivel de comunidades y cambios ambientales a través del tiempo dentro de la RECMCNY y de los humedales de la región.

La complejidad ecológica del petén Homochén permite que un gran número de especies amenazadas habiten en sus alrededores. Este sitio tiene el potencial para ser considerado como una de las zonas núcleo de la RECMCNY, que tienen por objetivo la preservación de los ecosistemas, fenómenos naturales, procesos geohidrológicos, o especies de flora y fauna que requieran protección especial, a mediano y largo plazo (DOGEY, 2013). Dado que en este sitio, actualmente se lleva a cabo una serie de actividades -paseos turísticos, cacería cinegética, pesca artesanal e investigación- se recomienda que pueda catalogarse como una subzona de *uso restringido*, donde se podrán realizar excepcionalmente actividades de aprovechamiento de bajo impacto. Actividades como las señaladas podrían efectuarse con la finalidad de no modificar los ecosistemas, y no perturbar a las aves y demás especies que habitan en este sitio. Para ello, es primordial que las actividades que se ejecuten en esta zona se encuentren sujetas a estrictas medidas de control, y cuenten con los permisos correspondientes de las autoridades de la RECMCNY dependiendo del tipo de recurso que se trate, y que cuenten con un programa de manejo sujeto a estrictas medidas de control y supervisión.

La delimitación de la subzona de uso restringido en la RECMCNY debe contemplar no solo la protección de los sitios de anidación de las aves acuáticas, sino también el área de distribución de los diferentes peces que éstos consumen para asegurar su sobrevivencia de las especies (De Dios 2014). En el Mapa 1 se presenta una propuesta para delimitar dicha subzona que se generó tomando en cuenta los límites de inundación del humedal, debido a que el régimen hídrico de la zona juega un papel muy importante en la dinámica de las comunidades de peces (Jordan, 1998) y determina los ámbitos de distribución de los peces que forman parte de la dieta de estas aves.

Mapa 1. Propuesta del polígono para delimitar la subzona núcleo de uso restringido en la porción occidental de la



Diversos autores como Snoodgrass *et. al* (1996), Trexler *et al.*(2000) y Loera-Pérez (2016) proponen que durante la época de secas los ámbitos de distribución de los peces se restringen a los cuerpos de agua aislados, como son los petenes y cenotes, en donde varias especies encuentran refugio. Estos cuerpos de agua permanentes representan centros de dispersión que suministran organismos que recolonizan la zona inundada cuando el nivel de agua aumenta. Así, durante la época de lluvias se restablecen las conexiones entre estos cuerpos de agua aislados, facilitando la dispersión de peces dentro del humedal gracias a que se restaura la conectividad hídrica del sistema.

Esta propuesta de delimitación en la que se extiende la subzona núcleo hasta los límites máximos de inundación (figura 16), pretende mantener los procesos ecológicos que mantienen la estructura y el funcionamiento del humedal -como la competencia, depredación, variaciones en la estructura de las comunidades biológicas, etc. -tomando en cuenta las observaciones de Moreno-Ruiz (2013) que señala, además, que esta sección de la RECMCNY se encuentra en buen estado de conservación. El límite coincide con la urbanización que se efectúa al oriente del puerto de Sisal mientras que en La Carbonera han encontrado valores elevados de riqueza de especies (Gallardo-Torres *et al.*, 2012).

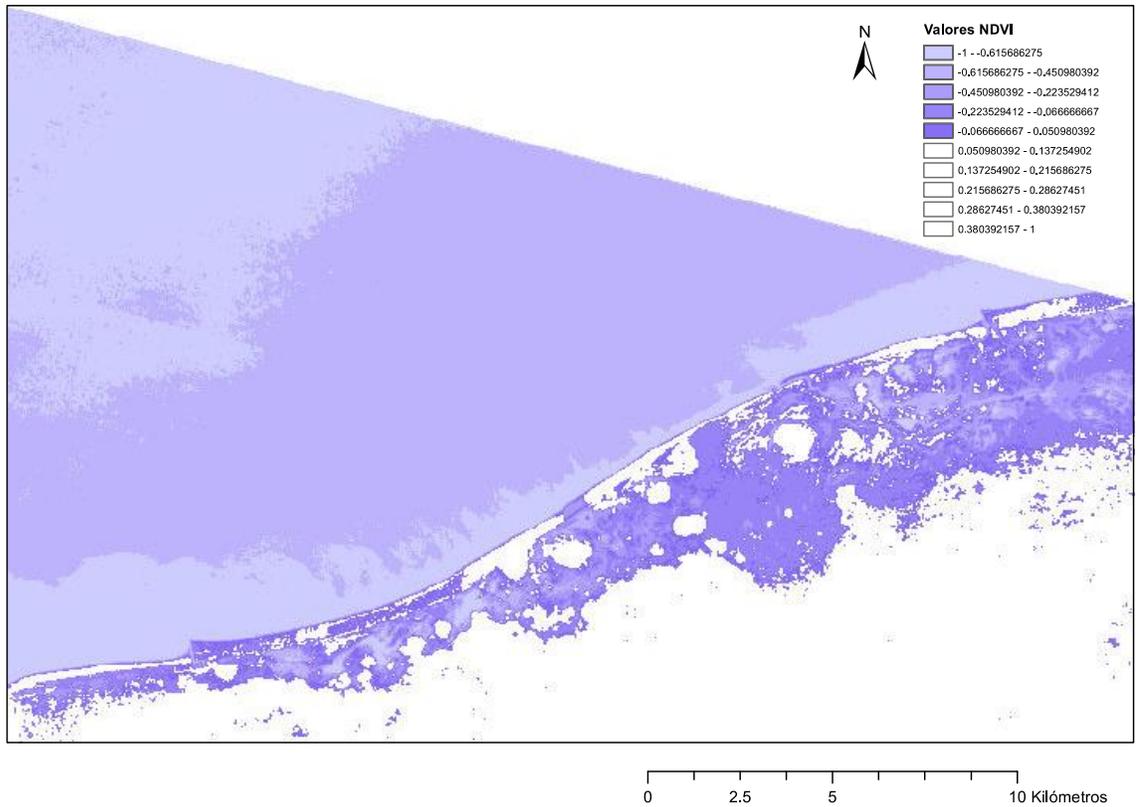


Figura 16. Límite máximo de inundación de la porción occidental de la RECMCNY estimado a partir de los valores del índice normalizado de vegetación (NDVI). Las áreas blancas muestran la presencia de vegetación. La escala cromática lila indica la ausencia de vegetación aérea que se relaciona con la extensión de las zonas de inundación. Fuente: Rodolfo Ríoja Nieto.

9. Línea estratégica para la protección del área crítica Homochén

En el presente trabajo se identificaron algunas actividades que amenazan a la colonia mixta de aves acuáticas y a sus hábitats dentro de la reserva; aunque se desconoce el grado de perturbación de las mismas, en esta sección se realizó una serie de recomendaciones para el manejo del petén Homochén y alrededores, mismas que se consideran pertinentes para la realidad actual del sitio, a sabiendas de que éstas no son las únicas y pueden ser mejoradas o bien, modificadas.

