

# REPORTE DEL PROGRAMA DE MONITOREO DE LAS AVES MIGRATORIAS Y RESIDENTES EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA YUM BALAM – ISLA HOLBOX, QUINTANA ROO, MÉXICO

TEMPORADA 2015



KFW



## Índice

<b>Resumen</b> .....	<b>4</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>5</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>6</b>
Objetivo general: .....	6
Objetivos específicos: .....	6
<b>Antecedentes</b> .....	<b>7</b>
Las aves como indicadoras. ....	7
Diversidad de las aves en México. ....	7
Aves de Quintana Roo .....	8
<b>Metodología</b> .....	<b>9</b>
Sitio de estudio .....	9
Transectos en línea y periodicidad .....	10
Descripción taxonómica .....	16
Estacionalidad .....	16
Categorías de riesgo .....	17
Análisis ecológicos y estadísticos.....	17
Estructura de la comunidad.....	17
Diversidad Alfa.....	17
Dominancia de Berger-Parker .....	18
Frecuencia de ocurrencia .....	18
<b>Resultados y discusión</b> .....	<b>18</b>
Avifauna de Isla Holbox.....	18
Riqueza de especies en categorías de riesgo.....	19
Especies importantes para monitoreo a largo plazo catalogadas en la NOM-059.....	21
Especies importantes para monitoreo a largo plazo por su representatividad en Isla Holbox. ....	24
Riqueza por hábitats.....	25
Índice de diversidad de Shannon- Wiener (H).....	26

Abundancia por hábitat .....	28
<hr/>	
Frecuencia de ocurrencia .....	28
<hr/>	
Abundancia por especies .....	29
<hr/>	
Aspectos determinantes que afectan las poblaciones de aves .....	30
<hr/>	
<i>Conclusiones</i> .....	32
<hr/>	
<i>Recomendaciones</i> .....	32
<hr/>	
<i>Bibliografía</i> .....	34
<hr/>	
<b>Anexo 1. Listado avifaunístico de Isla Holbox, Quintana Roo, México. ....</b>	<b>38</b>

Responsable: Ernesto Gómez Uc.

Colaboradores: Ignacio Daniel Araujo Gamboa, Edilberto Poot Ku y Miguel Ángel Zavala Méndez.

Junio de 2015

## **Resumen**

Una de los problemas más graves que enfrenta la biodiversidad es la disminución de ambientes y especies en general por factores humanos; el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas (ANP) tiene como objetivo la protección de ambos, sin embargo el desconocimiento de las especies y de los hábitats en los que se desarrollan en las ANPs representa un problema para la conservación.

Se presentan los resultados obtenidos durante la temporada 2015 del programa de monitoreo de las aves residentes y migratorias en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (APFFYB), específicamente en el área de Isla Holbox, Quintana Roo, México, zona fundamental para especies de aves residentes y migratorias. Se hace especial énfasis en la riqueza de especies tomando en consideración el monitoreo realizado a través de transectos en línea a lo largo de la línea de costa y zonas de manglar y otros hábitats asociados al interior de la isla.

Históricamente se tenía un registro de 152 especies con los trabajos de Howell y Johnston (1992), con el programa de monitoreo actual este número se elevó a 184 especies, es decir un aumento de 32 especies. La riqueza registrada representa una elevada representatividad a nivel peninsular, pues los ambientes de esta región constituyen un mosaico de hábitats aprovechable para una gran riqueza avifaunística desde aquellas de hábitos generalistas hasta las especialistas.

El hábitat con mayor riqueza e índice de diversidad resultó ser el manglar, por lo que resulta fundamental el monitoreo de las poblaciones de aves que ahí tienen lugar y que lo utilizan en el desarrollo de su historia de vida.

La información generada da pautas para el mejor manejo de la APFFYB y su fortalecimiento como área natural protegida, identificando y cuantificando la diversidad biológica que posee, particularmente en la generación del programa de manejo.

La continuidad de la investigación sobre las comunidades y poblaciones de aves en esta región es esencial a fin de comprender con mayor certeza los patrones de distribución y la capacidad del ambiente para mantener una avifauna con alta riqueza y los ambientes en los que esta se distribuye y los posibles cambios de los hábitats que podrían afectar las poblaciones y estar relacionados con efectos globales pero de incidencia local.

## **Introducción**

Las aves poseen un papel indispensable en el planeta pues proporcionan diversos servicios ambientales tales como: polinización, dispersión de semillas, controladores de plagas, entre otros, sin los cuales la vida humana se vería afectada pues se encuentra íntimamente ligada. Pero el desmedido cambio de uso de suelo, contaminación y deforestación sobre todo en el último siglo, han provocado cambios que conllevan declives en las especies no solo de este grupo faunístico sino de toda la riqueza biológica del planeta.

Es por ello que es necesario la investigación y monitoreo de grupos biológicos y debido a que las aves son excelentes indicadores de cambios en el ecosistema y son los primeros en movilizarse cuando estos existen, su seguimiento es esencial ya que de esta forma se puede dar luz de cómo los cambios y presiones al medio natural inciden en las comunidades y poblaciones de aves y por lo tanto el reconocimiento de los factores que en mayor medida provocan la disminución o aumento de sus poblaciones en regiones específicas y afectan su permanencia. Así, se podrá tener un panorama de las implicaciones que traen al ambiente estos cambios con el fin de proponer y desarrollar estrategias de conservación, manejo, recuperación, rehabilitación y restauración de las especies y/o sitios que se ven afectados.

Esto es particularmente importante para sitios con un alto valor biológico por las especies que albergan y que han sido catalogadas como sitios prioritarios de conservación, tal es el caso del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (APFFYB), específicamente sus hábitats marinos y costeros, inscritos en la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional o Convención de Ramsar (CONANP, 2014), así como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) número 187 (CONABIO, 2014).

Por ello, durante el año 2015 se llevó a cabo el “Programa de Monitoreo de Aves Migratorias y Residentes en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (APFFYB)”, particularmente de la zona de Isla Holbox, Quintana Roo, México, región que ha sufrido una transformación drástica como zona de atractivo turístico, situación que podría estar afectando la comunidad y/o poblaciones de aves por los asentamientos inmobiliarios y la mayor presencia humana creando un fraccionamiento de ecosistemas y un detrimento en la calidad del hábitat y modificaciones a la composición avifaunística.

La información generada es de importancia para el desarrollo futuro en la región, así como su disponibilidad para la toma de decisiones con el suficiente sustento y rigidez científica.

## **Objetivos**

### **Objetivo general:**

- Generar información sobre la diversidad avifaunística a través del Programa de Monitoreo de Aves Migratorias y Residentes en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam – Isla Holbox, Quintana Roo, México.

### **Objetivos específicos:**

- Actualizar y estimar la riqueza y abundancia de especies de las aves asociadas a hábitats de la zona litoral, duna costera, manglar y asociados.
- Determinar el estado general de la avifauna en los hábitats de estudio.
- Identificar especies de aves indicadoras para monitorear sus poblaciones a largo plazo en la región.
- Identificar especies de aves prioritarias con el fin de determinar factibilidad de seguimiento a través de metodologías específicas
- Sistematizar la información generada y analizarla con inferencia estadística.

## Antecedentes

### Las aves como indicadoras.

Las aves exhiben numerosas características que sugieren su potencial como indicadores ecológicos (O’Connell *et al.*, 2000), juegan un papel esencial en la dinámica y estructura de los ecosistemas proveyendo beneficios para diferentes hábitats (Arizmendi *et al.*, 1990) y contribuyendo en los procesos naturales de restauración y regulación de las selvas (Medellín y Gaona, 1999; Galindo-González *et al.*, 2000).

Las aves ocupan una gran variedad de niveles tróficos o alimenticios, muchas de ellas se encuentran en los más altos, y pueden realizar alteraciones funcionales en los niveles más bajos (Pettersson *et al.*, 1995), de esta forma pueden ser controladores de poblaciones de otras especies. Además resultan atractivas como indicadores debido a que se encuentran relacionados con otros taxones, generalmente son fácilmente muestreadas y detectadas, su taxonomía es bien conocida y estable, y son de ecología y comportamiento conocido (O’Connell *et al.*, 2000, Bibby, 2000; Read *et al.*, 2000; Gregory *et al.*, 2003). Además, poseen un papel económico importante como la caza y el comercio de mascotas, y actualmente por la observación en su medio natural (Cantú *et al.* 2011).