Los plazos considerados para las acciones propuestas son los siguientes: (C) corto plazo, de uno a dos años; (M) mediano plazo, de tres a cuatro años; (L) largo plazo, de cinco a más años y (P) permanente. Los actores participantes para cada una de las estrategias pueden ser: el sector gubernamental (G), sociedad en general (S), sector académico (A), ONG's (O), sector salud (Sa), cooperativas ecoturísticas (Co).

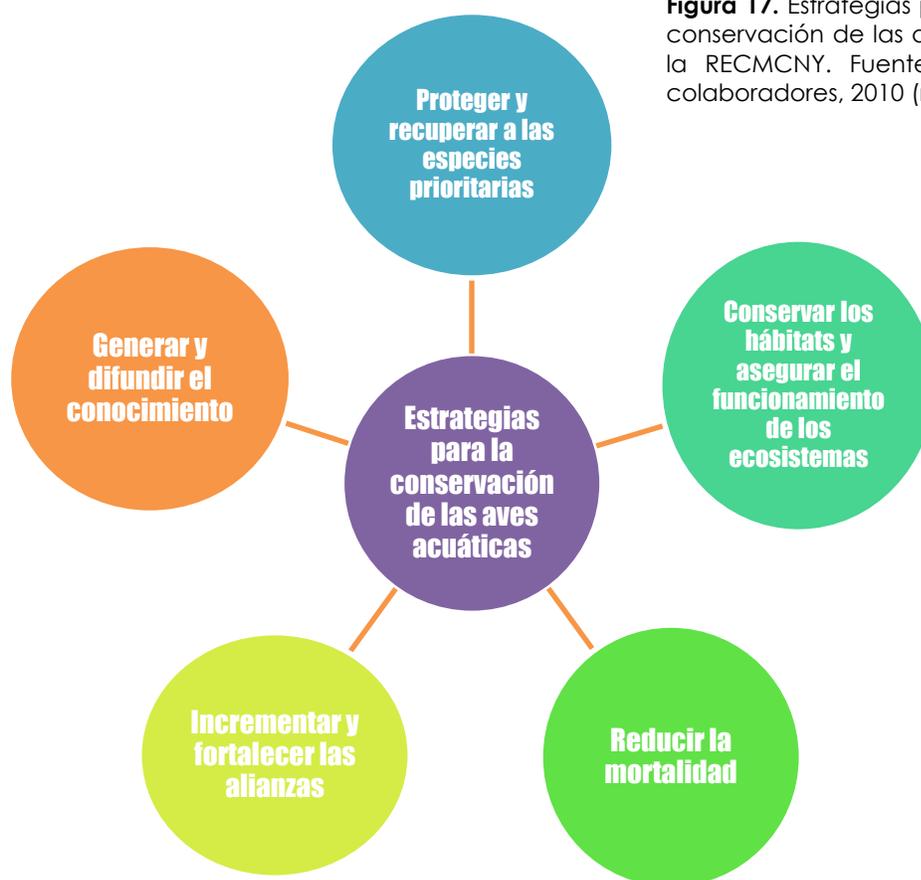


Figura 17. Estrategias prioritarias para la conservación de las aves acuáticas en la RECMCNY. Fuente: H. Berlanga y colaboradores, 2010 (modificado).

1. PROTEGER Y RECUPERAR A LAS ESPECIES PRIORITARIAS

Esta estrategia está enfocada a la protección y recuperación de las especies de aves acuáticas que se encuentran en alguna categoría de riesgo ya sea bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 o en la lista roja de la IUCN, así como las especies que son sensibles ante cambios en el ambiente o que tienen una distribución restringida. En el petén Homochén anidan varias especies en riesgo; su recuperación es una prioridad, ya que su presencia está relacionada con el funcionamiento del ecosistema.

Objetivo

- Identificación e incremento de las poblaciones de las especies prioritarias, mediante el establecimiento de estrategias y proyectos de recuperación coordinados por especialistas.

Metas

- Contar con un proyecto de recuperación de las especies prioritarias.
- Incremento la población de las especies prioritarias en un mediano plazo.

Acciones	Plazo	Actores
<ul style="list-style-type: none">• Establecer un proyecto de monitoreo biológico de las especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo donde se evalúe los cambios de sus poblaciones en el tiempo.	C	G, A
<ul style="list-style-type: none">• Seleccionar especies indicadoras, bandera y sombrilla.	C	G,A

Se propone como especie sombrilla a la garza *E. rufescens* que, de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) es considerada como especie *casi amenazada*, ya que a pesar de su gran rango de distribución, es una especie especialista de hábitat, pues se distribuye irregularmente en las estrechas franjas costeras a lo largo de su ciclo de vida, y además su población mundial va en decremento (Wilson *et al.*; 2012). Por otro lado, parte de la dieta de la garza rojiza está constituida por cuatro especies de peces endémicos de la región (*Menidia colei*, *Fundulus grandissimus*, *F.*

persimilis y *Poecilia velifera*) que se encuentran en la categoría de especies amenazadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 (De Dios, 2014).

Asimismo, otra especie identificada en el petén Homochén que puede funcionar como especie indicadora y bandera es la espátula rosada (*Platalea ajaja*). Esta garza es sumamente vulnerable a los disturbios, se ha documentado que responden a cambios hidrológicos y a cambios dependiendo de la abundancia y disponibilidad de sus presas (Powell *et al.*, 1989; Lorenz *et al.*, 2002). Por otra parte, la espátula rosada ya ha sido considerada como especie bandera y sombrilla en otros trabajos (Hobbie *et al.*, 1999; Bowman *et al.*, 2003) además es una especie carismática de alto interés para el público.

2. CONSERVAR LOS HÁBITATS CRÍTICOS Y ASEGURAR EL FUNCIONAMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS

La conservación de hábitats saludables y la atención a las amenazas que afectan a las aves, son medidas indispensables para revertir la disminución de las poblaciones debido a la pérdida y fragmentación de sus hábitats (Humberto Berlanga *et al.*, 2010).

Este componente está dirigido hacia un esquema de recuperación y restauración de los ambientes que son utilizados como sitios de descanso, forrajeo y anidación para la aves acuáticas, y que han sido impactados por las amenazas antes descritas.

Objetivo

- Recuperar y restaurar los hábitats críticos para las aves que han sido alterados o impactados en la reserva, buscando garantizar la permanencia de las aves, y restablecer los procesos naturales a fin de mejorar las comunidades de aves y otras especies que se distribuyen en la reserva.

Metas

- Asegurar la disponibilidad de sitios potenciales para la anidación y forrajeo.

Acciones	Plazo	Actores
<ul style="list-style-type: none"> Identificar otros sitios críticos para la avifauna dentro de la reserva. 	C	G,A
<ul style="list-style-type: none"> Evaluar el estado actual de los ambientes que integran la RECMCNY, así como identificar las principales amenazas y fuentes de origen para cada uno. 	P	G,A
<ul style="list-style-type: none"> Promover las acciones necesarias para reducir los impactos por actividades antrópicas 	P	G,A,O
<ul style="list-style-type: none"> Formular un proyecto de recuperación y restauración de ambientes que hayan sido impactados. 	P	G,A
<ul style="list-style-type: none"> Incentivar la participación comunitaria en las actividades de restauración del humedal y fomentar la educación de comunidades locales, así como crear alternativas de empleo. 	P	G
<ul style="list-style-type: none"> Elaborar un proyecto para el manejo de desechos sólidos, así como hacer más eficiente la recolección de la basura en las comunidades que se encuentran dentro de la reserva. 	C	G,A
<ul style="list-style-type: none"> Contar con un proyecto de prevención de contingencias ambientales, en caso de incendios forestales, inundaciones, y desastres naturales (huracanes). 	P	G,A
<ul style="list-style-type: none"> Organizar y realizar campañas de limpieza dentro de la reserva, involucrando a instituciones, dependencias gubernamentales, grupos y organizaciones civiles. 	p	G,A,S,Co
<ul style="list-style-type: none"> Promover la investigación orientada a acciones de restauración con un enfoque integral, que involucre la conservación y el estudio de las relaciones entre la vegetación, la fauna, el relieve, los suelos y el clima, con énfasis en las especies endémicas y las que se encuentren bajo estatus de conservación. 	p	G,A
<ul style="list-style-type: none"> Elaborar lineamientos de usos en las inmediaciones de la reserva que prohíban la modificación de la topografía e hidrodinámica de la zona de cualquier proyecto u obra ingenieril (apertura y ampliación de canales, construcción de caminos de acceso) y la eliminación de manglar u otra vegetación 	M	G,A

3. REDUCIR LA MORTALIDAD DE LAS AVES

Este componente se enfoca exclusivamente a reducir las fuentes de mortalidad de las aves acuáticas ya identificadas en este trabajo, permitiendo de esta manera la recuperación de sus poblaciones dentro de la reserva.

Objetivo

- Reducir los factores que limitan la supervivencia de las aves acuáticas, a través de la adecuación de algunas prácticas.

Meta

- Disminuir la mortalidad de aves acuáticas por las actividades antropogénicas.
- Contar con un protocolo para el control de fauna nociva.

Acciones	Plazo	Actores
<ul style="list-style-type: none">• Implementar un proyecto de control de perros y gatos ferales, que incluya una campaña anual de esterilización de mascotas en las comunidades que integran a la reserva y una campaña de sensibilización sobre la importancia del control de los mismos.	C	Sa,G,O
<ul style="list-style-type: none">• Evaluar y monitorear el comportamiento del ictérico <i>Q. mexicanus</i> en relación con la tasa de depredación de nidos sobre la colonia mixta de aves acuáticas.	M	G,A
<ul style="list-style-type: none">• Elaborar lineamientos para los paseos turísticos en el petén Homochén y alrededores, que prohíba la intrusión de personas en las temporadas de anidación y crianza.	C	Sa,G,O
<ul style="list-style-type: none">• Adecuar los lineamientos para las prácticas de la cacería cinegética (vigilar que la práctica de esta actividad se realice únicamente en los sitios de caza, limpieza de la basura, reducir disturbios en zonas de anidación y uso de cartuchos de acero y no de plomo).	C	G
<ul style="list-style-type: none">• Reforzar las acciones para la ejecución de los lineamientos de vigilancia y limpieza de la actividad cinegética.	C	G
<ul style="list-style-type: none">• Diseñar y establecer señalización básica de los límites, zonas de manejo y restricciones de la reserva.	C	G

4. GENERAR Y DIFUNDIR EL CONOCIMIENTO

Para el buen manejo de los recursos naturales con que cuenta la RECMCNY, es imperante promover una cultura de conservación de las riquezas naturales de las que se disfruta. Por este motivo, resulta de gran importancia desarrollar mecanismos y estrategias de comunicación, capacitación, y educación ambiental que permitan un intercambio de comunicación entre los distintos actores de la reserva, que conlleven a la conservación y desarrollo sustentable de esta.

Objetivos

- Dar a conocer a los diversos actores de la reserva información referente a los objetivos de conservación y manejo de los recursos naturales de la reserva, mediante estrategias de difusión.
- Sensibilizar a las comunidades locales sobre la importancia de conservar los recursos naturales de la reserva, a través de la implementación de acciones orientadas a la educación e interpretación ambiental, fomentando así, una cultura de respeto hacia la naturaleza.
- Crear espacios para promover la difusión de los valores e importancia de la reserva a los usuarios y público en general, a través de materiales informativos.

Metas

- Contar con un programa de información para la divulgación de los valores, acciones y objetivos de la RECMCNY.
- Contar con un proyecto permanente de educación ambiental para los usuarios, y público en general.
- Contar con material de difusión que promueva los valores ecológicos y de conservación de la reserva.

Acciones operativas	Plazo	Actores
<ul style="list-style-type: none">• Crear un comité de usuarios de la reserva.	C	S, G

<ul style="list-style-type: none"> Llevar a cabo proyecto de educación ambiental en las escuelas primarias y secundarias y para el público en general que ayuden a crear un sentido de pertenencia de la población por el patrimonio biológico (con un enfoque especial en las aves). 	P	G,O,A,
<ul style="list-style-type: none"> Planificar un centro de visitantes e interpretación ambiental, donde darán a conocer información referente a las características ecológicas de la reserva, y de los reglamentos administrativos de la reserva. 	M	G
<ul style="list-style-type: none"> Generar materiales de difusión sobre la biodiversidad, los recursos naturales y los objetivos de conservación y aprovechamiento de la reserva, dirigido a: guías cinegéticos, público en general, y usuarios. 	C	G,A,O, Co
<ul style="list-style-type: none"> Continuar con el festival de aves Alas de Yucatán y realizar eventos que promuevan el conocimiento, difusión y conservación del patrimonio biológico de la RECMCNY. 	P	G,A,O,S,Co

5. AMPLIAR Y FORTALECER LAS ALIANZAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES ACUÁTICAS

Para ser eficaz el manejo de las aves acuáticas y sus hábitats dentro la reserva, deberán coordinarse las acciones entre los diferentes actores involucrados, para alcanzar los objetivos de ésta.

Objetivo

- Crear alianzas entre los diferentes actores para lograr los objetivos de conservación de la RECMCNY y de las aves acuáticas.

Meta

- Crear un vínculo de interacción entre la comunidad académica-científica, las autoridades ambientales y pobladores para difundir herramientas de conservación y de apoyo para a la toma de decisiones.

Acciones operativas	Plazo	Actores
<ul style="list-style-type: none">• Crear un comité con la participación de los miembros de la comunidad científica, autoridades ambientales y pobladores para la toma de decisiones de la reserva.	C	G,A,S,O
<ul style="list-style-type: none">• Crear un foro virtual para acceder y compartir información, y experiencias sobre los recursos naturales de la reserva con otros grupos de trabajo.	M	G,A
<ul style="list-style-type: none">• Desarrollar un programa de manejo de humedales en la región, donde tenga un proyecto exclusivo para el manejo de las aves acuáticas.	M	G,A,O
<ul style="list-style-type: none">• Aumentar los recursos financieros para la conservación de las aves acuáticas y sus hábitats en la región, a través de fondos de financiamiento o pago de servicios ambientales.	C	G,A,

10. Conclusión

En la RECMCNY, se identificaron 10 especies de aves acuáticas anidando en conjunto en el petén Homochén: *Platalea ajaja*, *Phalacrocorax brasilianus*, *Phalacrocorax auritus*, *Egretta thula*, *Egretta rufescens*, *Egretta tricolor*, *Cochlearius cochlearius*, *Ardea alba*, *Eudocimus albus* y *Nycticorax nycticorax*. Se cuantificó un total de 2,921 nidos, de los cuales 862 fueron de *E. thula* quien fue la especie más abundante, seguida de la *E. rufescens*. Las especies menos abundantes fueron *E. albus* y *N. nycticorax*. El período de anidación abarcó de septiembre del 2013 hasta agosto del 2014, donde los meses de abril y mayo presentaron el mayor número de nidos y de especies.