Además, son consideradas como indicadores significativos de la salud de ecosistemas específicos, puesto que su permanencia se encuentra íntimamente ligada a las condiciones del hábitat, estos vertebrados son de las primeras especies en desaparecer cuando se presentan degradaciones ambientales (Ceballos-Lascuráin *et al.*, 2000).

Sin embargo, también se ha encontrado que después de perturbaciones la diversidad puede permanecer sin cambios sustanciales o inclusive aumentar con cambios en su composición, esto implica la necesidad de entender los patrones generales de las respuestas de las especies a los disturbios de los hábitats en el trópico (Ralph, 1985; Hill y Hamer, 2004).

### Diversidad de las aves en México.

México es un país megadiverso que junto con otros 12 países albergan el 70% de las especies presentes en el planeta. Además, el país se encuentra incluido entre los 25 hot spots o regiones de alta diversidad mundial (Myers *et al.*, 2000).

En cuanto a la diversidad de las aves, se estima que existen alrededor de 1,123 especies distribuidas en el territorio nacional (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014) de acuerdo a la clasificación del American Ornithologists’ Union. Este número representa

el 10.63% de las especies a nivel mundial considerando la compilación realizada por Gill y Donsker (2015) que sugieren un número total de 10,560 especies en la Tierra.

Para la península de Yucatán se han registrado 555 especies (MacKinnon, 2013), representando el 49.4% de las especies distribuidas en México, además esta región es considerada como la zona más importante para el paso de especies migratorias que provienen de zonas templadas y se dirigen al sur durante la temporada invernal o que regresan al norte durante primavera (Lynch, 1989), ya que utilizan sus humedales y selvas para descanso y reabastecimiento.

### Aves de Quintana Roo

Para Quintana Roo, se menciona la presencia de 483 especies de aves (Correa-Sandoval y MacKinnon, 2011), que lo posiciona como el doceavo lugar de las 32 entidades federativas del país. Las regiones costeras de este estado son de gran importancia para poblaciones de aves acuáticas en las barras de arena que posee y que son utilizadas como zona de reproducción, alimentación, de paso o descanso y refugio para aves tanto residentes como migratorias.

Sin embargo, en esta región el uso irracional de los recursos ha modificado el entorno en gran medida, debido a la alteración de la vegetación principalmente (Pérez y Carrascal, 2000). Esto es más evidente en los humedales que son de gran importancia para la permanencia de especies residentes y migratorias provenientes del norte del continente, entre ellas se encuentran pelícanos, garzas, playeros, mosqueros, chipes, zorzales entre otros, y que tienen como primer punto de llegada la zona norte de Quintana Roo, como lo es el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y en específico la zona de Isla Holbox (figura 2) perteneciente a esta área natural, en donde pueden pasar la temporada invernal o utilizar la zona como un paso intermedio en su viaje a zonas más sureñas.



Figura 1. Costurero pico corto (*Limnodromus griseus*) ave migratoria de invierno que utiliza las zonas de manglar para su alimentación durante su estancia en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.



Isla Holbox es una región fundamental, pues la vegetación de duna costera y los manglares representan un primer punto de llegada para algunas aves migrantes y permite el reabastecimiento alimenticio de las especies, con lo cual pueden sobrevivir después de su desplazamiento a través del Golfo de México. Este viaje es un desgaste significativo para las aves, pues en algunos casos presentan inanición y pueden desfallecer o ser depredados al estar energéticamente estresados, sobre todo para especies del grupo de paserinos (Moore *et al.*, 1990).

Es de vital importancia el seguimiento de las especies en esta región con el fin de determinar su permanencia y las posibles alteraciones al encontrarse con condiciones cambiantes en la isla, tales como el aumento en las edificaciones humanas, pérdida de vegetación, cambios en la fenología de la fructificación, fragmentación, contaminación, competencia con otras especies, entre otras circunstancias que pudieran estar afectando a las poblaciones.

## Metodología

### Sitio de estudio

El Área de Protección de flora y fauna Yum Balam se encuentra en el sureste de la Península de Yucatán, México (Figura 2). El límite sur se localiza aproximadamente a

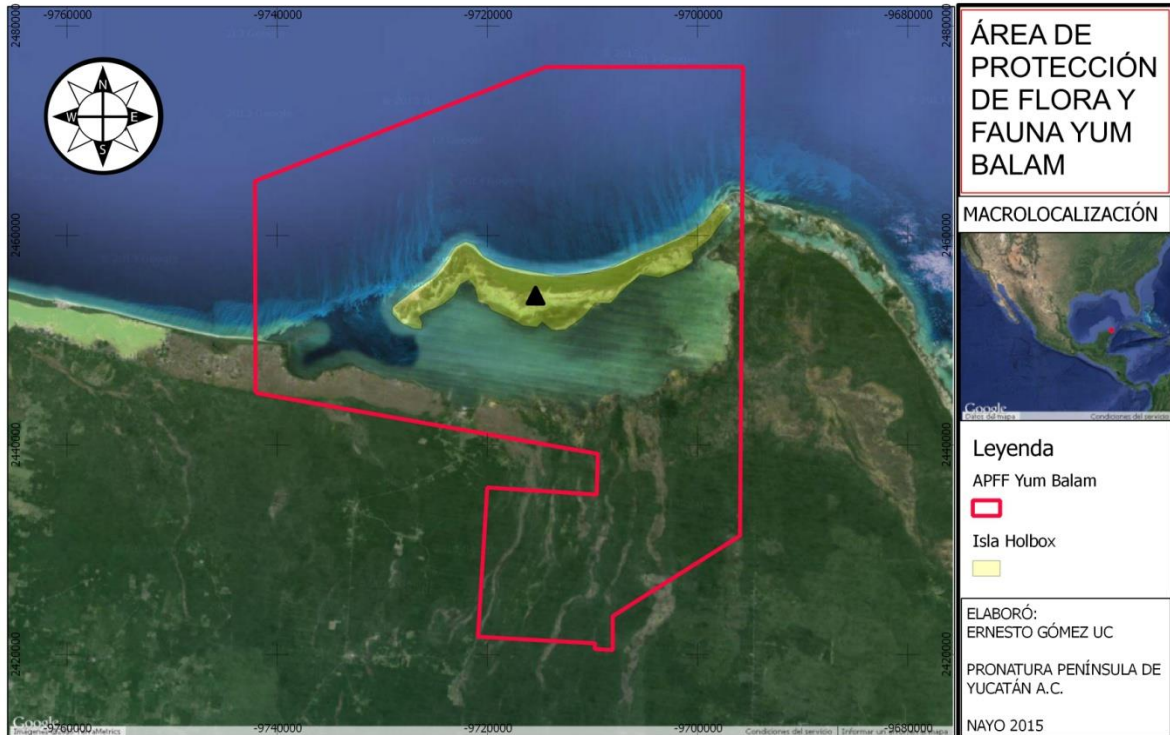


Figura 2. Ubicación del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, Quintana Roo, México. Se presenta resaltado en amarillo a Isla Holbox, sitio de estudio del programa de monitoreo del 2015.

20 km al noroeste de Kantunilkin; abarca la franja costera de la porción continental del municipio de Lázaro Cárdenas, Laguna de Yalahau y la Isla de Holbox; el límite norte se encuentra en el mar (canal de Yucatán), 18 km aproximadamente al norte de la Isla Holbox. El límite este concuerda con la división municipal entre los municipios de Lázaro Cárdenas e Isla Holbox.

Particularmente para este estudio, el sitio donde se realizaron los registros de las aves se encuentra en Isla Holbox, la cual se caracteriza por poseer ambientes de humedales costeros permanentes y temporales, duna costera, manglares y barras de arena, con varios canales intermitentes que unen el mar con la Laguna Yalahau

### Transectos en línea y periodicidad

Este estudio se enfocó en la diversidad avifaunística presente en Isla Holbox, principalmente en los hábitats de influencia costera. Se realizaron recorridos en cuatro transectos en línea en rutas preestablecidas con un ancho de banda de 50 metros a cada lado del observador, con detenciones para contabilizar colonias o agregaciones importantes (Figura 3).