Las principales amenazas identificadas para las aves acuáticas son: las tormentas tropicales, depredación de huevos por el zanate *Q. mexicanus*, la presión por la urbanización, los disturbios y contaminación por plomo (Pb) derivado del aprovechamiento cinegético, y el turismo no controlado.

En términos generales, el petén Homochén y sus alrededores –ciénaga- se pueden remarcar como un sitio crítico para las aves acuáticas, donde además de servir como un sitio de parada para las especies migratorias, sirven como sitios de refugio, alimentación y reproducción. Por consiguiente, es indispensable la conservación y manejo de esta área, por lo que se espera que las autoridades ambientales (SEDUMA y SEMARNAT) consideren las acciones antes sugeridas y contemplen el petén Homochén como una zona núcleo de «uso restringido» en la zonificación de la RECMCNY.

Finalmente, en los alrededores de Homochén tienen el potencial para desarrollar el ecoturismo basado en la observación de aves, pudiéndose posicionar como una actividad alterna en los meses de junio a noviembre aproximadamente, promoviendo así el desarrollo económico de las comunidades aledañas de la reserva –como Sisal- sin poner en riesgo la permanencia de las colonias de aves.

Las acciones propuestas aquí alrededor de cinco líneas estratégicas proporcionan un amplio rango de mejora a las condiciones de reglamentación, educación y difusión del conocimiento sobre las aves acuáticas analizadas; sin embargo, la aplicación de tales acciones no necesariamente podrían hacerse de forma aislada, sino dentro del Programa de manejo de la RECMCNY o incluyendo adecuaciones a los actuales instrumentos regulatorios, como el POETCY o , en mecanismos legislativos aplicables a humedales en México, tal como señalan Vidal *et al.* (2015) en su artículo sobre implementación del Plan estratégico Ramsar en humedales costeros de la Península yucateca.

11. Literatura citada

- Alvarado, G. (2006). *Aves acuáticas y humedales de Costa Rica: Su estado de conservación*.
- Arcega-Cabrera, F., Noreña-Barroso, E., & Ocegüera-Vargas, I. (2014). Lead from hunting activities and its potential environmental threat to wildlife in a protected wetland in Yucatan, Mexico. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 100(1), 251-257. <http://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.11.002>
- Arizmendi, M. C., & Márquez, L. (2000). *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México*.
- Badillo-Alemán, M., López-Martínez, F., Gallardo, A., & Chiappa-Carrara, X. (2014). *Catálogo de aves de la costa norte de Yucatán*. Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Académica de Sisal, Yucatán.
- Baldassarre, G. A., & Arengo, F. (2000). A review of the ecology and conservation of Caribbean Flamingos in Yucatán, México. *Waterbirds (special publication 1)*, 23, pp 70 –79.
- Batllore, E., González, J. I., Díaz, J., & Febles, J. (2006). Caracterización hidrológica de la región costera noroccidental del estado de yucatán, MÉXICO. *Investigaciones Geográficas*, 59, 74-92.
- Becerril, F., & Carmona, R. (1996). Anidación de aves acuáticas en la Ensenada de La Paz, Baja California, Sur, México. *Departamento de Biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur*.
- Berlanga, H. (2001). Conservación de las aves de América del Norte. *Biodiversitas*, 38, 1-8.
- Berlanga, H., Kennedy, J. a., Rich, T. D., Arizmendi, M. C., Beardmore, C. J., Blancher, P. J., ... Will, T. (2010). Conservando a nuestras aves compartidas : La vision trinacional de Compañeros en Vuelo para la conservación de las aves terrestres Colaboradores Contenido, 52.
- Berlanga, M., & Wood, P. (1996). Áreas de importancia para la conservación de las aves en la Península de Yucatán. *II Workshop on Important Areas for Bird Conservation in Mexico (AICAS)*, Huatulco, Mexico.
- Bezaury-Creel, J., & Gutiérrez-Carbonell, D. (2009). Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. En *Capital Natural de México* (Vol. II, p. 385-431 pp). México: CONABIO.
- Blanco, D. (1999). Los humedales como hábitat de aves acuáticas. En *In Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica* (pp. 219-228). Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe. Montevideo: A. Malvárez.
- Boulinier, T., & Danchin, E. (1997). The use of conspecific reproductive success for breeding patch selection in territorial migratory species. *Evol. Ecol.*, 11:, 505-517.
- Bravo-Cadena, J. (2010). *Cambio climático global: efecto en algunas especies de aves en peligro en el estado de Hidalgo, México. Tesis de maestría*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Bregnballe, T., & Madsen, J. (2004). Tools in waterfowl reserve management: effects of intermittent hunting adjacent to a shooting-free core area. En *Wildl. Biol.* 10 (p. 261 –268.).

- Brenner, L. (2010). Gobernanza ambiental, actores sociales y conflictos en las Áreas Naturales Protegidas mexicanas. *Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones sociales. Revista Mexicana de Sociología*, 2(55), 283-310.
- Buskirk, W. H. (1968). *The arrival of trans-gulf migrants on the northern coast of Yucatan in fall*. MS thesis, Louisiana State University, Baton Rouge.
- Cadiou, B., Monnat, J. Y., & Danchin, E. (1994). Prospecting in the kittiwake, *Rissa tridactyla*: different behavioral patterns and the role of squatting recruitment. *Anim. Behav.*, 47:, 847-856.
- Calmé, S., MacKinnon-H, Barbara Leyequien, E., & Escalona-Segura, G. (2015). Biodiversity and conservation of the Yucatán Peninsula. En *Birds*.
- Cantú, J. C., & Sánchez, M. E. (2011). Observación de aves. Industria millonaria. *Biodiversitas*, 97, 10-15.
- Cantú, J. C., Sánchez, M. E., Grosselet, M., & Silva, J. (2007). Tráfico Ilegal de Pericos en México. Una Evaluación Detallada. *Defenders of Wildlife*, 75 pp.
- Cantú, J., Gómez, H., & Sánchez, M. (2011). El Dinero Vuela: El Valor Económico del Ecoturismo de Observación de Aves. *Defenders of Wildlife*. Washington, 56.
- Castillo-Guerrero, J. A., & Carmona, R. (2001). Distribución de aves acuáticas y rapaces en un embalse dulceacuícola artificial de Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical*, 49 (3-4), 1131-1142 pp. Recuperado a partir de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442001000300032
- Castro, E. G. (1996). Hidrología. *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán, (CICY, Conabio, Seduma)*, 12-13 pp.
- CCA. (1999). Áreas importantes para la conservación de las aves de América del Norte. *Directorio de 150 sitios relevantes. Comisión para la Cooperación Ambiental, Canadá.*, 369 pp.
- Ceballos, G., & Márquez-Valdelamar, L. (2000). Las aves de México en peligro de extinción. *Instituto de Ecología. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica*. Ciudad de México, México.
- Chablé, J., Ricardo, S., & Enríquez, P. (2005). Aves. *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán, (CICY, Conabio, Seduma)*, 264-266.
- Chape, S., Blyth, S., Fish, L., Fox, P., & Spalding, M. (2003). United Nations List of Protected Areas. *IUCN, Gland y unep-wcmc, Cambridge, UK*.
- Clark, E., Fleishman, A., & Riegner, M. (2015). Diversity, Abundance and Nesting Phenology of the Wading Birds of Bahía Kino, Sonora, Mexico. *Waterbirds*, 38(4), 355-363.
- Clode, D. (1993). Colonially breeding seabirds: predatory or prey? *Trends Ecol. Evol.*, 8:336-338.
- CONABIO. (s. f.). Listado de AICAs en México. Recuperado a partir de http://avesmx.conabio.gob.mx/lista_region
- CONABIO. (2002). *Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)*.
- CONABIO. Manglares de México (2008).
- CONABIO. (2012). Áreas Protegidas Beneficios. Recuperado 23 de noviembre de 2016, a partir de <http://www.biodiversidad.gob.mx/regio>

- n/areasprot/beneficios.html
- CONANP. (2006). Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Arrecife Alacranes, *1ra edición*, 167.
- CONANP. (2009). Diagnóstico de especies invasoras (EI) y sus efectos en las ANPs de competencia federal. *Dirección de especies prioritarias para la conservación*.
- CONANP. (2016). Área Protegidas Decretadas. Recuperado 23 de noviembre de 2016, a partir de http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/
- Contreras-Navarrete, E. (2016). *Estudio de una comunidad reproductora de aves acuáticas en un peten de la costa norte de Yucatán durante la temporada de nortes*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cordell, H. K., Eubanks, T., Carter, B., Green, G., Stephens, B., & Mou, S. (2008). *American Birders -Part I- Their Numbers and Outdoor Activity Profiles. A Recreation Research Report in the IRIS Series. U.S. Forest Service*.
- Correa, S., & García, B. (1993). Avifauna de Ría Celestún y Ría Lagartos. *Biodiversidad marina y costera de México, S.I. Salaz*, 865.
- Coulson, J. C. (2002). *Colonial breeding in seabirds*. (E. A. Schreiber & J. Burger, Eds.) *Biology of marine birds. CRC PRESS. Florida*.
- Cupul-Magaña, F. G. (2003). Reproducción avanzada de *Nyctanassa violacea* (Ardeidae) en el estero El Salado, Jalisco, México (junio a julio de 2001). *Ciencia y Mar*, 8:43-49.
- Danchin, E., & Wagner, R. H. (1997). The evolution of coloniality: the emergence of new perspectives. *Trends Ecol. Evol*, 12:, 342-347.
- De Dios, C. (2014). ECOLOGÍA TRÓFICA DE UN GREMIO DE AVES PISCÍVORAS DURANTE LA TEMPORADA DE REPRODUCCIÓN EN LA COSTA DE YUCATÁN. *Tesis de Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología*, 71 pp.
- del Puerto-Rodríguez, A., Suárez, S., & Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52 (3), 372-387.
- Deppe, J. L., & Rotenberry, J. T. (2005). Temporal patterns in fall migrant communities in Yucatan, Mexico. *Condor* 107:228- 243., 107:228-243 pp.
- Diario Oficial de la Federación. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma publicada DOF 13-05-2016 (2016).
- Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán. (2005). *Aviso de la operación del Programa hábitat y especies prioritarias: Aves Acuáticas de Interés Cinegético, que será aplicado durante la temporada 2005-2006*.
- DOGEY. (2013). *Decreto que establece el área natural protegida denominada Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. Año CXVI, No 3*.
- Durán-García, R., & Méndez-González, M. E. (2010). Selva baja caducifolia con cactáceas candelabrifformes. *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*, 141-142.
- Faanes, C. A., & Lingle, G. R. (1995). Breeding birds of the Platte River Valley of Nebraska. *Jamestown, ND: Northern Prairie Wildlife Research Center Home Page*. Recuperado a partir de Faanes,

- C.A. y G.R. Lingle. 1995. Breeding birds of the Platte River Valley of Nebraska.
- Farmer, M. (1991). *Reddish egrets of the lower Laguna Madre, Texas*. U.S. Lower Rio Grande National Wildlife Refuge, Texas, U.S.A.
- Feria, T. P., Sánchez-Rojas, G., Ortiz-Pulido, R., Bravo-Cadena, J., Calixto, E., Dalem, J. M., ... Valencia-Herverth, J. (2013). Estudio del cambio climático y su efecto en las aves en México : enfoques actuales y perspectivas futuras . *Divulgación de ciencia ornitológica en México*, 14(1), 47-55.
- Fisher, I., Pain, D. J., & Thomas, V. G. (2006). A review of lead poisoning from ammunition sources in terrestrial birds. *Biol. Conserv.*, 131, 421–432.
- Frederick, P. C., & Collopy, M. W. (1989). Nesting success of five ciconiiform species in relation to water conditions in the Florida Everglades. *The Auk*, 106(October), 625-634.
- Furness, R. M., Greenwood, J. J. D., & Jarvis, P. J. (1993). Can birds be used to monitor environmental change? *Chapman and Hall, London*, p 1-41.
- Furness, R. W., & Greenwood, J. J. D. (1993). *Birds as Monitors of Environmental Change* (First edit). Chapman & Hall.
- Gallardo-Torres, A., Badillo-Alemán, M., Galindo de Santiago, C., Loera-Pérez, J., Rioja-Nieto, R., & Chiappa-Carrara, X. (2012). *Listado taxonómico de los peces de la laguna boca de la Carbonera, Yucatán: un primer paso para el manejo y evaluación de los recursos costeros del norte de Yucatán. Recursos Acuáticos Costeros del Sureste. Volumen II*.
- Gangoso, L., Alvarez-Lloret, P. Rodríguez-Navarro, A. Mateo, R., Hirlado, F., & Donázar, J. A. (2009). Long-term effects of lead poisoning on the bone mineralization in vultures exposed to ammunition sources. *Environ. Pollut.*, 157, 569–574.
- García de Fuentes, A., Xool, M., Euán, J. I., Munguía, A., & Cervera, M. D. (2011). *La costa de Yucatán en la perspectiva del desarrollo turístico*.
- Gaston. (1994). Measuring geographic range size. *Ecography*, 17:198-205.
- Gawlik, D. E. (2002). The effects of prey availability on the numerical response of wading birds. *Ecological Monographs*, 72(3), 329-346.
[http://doi.org/10.1890/0012-9615\(2002\)072\[0329:TEOPAO\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1890/0012-9615(2002)072[0329:TEOPAO]2.0.CO;2)
- Gill, F., & Donsker, D. (2013). IOC World Bird Names.
<http://www.worldbirdnames.org/>.
- Gobierno del Estado de Yucatán. Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán 2012-2013 (2013).
- Green, M. C., Hill, A., Troy, J. R., Holderby, Z., & Geary, B. (2011). Status of Breeding Reddish Egrets on Great Inagua, Bahamas with Comments on Breeding Territoriality and the Effects of Hurricanes. *Waterbirds*, 34(2), 213-217.
<http://doi.org/10.1675/063.034.0210>
- Greenberg, R., Niven, D. K., Hopp, S., & Boone, C. (1993). Frugivory and coexistence in a resident and a migratory vireo on the Yucatan Peninsula. *Condor*, 95, 990-999 pp.
- H. Berlanga, J. A. Kennedy, T. D. Rich, M. C. Arizmendi, C. J. Beardmore, P. J. B., G. S. Butcher, A. R. Couturier, A. A. Dayer, D. W. Demarest, W. E. Easton, M. G., E. Iñigo-Elias, E. A. Krebs, A. O. Panjabi, V. Rodríguez Contreras, K. V. R., & J. M. Ruth, E. Santana Castellón, R. Ma Vidal, y T. W. (2010). . Conservando a