En este ancho de banda se registraron todas las especies de aves haciendo uso del hábitat (alimentándose, perchando o reproduciéndose) y/o escuchadas dentro del radio establecido, así como aquellas que sobrevuela hasta una altura de 25 m.

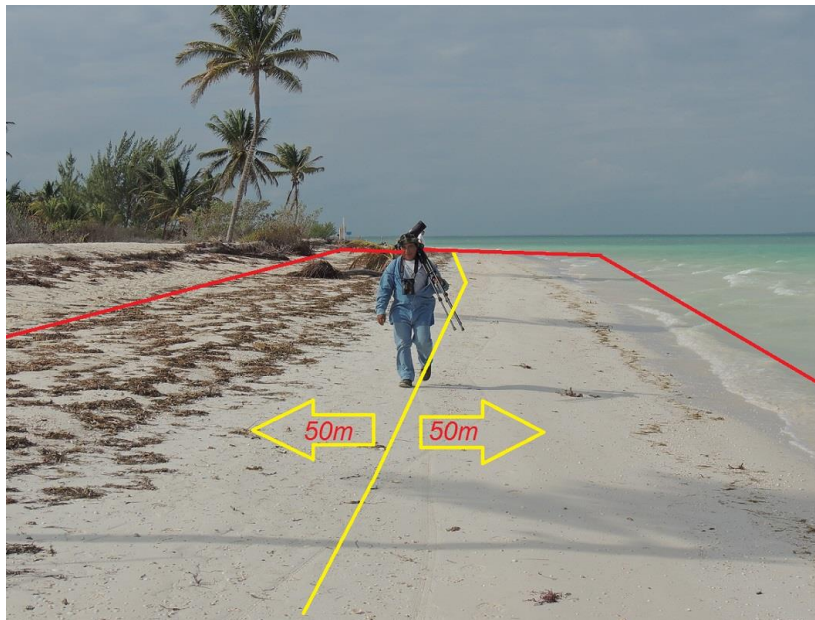


Figura 3. Modelo de transecto en línea en la zona de playa. Foto: Ernesto Gómez.

Estos transectos fueron visitados durante el año 2015 en los meses de enero, febrero y abril (temporadas de invierno y principios de primavera) de esta forma se tuvo la representatividad de especies residentes de todo el año y migratorias durante la temporada invernal y que permanecen en la isla como parte de su zona de distribución durante esta temporada, así como de las primeras especies residentes de verano provenientes de regiones caribeñas y Sudamérica.



Figura 4. Recorrido de transectos en la zona de manglar. Foto: Edilberto Poot.

En el listado general de las especies registradas, se adicionan aquellas observadas en salidas previas al establecimiento del programa de monitoreo durante el año 2014 en el mes de enero, en el cual se verificaron sitios, rutas y factibilidad de los recorridos.

Los transectos monitoreados fueron los siguientes:

### Transecto 1

Posee una distancia de 4.86 km y tiene como punto de partida la posición geográfica 21°31'31.12" N y 87°22'47.50" O y finaliza en el punto 21°30'16.62" N y 87°23'18.70" O (figura 5).



Figura 5. Transecto de monitoreo 1.

## Transecto 2

Posee una distancia de 3.15 km y tiene como punto de partida la posición geográfica 21°32'34.34" N y 87°21'11.80" O y finaliza en el punto 21°31'35.51" N y 87°22'41.09" O (figura 6).



Figura 6. Transecto de monitoreo 2.

### Transecto 3

Posee una distancia de 2.91 km y tiene como punto de partida la posición geográfica 21°33'49.42" N y 87°20'05.96" O y finaliza en el punto 21°32'41.17" N y 87°21'09.86" O (figura 7).



Figura 7. Transecto de monitoreo 3.

#### Transecto 4

Posee un distancia de 3.29 km y tiene como punto de partida la posición geográfica 21°31'44.97 N y 87°22'12.04" O y finaliza en el punto 21°30'53.76" N y 87°22'31.22" O (figura 8).

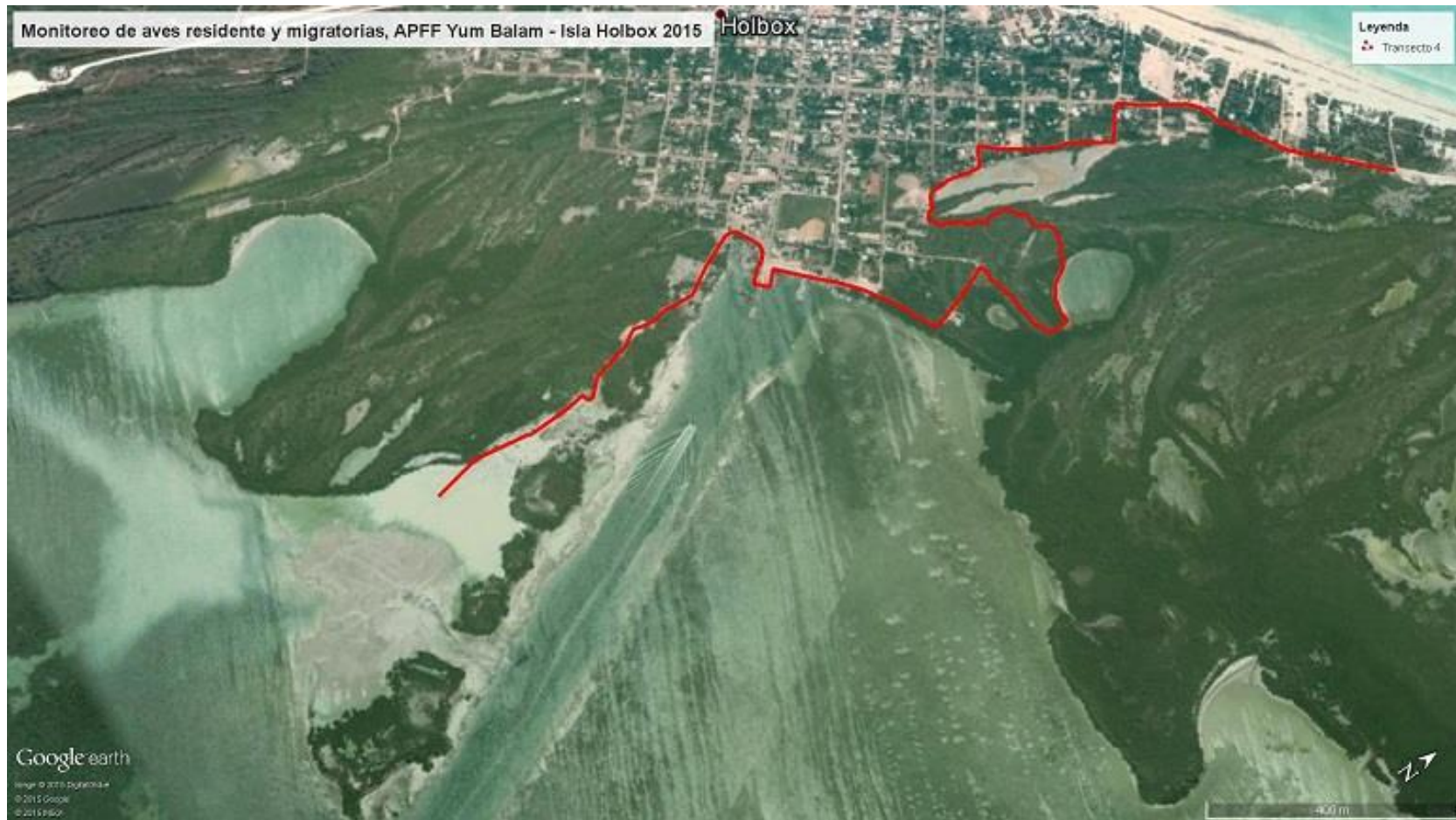


Figura 8. Transecto de monitoreo 4.

Todos los transectos poseen una combinación de hábitats principalmente de playa, duna costera y manglar, así como otros asociados, por lo que cada observación fue acompañada de información específica sobre el micro-hábitat en particular en el cual se encontraba cada especie o grupo.