- nuestras aves compartidas: La vision trinacional de Compañeros en Vuelo para la conservación de las aves terrestres. *Cornell Lab of Ornithology: Ithaca, NY*.
- Hernández-Vázquez, S. Mellink, E. (2001). Coastal waterbirds of El Chorro and Majahuas, Jalisco, Mexico, during the non-breeding season 1995-1996. *Revista de Biología Tropical*, 49: 357-365.
- Hernández-Vázquez, S. (2000). Aves acuáticas del estero La Manzanilla, Jalisco, México. *Centro de Ecología Costera, Centro Universitario de la Costa Sur Universidad de Guadalajara, Gómez Farias*, 143-153.
- Hernández-Vázquez, S. (2005). *Aves Estuarinas de la Costa De Jalisco, México: Análisis de la Comunidad, Reproducción e Identificación de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves*. Instituto Politécnico Nacional.
- Hernández-Vázquez, S., & Fernández-Aceves, G. J. (1999). Reproduction of *Cochlearius cochlearius* (boat-billed heron) and *Butorides virescens* (green-backed heron) in La Manzanilla, Jalisco, Mexico. *Ciencias Marinas*, 25(2), 277-291.
- Hernández, M. A. (2010). Transformación de los sistemas naturales por actividades antropogénicas. En *Biodiversidad Y Desarrollo Humano En Yucatán, (CICY, Conabio, Seduma)* (p. 316-319).
- Herrera-Silveira, J., Comín, F., & Capurro, L. (2000). Los usos y abusos de la zona costera en la península de Yucatán. *Manejo Costero en Mexico*, 387-396.
- Hill, A., & Green, M. C. (2011). Reddish Egret (*Egretta rufescens*) in the Lower Florida Keys, 1, 1-5.
- Hooker, Y. (2011). Criterios para la Zonificación de Áreas Marinas Protegidas en el Perú. *Revista Áreas Marinas Protegidas - Perú* N°1, 15.
- Howell, S. N. G. y S. W. (1995). A guide to the birds of Mexico and northern Central America. *Oxford University Press, Oxford*.
- INEGI. (2011). *Panorama Sociodemográfico de México*.
- Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC). A handbook for measuring the progress and outcomes of integrated coastal and ocean management (2006).
- Jiménez, A., Smith, L., & Echegaray, C. (1998). Conservación. En *La diversidad biológica de México: Estudio de País 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México*.
- Jordan, F. (1998). Fish studies in the Everglades Removal Project: Ecology, Density and Biomass Estimates, and Mercury Levels. *Final Report to SFWMD*, 1, 39.
- Kerlinger, P., & Brett, J. (1995). *Hawk Mountain Sanctuary: a case study of birder visitation and birding economics. Wildlife and Recreationists: Coexistence Through Management and Research*, (R.L. Knigh).
- Kushlan, J. A. (2005). Herons. *Oxford University Press*, 433 p.
- Lara-Lara, J. R., Arreola-Lizárraga, J. A., Calderon-Aguilera, L. E., Camacho-Ibar, V. F., de la Lanza-Espino, G., Escofet-Giansone, A., ... Zertuche-González, J. A. (2008). Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales. *Capital natural de México. Vol. 1. conocimiento actual de la biodiversidad*, 1, 109-134. <http://doi.org/10.4067/S0717-66432002000200006>

- Llamosa- Neuman, E. y G. M. R. (2008). Aves comunes de la Península de Yucatán. *Dante. Mérida, Yucatán, México.*
- Loera-Pérez, J. (2016). *Estructura de la comunidad de peces en cuerpos acuáticos de la franja costera de la Reserva Estatal «El Palmar», Yucatán.* UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
- López-Medellín, X., & Íñigo-Elías, E. (2009). La captura de aves silvestres en México: Una tradición milenaria y las estrategias para regularla. *Biodiversitas, CONABIO*, 83:11-15.
- Lopez-orнат, A., & Ramo, C. (1992). Colonial waterbird populations in the Sian Ka'an Biosphere Reserve (Quintana Roo). *Wilson Bull*, 104(3), pp 501-515.
- Lopez de Casenave, J. (2001). *Estructura gremial y organización de un ensamble de aves del desierto del Monte.* Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.
- Lorenz, J. J. (2000). *Impacts of water management on roseate spoonbills and their piscine prey in the coastal wetlands of Florida Bay.* University of Miami Coral Gables, FL.
- Lorenz, J. J., Ogden, J. C., Bjork, R. D., & Powell, G. V. N. (2002). *Nesting patterns of roseate spoonbills in Florida Bay 1935-1999: implications of landscape scale anthropogenic impacts.* (J. W. Porter & K. G. Porter, Eds.). The Everglades, Florida Bay, and Coral Reefs of the Florida Keys: An Ecosystem Sourcebook. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Lowther, P. E., & Paul, R. T. (2002). Reddish Egret (*Egretta rufescens*), The Birds of North America Online. Recuperado 1 de mayo de 2017, a partir de <https://birdsna.org/Species-Account/bna/species/633/articles/introduction>
- Lucia, M., André, J. M., Gontier, K., Diot, N., Veiga, J., & Davairl, S. (2009). Trace element concentrations (mercury, cadmium, copper, zinc, lead, aluminium, nickel, arsenic, and selenium) in some aquatic birds of the southwest Atlantic coast of France. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 58, 844 –853.
- Mace, G. M. (1994). An investigation into methods for categorizing the conservation status of species. *En: P.J. Edwards, R.M. May, y N.R. Webb (editores). Large scale ecology and conservation biology.* Oxford, U.K. Blackwell Scientific., 293-312 pp.
- Mackinnon, B. (1993). Important breeding colonies of aquatic birds on islands within Laguna Yalahau, Quintana Roo, Mexico. *Sian Ka'an Journal*, 1: 57–58 pp.
- MacKinnon, B. (2013). *Sal a pajarear Yucatán (guía de aves)* (La Vaca In). Ciudad de México.
- Medellín, R., Abreu-Grobois, A., Arizmendi, M., Mellink, E., Ruelas, E., Santana, E., & Jorge, U. (2009). Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas. *Conabio*, II, 459-515.
- Mellink, E., & Riojas-Lopez, M. (2009). Waterbirds and human-related threats to their conservation in Laguna Cuyutlan, Colima, Mexico. *Revista De Biología Tropical*, 57(1-2), 1-12. Recuperado a partir de http://apps.isiknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=75&SID=1C9HC1BblhGoHgdF9AF&page=1&doc=6
- Mellink, E., & Riojas-López, M. E. (2008). Waterbirds (other than Laridae) nesting in the middle section of Laguna Cuyutlán, Colima, México. *Revista de Biología Tropical*, 56(1), 391-397.

- Moreno-Casasola, P., & Infante-Mata, D. (2009). *Manglares y selvas inundables*. Instituto de Ecología A. C. CONAFOR y OIMT. Xalapa, Ver. México.
- Moreno-Casasola, P., & Landgrave, R. (2011). Evaluación cuantitativa de la pérdida de humedales en México. *Investigación Ambiental*, 4 (1), 19-35.
- Moreno-Ruiz, J. A. (2013). *Comparación de la cobertura y fragmentación del bosque de manglar entre un área natural protegida y área adyacente sin esquema de protección*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Moreno, A. B., Lagos, A. R., & Alves, M. A. S. (2005). Water depth selection during foraging and efficiency in prey capture by the egrets *Casmerodius albus* and *Egretta thula* (Aves, Ardeidae) in an urban lagoon in Rio de Janeiro State, Brazil. *Iheringia. Série Zoológica*, 95(1), 107-109. <http://doi.org/10.1590/S0073-47212005000100016>
- Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A. T., Berlanga-García, H., & Sánchez-González, L. A. (2014). Biodiversidad de Aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(SUPPL.), 476-495. <http://doi.org/10.7550/rmb.41882>
- Navarro-sigüenza, A. G., Rebón-gallardo, M. F., Gordillo-martínez, A., Townsend, A., & Sánchez-gonzález, H. B. L. A. (2014). Biodiversidad de aves en México Biodiversity of birds in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 476-495. <http://doi.org/10.7550/rmb.41882>
- Navarro, A., & Hesiquio, B. (2003). El dominio del aire. *Fondo de Cultura Económica*, 246 pp.
- OMT. (2002). *The U.S. Ecotourism Market. Special Report*. World Tourism Organization. Madrid, Spain. 142 pp.
- Pain, D. J. (1991). Lead shot densities and settlements rates in Camargue marshes. *Biol. Conserv.*, p. 57, 272 –286.
- Pain, D. J. (1992). Lead poisoning in waterfowl: a review. *Lead Poisoning in Waterfowl*, 99. *IWRB, Special Pu*, 7 –13.
- Paz, L., & Sur, B. C. (2013). Distribución espacio-temporal de aves acuáticas invernantes en la ciénega de Tláhuac , planicie lacustre de Chalco , México, 327-337. <http://doi.org/10.7550/rmb.28632>
- Pérez-Gil, R., Jaramillo, F., Muñiz, A., & Torres, M. (1996). *Importancia económica de los vertebrados silvestres de México*.
- Peterson, A., Ortega-Huerta, M., Bartley, J., Sánchez-Cordero, V., Soberón, J., Buddemeier, R. H., & Stockwell, D. R. B. (2002). Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature*, 416:626-629.
- Peterson, A. T., Sánchez-Cordero, V., Soberón, J., Bartley, J., Buddemeier, R. W., & Navarro-Sgüenza. (2001). Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae. *Ecological Modelling*, 144:21-30.
- Peterson, C. (1989). Aves de México, Guía de campo. *Ed. Diana, México, D.F.*
- Primelles, J. (2016). Ecología reproductiva de la Seviya (*Platalea ajaja*) Aves: Threskiornithidae), en la Bahía del Jato, Camagüey, Cuba. *REVISTA CUBANA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS*, 4, 50-66.
- Pronatura. (s. f.). Aves de la península de Yucatán. Recuperado a partir de <http://pronatura-ppy.blogspot.mx/p/ppyaves.html>
- Quiroz-Carranza, J., Cantú, C., & Alzate, L. (2008). *De lo desechable a lo reciclable. Manejo y aprovechamiento comunitario*

de residus generados por actividades humanas. México, Mérida.