Adicionalmente, se registraron aves observadas fuera del área cubierta con los transectos y también aquellas observadas en recorridos vespertinos y crepusculares (desplazamiento hacia los transectos), estas especies se anexaron al listado general de cada hábitat, pero no fueron consideradas para la obtención de abundancias y/o análisis estadísticos al ser detectadas fuera de los transectos.

Para el correcto registro de las especies se requirieron dos observadores con un amplio conocimiento de la avifauna de la región y para reducir el sesgo en las detecciones por efecto del observador, los mismos observadores se encargaron de realizar siempre los mismos transectos a lo largo de todo el estudio. La información recabada para cada punto se registró en los formatos de campo y además se capturaron en una base de datos facilitadora del manejo de la información al realizar los análisis estadísticos. La identificación de especies se apoyó con guías de campo especializadas v.g. Howell y Webb, 1995; Dunn y Alderfer, 2011; Sibley, 2003.

### Descripción taxonómica

La nomenclatura taxonómica utilizada siguió el orden propuesto por la American Ornithologists' Union en su suplemento número 55 (Chesser *et al.* 2014). Adicionalmente se consideró información adicional registrada en campo considerada importante en el ciclo de vida de las especies.

### Estacionalidad

La clasificación de la presencia estacional para este trabajo fue modificada y adaptada de Pettingill (1969) y Navarro y Benítez (1993). Las categorías utilizadas son: 1) **residentes permanentes (R)**: especies que se encuentran presentes en la región a lo largo de todas las estaciones del año; 2) **residentes temporales**: especies que se encuentran presentes en la región solamente durante una parte del año; estas a su vez se dividen en: a) **residentes de verano (RV)**: las especies que se encuentran en un área durante el verano, vienen a la región en primavera para anidar y regresan en otoño; b) **visitantes o migratorios de invierno (MI)**: son las especies que se encuentran en la región en invierno, habiendo venido de sus sitios de anidación, y parten en primavera; c) **transitorias o de paso (T)**: especies que se detienen temporalmente en algún área de la región durante su migración al sur en otoño y durante su migración al norte en primavera; d) **accidentales u ocasionales (A/O)**: especies de aves que se registran sólo ocasionalmente en el área, resultado de que se desvían de su ruta o área de distribución nuclear.



### Categorías de riesgo

De igual manera, se hizo referencia de las especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), la cual contempla especies en categorías tales como: protección especial, amenazada y en peligro de extinción.

### Análisis ecológicos y estadísticos

El obtener información sobre las especies que albergan los hábitats es esencial para la conservación, por ello el primer resultado del desarrollo de este programa de monitoreo, es el conocer la composición de especies asociadas a los hábitats presentes en la región, lo cual se obtuvo por los registros de las especies identificadas en el área de estudio durante la realización de los monitoreos.

### Estructura de la comunidad

Para conocer la estructura de la comunidad de aves se analizó a través de la **riqueza y abundancia** de las especies, la cual se obtuvo a partir del número total de especies de aves identificadas (aunque también se anexaron especies identificadas fuera de los monitoreos como parte de la riqueza del sitio, sin embargo estas no son consideradas para inferencia estadística).

Obteniendo estos resultados, se analizó la diversidad biológica a través de índices y de esta forma se reconocen diferencias entre las zonas monitoreadas que permitan explorar sitios con mayor diversidad.

### Diversidad Alfa

La diversidad de especies se determinó utilizando el índice de diversidad de Shanon-Wiener ( $H'$ ) que considera los números de individuos y de especies presentes en cada hábitat de estudio.

$$H' = - \sum p_i (\ln p_i)$$

donde:

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$  (obtenida a partir de los datos crudos del número de individuos) (Baev y Penev, 1995).

Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra y mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, asumiendo que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Baev y Penev, 1995) y adquiere valores entre cero cuando hay una sola especie, y el logaritmo de  $S$  cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

### Dominancia de Berger-Parker

La dominancia de Berger-Parker se expresa de la siguiente manera:

Índice de Berger-Parker  $D = N_{\max} / N$ .

Donde  $N_{\max}$  es el número de individuos de la especie más abundante y  $N$  es el número total de individuos en la muestra. Este índice se basa en la importancia proporcional de las especies más abundantes y es completamente independiente del número de especies (Baev y Penev, 1995). Adquiere valores que van de 0 hasta 1 y un incremento en su valor se interpreta como una disminución en la equidad (Magurran, 1988).

### Frecuencia de ocurrencia

Las especies se agruparon de acuerdo con la frecuencia de ocurrencia o aparición, para esto se consideró el número de ocasiones en que una especie estuvo presente y se dividió entre el total de transectos realizados (incluyendo sus repeticiones), es decir un total de 12, por 100. Para indicar los valores de frecuencia, se utilizó la terminología propuesta por Chablé-Santos *et al.* (2008): especie rara (20% o menos de ocurrencia); poco frecuente (21 al 50%), frecuente (51 al 70%) y muy frecuente (71% o más).

## Resultados y discusión

### Avifauna de Isla Holbox



Figura 9. Chipe manglero (*Setophaga petechia erithachorides*) ave residente en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.

De acuerdo a registros documentados en Isla Holbox por Howell y Johnston (1992), se tenía un registro de 152 especies (considerando a la subespecie *Setophaga petechia erithachorides*, la cual se reproduce en la región, como una especie no monotípica) (figura 9). Adicionando la información que se ha obtenido con el actual programa de monitoreo de las aves residentes y migratorias en la región realizado en 2015 y teniendo como antecedente el año 2014 como prospectivo, se realiza una **adición de 32 especies** para una

riqueza **total de 184** (Anexo 1) registradas en la isla y distribuidas en 18 órdenes y 40 familias taxonómicas.

Esta riqueza representa el **33.1%** de las 555 especies distribuidas en la Península de Yucatán de acuerdo a MacKinnon (2013) y el **37.7%** de las 483 especies para el estado de Quintana Roo de acuerdo a Sandoval y MacKinnon (2011).

Acorde a los resultados obtenidos durante el programa de monitoreo 2015 tuvimos el registro de **135 especies** considerando tanto las especies observadas con los muestreos sistemáticos (124) y aquellas observaciones fuera del horario establecido o en recorridos hacia los transectos (11); de este total de especies las familias mejor representadas fueron: Scolopacidae (aves costeras) con 17 especies, Parulidae (chipes) con 16 especies y Ardeidae (garzas) con 10 especies.



Figura 10. Playero blanco (*Calidris alba*) ave migratoria de invierno, perteneciente a la familia Scolopacidae, en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.

De acuerdo a su ocurrencia estacional, fue el grupo de las residentes el mejor representado con 82 especies, seguido por las migratorias de invierno con 44 especies, las transitorias con siete, una especie residente de verano y una especie catalogada como accidental u ocasional.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos con el monitoreo corresponden a las temporadas de invierno y principios de primavera, por lo que la representatividad de especies en Isla Holbox se circunscribe a las

especies presentes en estas dos únicas temporadas, con la adición de monitoreos en las temporadas de verano y otoño, posiblemente se obtendría un aumento en el número de especies presentes para esta región.

### Riqueza de especies en categorías de riesgo

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT 2010 y del total de las 184 especies registradas histórica y actualmente, 23 se encuentran en alguna categoría de riesgo: 17 en protección especial, cuatro amenazadas y dos en peligro de extinción (Cuadro 1).

Especie	Nombre español	NOM2010
<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamenco americano	A
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza-tigre mexicana	Pr
<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	Pr

<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	Pr
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Pr
<i>Busarellus nigricollis</i>	Aguililla canela	Pr
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla-negra menor	Pr
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla-negra mayor	Pr
<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguililla cola-blanca	Pr
<i>Rallus crepitans</i>	Rascón picudo	A
<i>Aramides axillaris</i>	Rascón cuello-rufo	A
<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo nevado	A
<i>Charadrius melodus</i>	Chorlo chilflador	P
<i>Sternula antillarum</i>	Charrán mínimo	Pr
<i>Zenaida aurita</i>	Paloma aurita	Pr
<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida	P
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	Pr
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Pr
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente-blanca	Pr
<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Pr
<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Mauñador negro	Pr
<i>Limnothlypis swainsonii</i>	Chipe corona café	Pr

Cuadro 1. Especies en categoría de riesgo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010 registradas en Isla Holbox, Quintana Roo, México. Pr: Protección especial, A: Amenazada, P: Peligro de extinción.



Figura 11. Garza-tigre mexicana (*Tigrisoma mexicanum*), especie bajo protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010, en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.

Con los trabajos actuales de monitoreo hemos podido constatar la presencia de 18 de estas 23 especies (12 en protección especial, cuatro amenazadas y dos en peligro de extinción), aumentado cuatro especies en categorías de riesgo que no se encontraban listadas por Howell y Johnston (1992): garza-tigre mexicana (*Tigrisoma mexicanum*) (figura 11) en protección especial, rascón cuello-rufo (*Aramides axillaris*) (figura 12) como especie amenazada, el chipe corona café (*Limnothlypis swainsonii*) (figura 13) en protección especial al igual que el mauñador negro (*Melanoptila glabrirostris*) (figura 14).



Figura 12. Rascón cuello-rufo (*Aramides axillaris*), especie en categoría de amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010, en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.



Figura 13. Se señala al chipe corona café (*Limnothlypis swainsonii*), especie bajo protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010, en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.



Figura 14. Maullador negro (*Melanoptila glabrirostris*), especie bajo protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010, en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.

### Especies importantes para monitoreo a largo plazo catalogadas en la NOM-059

El **colibrí cola hendida** (*Doricha eliza*) (figura 16) catalogada como en peligro de extinción, es una especie residente y exclusiva de la costa norte de la Península de Yucatán y considerada junto con la matraca yucateca (*Campylorhynchus yucatanicus*) las únicas dos especies endémicas de la Península de Yucatán (González-García y Gómez de Silva, 2005).

*D. eliza* es de gran importancia para la conservación, pues a pesar de que

existe una población alopátrica en el centro de Veracruz, su restricción en la zona de la costa norte de la Península de Yucatán y dentro de una estrecha franja que abarca hasta 4 km de ancho (incluyendo ambientes de duna costera, matorral y manglar principalmente), la hacen sumamente sensible a los cambios que pudiesen haber en los hábitats de esta región. Se puede considerar que Isla Holbox mantiene las



Figura 15. Colibrí cola hendida (*Doricha eliza*) hembra, en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.

condiciones necesarias para que esta especie se reproduzca, sin embargo, es fundamental su seguimiento pues su alta especificidad de ambiente podría dar luz de cómo utiliza la zona y las condiciones que podrían estar afectando su desarrollo.

El **chorlo chiflador** (*Charadrius melodus*), igualmente catalogado en peligro de extinción, es una especie migratoria de invierno para México y que mantiene poblaciones reproductivas a la baja en las zonas de los grandes lagos en Estados Unidos y

Canadá, su registro puede ser considerada de gran importancia para Isla Holbox pues se sabe que presenta una fidelidad de sitio muy puntual entre temporadas (Drake *et al.*, 2001), por lo que la isla representa una zona que posee las características que permiten su permanencia. Sin embargo, modificaciones en sus zonas de invierno pueden ser factores que pongan en riesgo el uso del sitio, de ahí la importancia de su seguimiento, esto adquiere importancia a macroescala pues es una especie prioritaria de conservación para los tres países.

Otra especie factible para su seguimiento a través del monitoreo a largo plazo y que se encuentra en la categoría de amenazada es el **chorlo nevado** (*Charadrius nivosus*) (figura 17), especie con poblaciones residentes y anidantes que son enriquecidas en número durante la temporada invernal con poblaciones migratorias provenientes de la región norte del continente.



Figura 16. Chorlo nevado (*Charadrius nivosus*), en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.

Sus zonas de anidación son compartidas por otra especie bajo protección especial y con factibilidad de monitoreo, el **charrán mínimo** (*Sternula antillarum*) (figura 18), ambas especies utilizan el sustrato arenoso de la playa y a lo largo de la línea de costa para depositar sus huevos.



Figura 17. Charrán mínimo (*Sternula antillarum*), en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.

El monitoreo de estas especies se enfocaría principalmente en la determinación de individuos adultos en temporada de anidación y formando parejas reproductivas; así como la descripción de los hábitats específicos que utiliza en la región para el desarrollo de la nidada.

Otra especie importante para su monitoreo es la **garceta rojiza** (*Egretta rufescens*), especie residente pero con poblaciones migratorias de zonas norteñas. Esta ave es de hábitos coloniales y característicamente

vulnerable a la intrusión humana durante el periodo de reproducción (Manuwal 1978) que generalmente se da en las zonas de manglar.

La aproximación humana podría estar creando el abandono de nidos para defensa o intimidación ante un potencial depredador, durante estos períodos los nidos pueden sufrir caídas, exposición a depredadores o perecer ante las inclemencias de los elementos durante el periodo de abandono total o parcial.

Adicionalmente, la contabilización de parejas reproductivas resulta esencial para la determinación de la sustentabilidad de la especie en la región, además es necesaria la determinación de sus hábitos de forrajeo y agregaciones coloniales en sitios específicos, de esta forma establecer las formas y sitios prioritarios para su conservación.



Figura 18. Garceta rojiza (*Egretta rufescens*), en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.

Adicionalmente, esta especie es de importancia a nivel Norteamérica pues sus poblaciones fueron diezmadas durante el siglo XX y prevalece un desconocimiento sobre las mismas, por los que aspectos cuantitativos son esenciales como base para su monitoreo.

### Especies importantes para monitoreo a largo plazo por su representatividad en Isla Holbox.

De acuerdo a su representatividad, algunas especies factibles de monitoreo por sus altas abundancias (pues su aumento o disminución podrían dar evidencia de alteraciones ambientales que estén provocando cambios estructurales de la comunidad o a nivel poblacional), se pueden mencionar a: **Fragata magnífica** (*Fregata magnificens*), **cormorán orejado** (*Phalacrocorax auritus*) (figura 19) , **pelicano pardo** (*Pelecanus occidentalis*) (figura 20), **garza morena** (*Ardea herodias*) (figura 21) y al **gavilán pescador** (*Pandion haliaetus*) (figura 22), las cuales son especies anidantes en ambientes de manglar así como de duna costera, su disminución o aumento se encuentra ligado a factores ambientales.



Figura 19. Cormorán orejado (*Phalacrocorax auritus*) en Isla Holbox. Foto Ernesto Gómez



Figura 20. Pelicano pardo (*Pelecanus occidentalis*) en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.



Figura 21. Garza morena (*Ardea herodias*) en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.



Figura 22. Gavilán pescador (*Pandion haliaetus*) en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.



## Riqueza por hábitats

De acuerdo a las 135 especies registradas en los diferentes hábitats presentes en Isla Holbox, se distribuyeron de la siguiente manera:

Hábitat	Riqueza de especies
Asentamiento urbano	14
Duna costera	40
Lago, laguna o pantanal/salobre	30
Manglar	86
Océano	29
Pastizal	3
Playa	48
Playón lodoso	30
Playón salino	40

Cuadro 2. Riqueza de especies por hábitats en Isla Holbox, Quintana Roo, México, durante el programa de monitoreo de aves en la temporada 2015.

Los hábitats con mayor riqueza de especies fueron el manglar (figura 23) con 86 y la playa (figura 24) con 48 y son estos dos mismos hábitats donde se registraron la mayor cantidad de especies en categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059 con 9 y 7, respectivamente. Los hábitats de menor riqueza fueron el pastizal y el asentamiento urbano. El hábitat de manglar fue el que mayor riqueza de especies migratorias tuvo con 22 especies, seguido del playón salino donde se registraron 17.

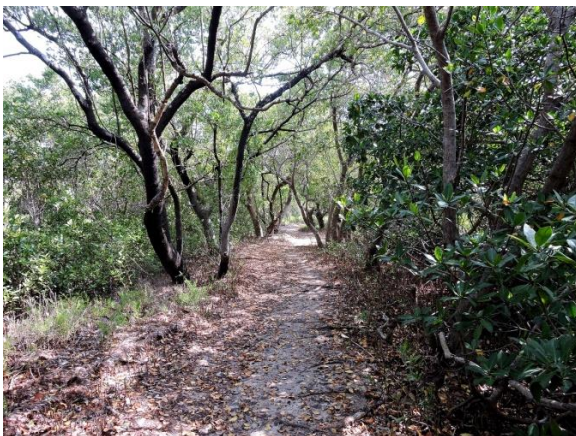


Figura 23. Hábitat de manglar en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.