<http://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/Infografias.aspx>

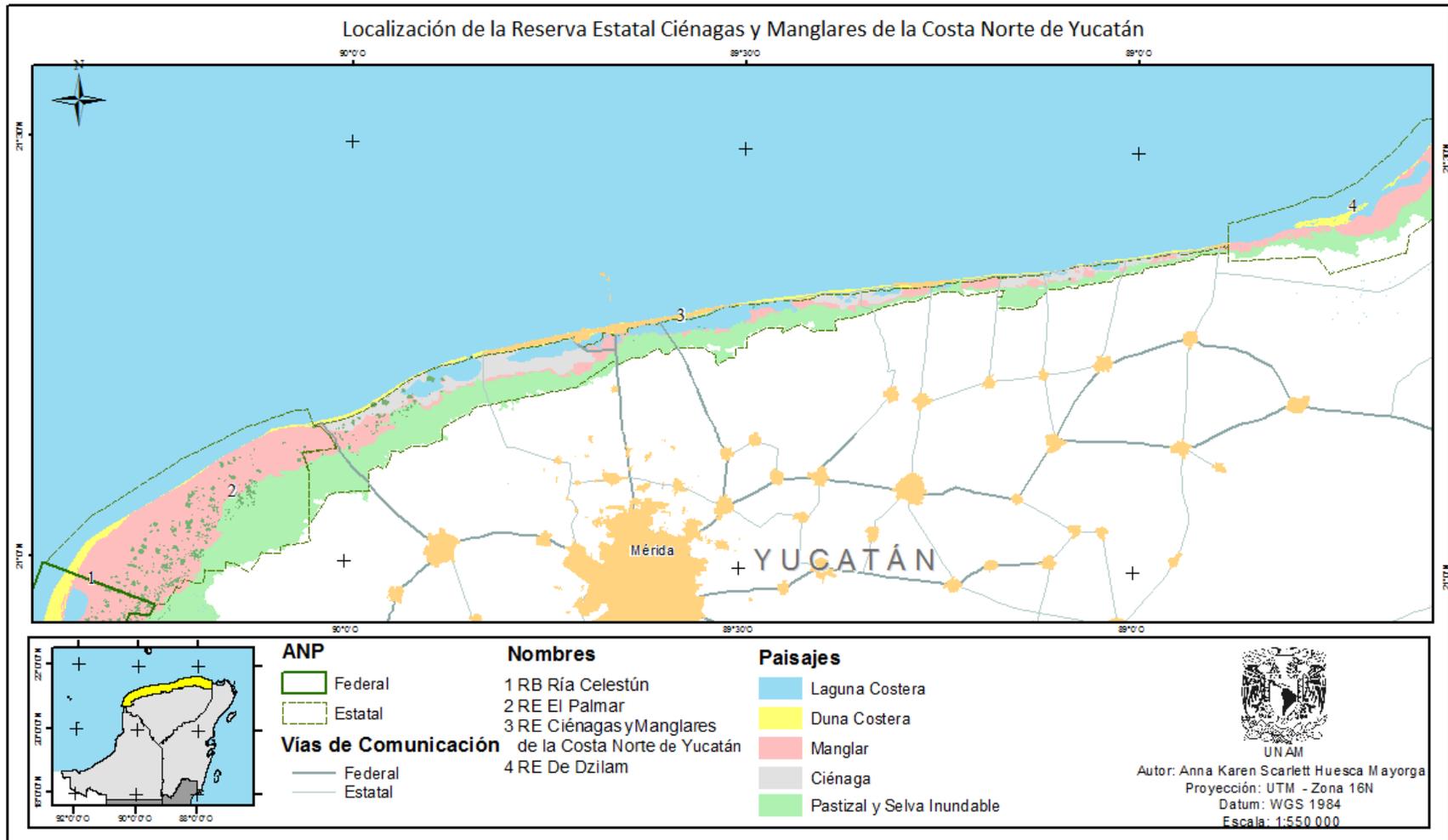
- Rajão, H., De Almeida, A., Ferreira, P., De Faria, A., Cronembergerd, C., & Suertegaray, C. (2014). Monitoring birds in the Atlantic Forest: A proposal for the Brazilian protected areas. *Natureza & Conservação Brazilian Journal of Nature Conservation*, 12(1), 86-88.
<http://doi.org/10.4322/natcon.2014.015>
- Ramírez-Bastida, P., & Navarro-Sigüenza, A. Peterson, A. (2008). Aquatic bird distributions in Mexico: designing conservation approaches quantitatively. *Biodiversity and Conservation*, 17:2525-2558.
- Ramo, C., & Busto, B. (1993). Resources used by herons in a Yucatan wetland during the breeding season. *Wilson Bull*, 105(4): 573-586 pp.
- Rangel-Salazar, J. L., Enríquez-Rocha, P. L., & Guzmán-Poó, J. (1993). Colonias de reproducción de aves costeras en Sian Kaán. *Biodiversidad Marina y Costera de México. SalazarVallejo SI y González NE (eds.). Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México*, 865 pp.
- Roldán, B., LaPergola, J. B., Chapa-Vargas, L., & Calme, S. (2013). Nest survival in the Neotropical Black Catbird (*Melanoptila glabrirostris*). *J Ornithol*, pp 491–499.
- Ruiz-Barranco, H., & Arellano-Morín, J. (2010). Áreas Naturales Protegidas. *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, Conabio, Seduma. Mérida, Yuc. 496 pp.*
- Schnug, E., & Haneklaus, S. (2000). Calcium carbonate pellets from drinking water decarbonisation as a substitute for lead in shotgun cartridges. *Landbauforsch, Völkenrode*, 1-4.
- SECTUR. (2017). *Turismo en México. 2016 enero-diciembre*. Recuperado a partir de <http://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/Infografias.aspx>
- SEDUMA. (s. f.). Se suma la academia al 4º Festival Alas de Yucatán 2015. Recuperado a partir de <http://www.seduma.yucatan.gob.mx/noticias/noticia-detalles.php?IdNoticia=448>
- SEDUMA. (2016). Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Yucatán (SANPY). Recuperado 17 de noviembre de 2016, a partir de <http://www.seduma.yucatan.gob.mx/areas-naturales/sanpy.php>
- Segovia, A., Sosa, J., Parra, A., & Chablé, J. (2005). Aprovechamiento cinegético de aves acuáticas migratorias. *Biodiversidad Y Desarrollo Humano En Yucatán, (CICY, Conabio, Seduma)*, 388-391.
- SEMARNAT. (2008). Estrategia para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de las aves acuáticas y su hábitat en México. *Dirección General de Vida Silvestre, Primera ed.*
- SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- SEMARNAT. Lineamientos para el ordenamiento de la actividad cinegética en la unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre Reserva Estatal el Palmar con clave de registro ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales DGVS-CR-EX-1124-YUC y en (2016).
- Seoane, J., Bustamantes, J., & Días, R. (2004). Competing roles for landscape, vegetation, topography and climate in predictive models of bird distribution.

- Ecological Modelling* 171:209-222., 171:209-222 pp.
- Siegel-Causey, D., & Kharitonov, S. P. (1990). Colony formation in seabirds. *Curr. Ornithol.*, 5:, 223-271.
- Snoodgrass, J. W., Bryan Jr, A. L., Lide, R. F., & Smith, G. M. (1996). Factors affecting the occurrence and structure of fish assemblages in isolated wetlands of the upper coastal plain, U.S.A. En *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* (p. 53: 443-454.).
- Telfair, R. C. (1983). The cattle egret: a Texas focus and world view. *The Texas Agricultural Experiment Station, Texas, USA.*
- Trexler, J. C., Loftus, W. F., Jordan, F., Lorenz, J. J., Chick, J. H., & Kobza, R. M. (2000). Empirical assessment of fish introductions in a subtropical wetland: an evaluation of contrasting views. *Biological Invasions* 2:, 265–277.
- U.S. Fish and Wildlife Service. (2009). *Birding in the United States: A Demographic and Economic Analysis. Addendum to the 2006 National Survey of Fishing, Hunting, and Wildlife-Associated Recreation. Report 2006-4.*
- Ureña-Juárez, P. (2015). Colonia mixta de aves acuáticas como objeto de conservación, Zona Protectora Tivives, Esparza, Costa Rica. *Zeledonia*, 19:2.
- Urrea-Mariño, U. (2012). *Análisis de las prácticas de vida asociadas a la basura , los residuos y los desechos en la población costera de Sisal, Yucatán: propuesta de modelo de manejo.* UNAM.
- Van Perlo, B. (2006). *Birds of Mexico and Central America* (Princeton).
- Velando, A., & Freire, J. (1999). Coloniabilidad y conservación de aves marinas: el caso del cormorán moñudo. *Etología*, 7:55-62 pp.
- Vidal, L., Vallarino, A., Benítez, I., & Correa, J. (2015). Implementación del plan estratégico Ramsar en humedales costeros de la Península de Yucatán : normativas y regulación, 43(5). <http://doi.org/10.3856/vol43-issue5-fulltext-X>
- Wehtje, W. (2003). The range expansion of the great-tailed grackle (*Quiscalus mexicanus* Gmelin) in North America since 1880. *Journal of Biogeography*, 30, 1593–1607.
- Wetlands International. (2006). Waterbirds Population Estimates. En *4a ed. Wetlands International, Wageningen The Netherlands.*
- Wilson, T., J., W., Green, M. C., & Palacios, E. (2012). Reddish Egret Conservation Action Plan. *Reddish Egret Conservation Planning Workshop*, (November), 54 pp.
- Winttenberger, J. F., & Hunt, J. L. J. (1985). *The adaptative significance of coloniality in birds.* (D. S. Farner, J. R. King, & K. C. Parkes, Eds.) *Avian Biology* (Vol. VIII). New York, Academic Press.
- WTO. (2002). *The U.S. Ecotourism Market. Special Report. World Tourism Organization.* Madrid, Spain.
- Zamora-Orozco, Margarita, E., Carmona, R., & Brabata, G. (2007). Distribución de aves acuáticas en las lagunas de oxidación de la ciudad de La Paz, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical*, 55(2), 617-626 pp.
- Zamora, E. G. (1999). El potencial de Yucatán para el ecoturismo. *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán.*
- Zárate-Ovando, M. B. (2007). *Ecología y Conservación de las Aves Acuáticas del Complejo Lagunar Bahía Magdalena, B.*

C. S. ,*México*. Centro de Investigaciones
Biológicas del Noroeste, S. C.

12. Anexos

Mapa 2



Mapa 3