Figura 24. Hábitat de playa en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.

Esto pone en evidencia la importancia del manglar para la manutención de las especies, tanto residente como migratoria, así como del componente de aves en categorías de riesgo (la importancia de este hábitat se explica más adelante).

### Índice de diversidad de Shannon- Wiener (H)

Con respecto al índice de diversidad de Shannon-Wiener, y teniendo en consideración las especies registradas dentro de los transectos con valores de abundancia (124 especies), se compararon los hábitats donde se encontraban las aves haciendo uso del mismo, de esta forma se obtuvieron los siguientes resultados:

Hábitat	H'	Varianza H'	Dominancia de Berger-Parker
Asentamiento urbano	1.531	0.005554	0.5597
Duna costera	2.705	0.004222	0.2045
Lago, laguna o pantanal/salobre	2.428	0.004393	0.3333
Manglar	3.258	0.003172	0.2532
Océano	2.638	0.001631	0.2
Pastizal	0.3342	0.03054	0.92
Playa	2.865	0.0005963	0.1521
Playón lodoso	2.736	0.00312	0.178
Playón salino	2.656	0.0005659	0.1639

Cuadro 3. Valores del índice diversidad y varianza de Shannon-Wiener e índice de dominancia de Berger-Parker de las aves por hábitats en Isla Holbox, Quintana Roo, México, durante el programa de monitoreo de aves en la temporada 2015.

De acuerdo a los resultados el ambiente con mayor diversidad fue el de manglar con un valor de 3.258 y un índice de dominancia bajo de 0.2532. Esto nos refiere a que este ambiente presenta un mayor equilibrio entre las especies presentes y su abundancia.

La alta diversidad de este hábitat se debe a que provee las características necesarias para la permanencia de las especies, ya que posee una productividad primaria muy alta lo que mantiene una compleja red trófica con sitios de anidamiento, zonas de alimentación, crecimiento y protección de aves que les permite un desarrollo adecuado, es sabido que los manglares son sitios críticos para la sobrevivencia de muchas especies de aves acuáticas tanto residentes como migratorias (Mann, 1982).

A pesar de ello, en la región de Isla Holbox no ha sido bien estudiado este ambiente en relación a las aves que la utilizan, por lo que es necesario el monitoreo de la avifauna en este hábitat particular ya que su estudio puede proveer gran cantidad de información para el manejo adecuado de las regiones con este tipo de hábitat y

permitir la permanencia de las especies que lo utilizan, no solamente de aves, sino de toda la fauna asociada.

Para el caso del ambiente de pastizal, fue el de menor valor de diversidad (0.3342) junto con el asentamiento urbano (1.531), en ambos casos también fueron los que obtuvieron también los índices de dominancia con mayor valor con 0.92 para el caso de pastizal y 0.5597 para el asentamiento urbano.



Figura 25. Gorrión sabanero (*Passerculus sandwichensis*), especie con la mayor densidad en el hábitat de pastizal en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.

Esto es explicable debido a que, en el caso del primero, la proporción de este ambiente en la isla es uno de los más bajos, encontrándose restringido a la zona noroeste del territorio, y por lo tanto la baja tasa de especies presentes (3 solamente) y dominadas por el gorrión sabanero (*Passerculus sandwichensis*) (figura 25).

Para el caso del asentamiento urbano, la baja diversidad se debió a que es un ambiente que cuenta con poca proporción de vegetación natural o en proceso de degradación, dominado principalmente por edificios.

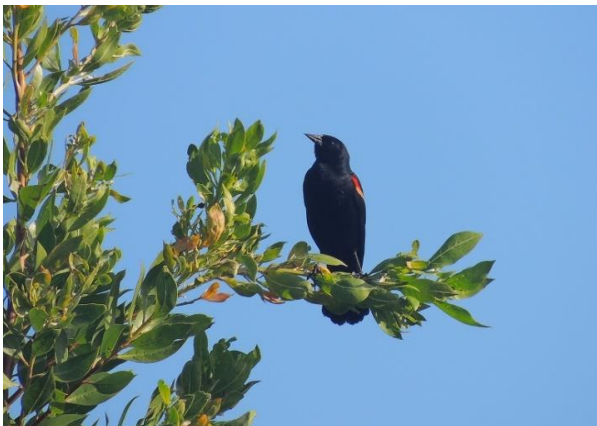


Figura 26. Tordo sargento (*Agelaius phoeniceus*), especie con altas densidades en el asentamiento urbano de Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez.

El alto valor de dominancia se debe a que las pocas especies que se encontraban en este hábitat, en su mayoría están asociadas a hábitats generalistas y regularmente se presentan en gran número, tal es el caso del tordo sargento (*Agelaius phoeniceus*) (figura 26), el centzontle tropical (*Mimus gilvus*) y el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), en el caso de este último, se le ha asociado a zonas urbanas principalmente, donde se ha adaptado y es indicador de perturbación del ambiente (Wehtje, 2003).

### Abundancia por hábitat

En los transectos realizados se obtuvo un total de 6602 individuos distribuidos en los diferentes hábitats de la siguiente manera:

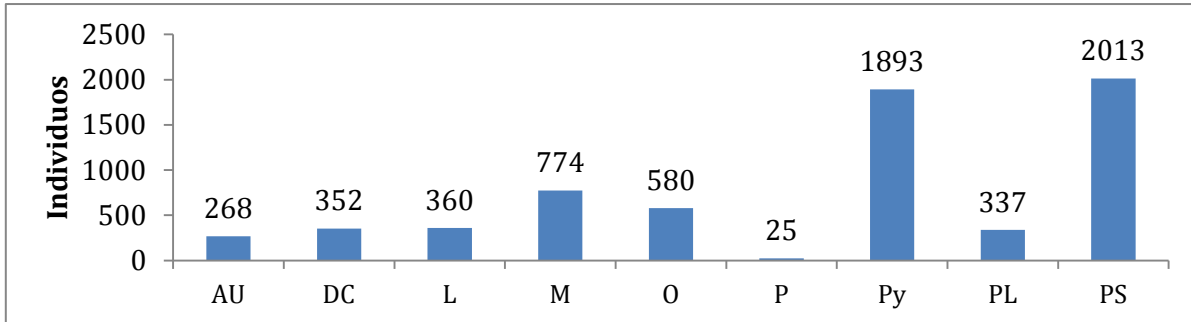


Figura 27. Número de individuos totales por hábitat. AU: asentamiento urbano, DC: duna costera, L: lago, laguna o pantanal, M: manglar, O: océano, P: pastizal, Py: playa, PL: playón lodoso, PS: playón salino.

Se observa que los hábitats con más individuos de las diversas especies registradas, fueron el playón salino y la playa con 2013 y 1893 individuos respectivamente. Esto se debe a que son ambientes que son frecuentemente utilizados por una gran cantidad



Figura 28. Ambiente de playón salino con altas densidades de aves en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez

de aves, principalmente playeras o asociadas a ambientes costeros, las cuales se presentan en grandes densidades poblacionales (figura 28). Estos ambientes, aunque son sumamente cambiantes, siempre cuentan con una alta productividad primaria lo que permite el desarrollo de las cadenas tróficas, por lo que sus recursos son aprovechados por las aves especializadas en alimentación proveniente directa o indirectamente del mar.

### Frecuencia de ocurrencia

Para la frecuencia de ocurrencia y considerando las 124 especies registradas en los transectos, se compararon las proporciones en los que cada especie era registrada en

cada transecto y durante cada una de las salidas de campo. De esta forma se obtuvieron los siguientes resultados:

Frecuencia de ocurrencia	Número de especies
Rara (1-20%)	52
Poco frecuente (21-50%)	41
Frecuente (51-70%)	10
Muy frecuente (71-100%)	21

Cuadro 4. Número de especies de acuerdo a su frecuencia de ocurrencia en Isla Holbox, Quintana Roo, México, durante el programa de monitoreo de aves en la temporada 2015.

De acuerdo a los resultados fueron las especies raras y poco frecuentes las que tuvieron una mejor representación con 52 y 41 especies respectivamente, lo que pareciera ser una característica de ambientes tropicales (Ramírez-Albores, 2007). Estas dos categorías en conjunto representan el 75% de la muestra de especies registradas en la región.

### Abundancia por especies

Seis especies fueron las de mayor abundancia: el cormorán orejado (*Phalacrocorax auritus*), fragata magnífica (*Fregata magnificens*), playero blanco (*Calidris alba*), rayador americano (*Rynchops niger*), pelicano pardo (*Pelecanus occidentalis*) y la gaviota reidora (*Leucophaeus atricilla*), juntas constituyen el 49.28% de la abundancia total de todos los individuos registrados en los transectos. Todas asociadas a ambientes costeros y de agregaciones abundantes pues obtienen su alimento de las zonas litorales.

Contrariamente, 65 especies tuvieron observaciones de entre 1 y 10 individuos. Entre las que contaron con un solo avistamiento se registró al pedrete corona-negra (*Nycticorax nycticorax*) (figura 29) y al loro frente-blanca (*Amazona albifrons*) ambos residentes, y entre los migratorios al cernícalo americano (*Falco sparverius*) y al chipe arroyero (*Parkesia motacilla*) (figura 30), así como la bisbita americana (*Anthus rubescens*) (figura 31) una especie ocasional/accidental para la Península de Yucatán.



Figura 29. Pedrete corona-negra (*Nycticorax nycticorax*) en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez

Estas bajas abundancias se explican en el caso de algunas especies como el pedrete corona-negra (*N. nycticorax*), el chipe corona café (*L. swainsonii*) y el rascón cuello rufo (*A. axillaris*), que son especies de hábitos sigilosos y avistados con poca frecuencia, pues prefieren mantenerse resguardados.

Otras especies como el playero canuto (*Calidris canutus*) (figura 32) poseen poblaciones que de manera global se encuentran en declive (Atkinson *et al.*,

2005) y por lo tanto su abundancia es escasa de manera general, en el caso particular de esta especie, es prioritaria de conservación por lo países de Norteamérica. Misma situación se encuentran otras especies en categorías riesgo, pues sus poblaciones se encuentran en baja proporción.

### Aspectos determinantes que afectan las poblaciones de aves

Las aves pueden ser susceptibles a factores que pueden modificar su permanencia, alimentación, anidación y otras características necesarias para su supervivencia, entre ellas están:

*Pérdida y modificación del hábitat*, factor que se ha incrementado en los últimos años a lo largo de las líneas de costa y que ha llevado a la pérdida de hábitats apropiados para su desarrollo, principalmente durante el período de anidación. Entre las actividades que degradan estos hábitats se pueden incluir: desarrollos urbanos, proyectos de estabilización de playas, remoción o



Figura 30. Chipe arroyero (*Parkesia motacilla*) en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez



Figura 31. Bisbita americana (*Anthus rubescens*) en Isla Holbox. Foto: Ernesto Gómez



Figura 32. Playero canuto (*Calidris canutus*) en Isla Holbox. Foto: Ignacio Araujo

adición de arena y limpieza de la misma a través de métodos tecnificados o manuales (LeDee *et al.*, 2008).

Otras acciones que pueden tener repercusión en las poblaciones están ligadas a *disturbios o molestias por parte del humano* a las aves entre las que destacan actividades recreacionales como paseos a caballo, bicicleta, a pie o el uso de vehículos motorizados; el paseo de mascotas, campismo, la pesca, entre otros, pueden tener efectos negativos como el pisoteo de huevos o nidadas, el evitar la incubación de los mismos o la separación de los adultos de las crías previniendo la alimentación o el descanso. La madera o troncos que recalcan en las costas, pueden proveer sitios importantes de alimentación o descanso, su remoción o recolocación pueden alterar microhábitats necesarios para las aves como sitios de percha o durante la anidación. Otras acciones que pueden terminar con el abandono del nido por parte de las aves son las luces de arteificio o pirotecnia, ruidos altos o luces brillantes.

Potencialmente, el *aumento de poblaciones de depredadores* pueden diezmar en gran manera las poblaciones de aves (Rimmery Deblinger, 1990). Tal es el caso de mamíferos como el mapache (*Procyon lotor*) y zarigüeyas del género *Didelphis*, así como gatos domésticos, y también de otras aves, las cuales pueden encontrar atractivo el mantenerse cercanos a las zonas urbanizadas que proveen alimento constante y alternar su dieta con la presencia de especies de aves anidantes en épocas específicas del año.

En este aspecto, es necesario el seguimiento puntual de la cantidad de depredadores que existen para la zona y la verificación a través del monitoreo, de sus preferencias alimenticias con el fin de determinar su importancia en relación a la depredación de nidos de aves.

*Estructuras humanas* como señales, cableado, cercados en las playas o inclusive en el agua, arbolado no nativo u otras estructuras cercanas a las zonas de anidación o descanso, pueden proveer percha para aves depredadoras que pueden verse beneficiadas con estas conformaciones, afectando a las aves en proceso de anidación principalmente.

Finalmente, la *contaminación* puede generar factores que impacten directamente a las aves y su hábitat y su permanencia en los sitios. Acciones como el mal manejo de la basura en la playa o sitios cercana a ella, el vertimiento de agroquímicos o aguas residuales, perjudican de manera negativa a la fauna y flora en general, modificando la dinámica ambiental.

Es necesario que el monitoreo de las aves tenga en consideración estos componentes y de esta forma ayuden a aminorar aspectos que estén evitando el desarrollo natural

de las poblaciones en sitios específicos, y que la información generada sea utilizable por los tomadores de decisiones sobre los mejores manejos de los territorios en los cuales se encuentran las aves.

## Conclusiones

La importancia de Isla Holbox como parte del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, queda en evidencia al tener registros del **33.1%** de las 555 especies distribuidas en la Península de Yucatán y el **37.7%** de las 483 especies para el estado de Quintana Roo.

Entre las especies factibles de monitoreo ya sea por sus altas densidades o por su importancia para la conservación, se tienen a: colibrí cola hendida (*D. eliza*), chorlo chiflador (*C. nivosus*), chorlo nevado (*C. nivosus*), charrán mínimo (*S. antillarum*), garceta rojiza (*E. rufescens*), fragata magnífica (*F. magnificens*), cormorán orejudo (*P. auritus*), pelícano pardo (*P. occidentalis*), garza morena (*A. herodias*) y al gavilán pescador (*P. haliaetus*).

El hábitat de mayor riqueza fue el manglar lo que pone de manifiesto la importancia de este entorno en la región, al proveer los recursos necesarios, como refugio y alimentación, para la permanencia de especies tanto residentes como migratorias. El hábitat de mayor abundancia fue el playón salino, utilizado en mayor proporción por aves costeras, las cuales poseen características de agregación en la búsqueda de alimento, y este hábitat al proveerlo en gran medida, lo utilizan continuamente.

Es de vital importancia la continuidad de las investigaciones sobre las poblaciones de aves en estos ambientes y de manera general en la región, para determinar los efectos que podrían presentarse ante modificaciones a los hábitats por acciones antropogénicas. Sobre todo de especies susceptibles o en categorías de riesgo, que en la región se encuentran bien representadas con 23 de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los resultados arrojados en este estudio, pretenden contribuir en la generación de pautas para el mejoramiento del manejo de los recursos de la región y la identificación de prioridades de conservación tanto de hábitats como de especies.

## Recomendaciones

Se recomienda ampliar la representatividad de los muestreos teniendo en consideración las temporadas que no fueron posible de incorporar en este estudio (verano y otoño), con ello se podría generar mayor información y aumento en la riqueza de las aves de la región, así como información completa de la historia de vida de las diversas especies que utilizan la región.



Además, es recomendable el ampliar los monitoreos a los hábitats no representados en este estudio y que la APFFYB posee, tales como selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja inundable, cuerpos de agua continentales y vegetación secundaria en diferentes estados sucesionales. De esta forma se podrá tener un mayor panorama de cómo la ANP contribuye en la preservación de las especies y los ambientes en los que se desarrollan.

Se recomienda la generación y formación de grupos de monitores locales para la generación constante de información sobre las especies y en particular de movimientos estacionales de las mismas, con ello se podría entender patrones del uso de la región y/o alteraciones funcionales en el uso de los recursos por causa de acciones antropogénicas.

Se recomienda la adición de metodologías de monitoreo complementarias que permitan obtener información específica de las poblaciones de aves, y que refuercen el conocimiento de las mismas y el uso de los recursos de la región.

## Bibliografía

- Arizmendi, M., H. Berlanga, L. Márquez-Valdelamar, L. Navarizo y F. Ornelas. 1990. Avifauna de la región de Chamela Jalisco. Cuadernos del Instituto de Biología. México, D.F. 62 p.
- Atkinson, P. W., Baker, A. J., Bevan, R. M., Clark, N. A., Cole, K. B., González, P. M., ... & Robinson, R. A. (2005). Unravelling the migration and moult strategies of a long-distance migrant using stable isotopes: Red Knot *Calidris canutus* movements in the Americas. *Ibis*, 147(4), 738-749.
- Baev, P.V. y Penev, L. D. (1995). BIODIV: Program for Calculating Biological Diversity Parameters, Similarity, Niche Overlap, and Cluster Analysis: Version 5.1. Pensoft.
- Bibby, C., N. Burgess, D. Hill y S. Mustoe. 2000. Bird census techniques. Academic Press. Londres, Inglaterra. 302 p.
- Cantú, Juan C., Gómez de Silva, Héctor y Sánchez, María E. 2011 El dinero vuela: El valor económico del ecoturismo de observación de aves. Defenders of Wildlife. Washington 56 pp.
- Ceballos, H., S. Howell, M. Ramos y B. Swift. 2000. Aves comunes de México. Una guía de campo para identificar las aves comunes de México. Editorial Diana. México, D.F. 102 p.
- Chablé-Santos, J., J. González-Rojas., A. Peña-Peniche y R. Pasos-Enríquez. 2008. Bird diversity in the petenes of Yucatan State, Mexico. *Ornitología Neotropical* 19:55-70.
- Chablé-Santos, J. y R. Pasos-Enríquez. 2010. Aves. *In* Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán, R. Durán y M. Méndez (eds). CICY- PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. p. 264-266.
- Chablé Santos, Juan. (2009). Composición y Distribución de la Avifauna de la Reserva Estatal el Palmar, Yucatán, México. Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencias con acentuación en Manejo de Vida Silvestre y Desarrollo Sustentable. Asesor: José Ignacio Gonzáles Rojas. Editorial, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Chesser, R. T., Banks, R. C., Cicero, C., Dunn, J. L., Kratter, A. W., Lovette, I. J., ... & Winker, K. (2014). Fifty-Fifth Supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. *The Auk*, 131(4), CSi-CSxv.
- Correa-Sandoval, J. C. y B. H. MacKinnon. 2011. Aves. *In* Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2, C. Pozo (ed.). El Colegio de la Frontera Sur, CONABIO, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F. p. 252-262.

Cortés Ramírez, Gala; Gordillo Martínez, Alejandro; Navarro Sigüenza, Adolfo. (2012). Patrones biogeográficos de las aves de la Península de Yucatán. Revista Mexicana de Biodiversidad. 7 de septiembre. Capítulo 83. Página 530-542.

Drake, K. R., Thompson, J. E., Drake, K. L., & Zonick, C. (2001). Movements, habitat use, and survival of nonbreeding Piping Plovers. *The Condor*, 103(2), 259-267.

Dunn, J. L., & Alderfer, J. K. (2011). National Geographic field guide to the birds of North America. National Geographic Books.

Escalante, P., Sada, A. M., & Gil, J. R. (1996). Listado de nombres comunes de las aves de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Sierra Madre.

Gill, F & D Donsker (Eds). 2015. IOC World Bird List (v 5.1)

González-García, Fernando y Gómez De Silva, H. (2003). Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. Conservación de aves: experiencias en México, H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita. (eds.). CIPAMEX/CONABIO/NFWF, México, DF, p. 150-194.

Gregory, R., D. Noble, R. Field, J. Marchant, M. Raven y D. Gibbons. 2003. Using birds as indicators of biodiversity. *Ornis Hungarica* 12:11-24.

Hill, A., Green, C., & Palacios, E. (2012). Genetic diversity and population structure of North America's rarest heron, the reddish egret (*Egretta rufescens*). *Conservation Genetics*, 13(2), 535-543.

Hill, J. y K. Hamer. 2004. Determining impacts of habitat modification on diversity of tropical forest fauna: the importance of spatial scale. *Journal of Applied Ecology* 41:744-754.

Howell, S. N. G., & Johnston, S. (1992). The birds of Isla Holbox, Mexico. *The Euphonia* Vol. 2. Núm. 1.

Howell, S. N., & Webb, S. (1995). A guide to the birds of Mexico and northern Central America (p. 851). New York: Oxford University Press.

LeDee, O. E., Cuthbert, F. J., & Bolstad, P. V. (2008). A remote sensing analysis of coastal habitat composition for a threatened shorebird, the Piping Plover (*Charadrius melodus*). *Journal of Coastal Research*, 719-726.

Lynch, J. 1989. Distribution of overwintering nearctic migrants in the Yucatan Peninsula, I: general patterns of occurrence. *The Condor* 91:515-544.

MacKinnon H, Barbara. (2013). Sal a pajarear Yucatán. Guía de aves. Editorial La Vaca Independiente. México, DF.

MacKinnon, H., Deppe, J y Celis-Murillo, A. (2011). Birds of the Yucatan Peninsula in Mexico: an update on the status and distribution of selected species. *North American Birds*. Vol. 65. Núm. 3.

Mann, K. H. (1982). *Ecology of coastal waters: a systems approach* (Vol. 8). Univ of California Press.

Moore, F. R., Kerlinger, P., & Simons, T. R. (1990). Stopover on a Gulf coast barrier island by spring trans-Gulf migrants. *The Wilson Bulletin*, 487-500.

Myers, N., R. Mittermeier, C. Mittermeier, G. Da Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

Navarro, A. G. y H. Benítez. 1993. Riqueza y endemismo de las aves de México. *Revista Ciencias*, Número Especial 7:45-54.

Navarro-Siguenza, A., Gallardo, M. F. R., Martínez, A. G., Peterson, T., García, H. B., & González, L. S. (2014). Biodiversidad de las aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85.

O'Connell, T., L. Jackson y R. Brooks. 2000. Bird guilds as indicators of ecological condition in the central Appalachians. *Ecological Applications* 10:1706-1721.

Pérez Villegas, G., & Carrascal, E. (2000). El desarrollo turístico en Cancún, Quintana Roo y sus consecuencias sobre la cubierta vegetal. *Investigaciones geográficas*, (43), 145-166.

Pettersson, R., J. Ball, K. Renhorn, P. Esseen y K. Sjöberg. 1995. Invertebrate communities in boreal forest canopies as influenced by forestry and lichens with implications for passerine birds. *Biological Conservation* 74:57-63.

Pettingill, O. S. Jr. 1969. *Ornithology in laboratory and field*. Fourth edition. Burgess, Minneapolis. p. 524.

Ralph, C. 1985. Habitat association patterns of forest and steppe birds of northern Patagonia, Argentina. *Condor* 87: 471-483.

Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F., & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159-Web, Washington DC.

Ramírez-Albores, J. 2007. Avifauna de cuatro comunidades del oeste de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78:439-457.

Read, J., N. Reid y W. Venables. 2000. Which birds are useful bioindicators of mining and grazing impacts in arid south Australia? *Environmental Management New York* 26:215-232.

Rimmer, D. W., & Deblinger, R. D. (1990). Use of Predator Exclosures to Protect Piping Plover Nests (Utilización de cercados para proteger nidos de *Charadrius melodus*). *Journal of Field Ornithology*, 217-223.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (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. Diario Oficial de la federación.

Sibley, D. 2000. *The Sibley guide to birds*. Alfred A. Knopf, New York. New York, E.U. 544 p.

Slocum, M. y C. Horvitz. 2000. Seed arrival under different genera of trees in a neotropical pasture. *Plant Ecology* 149:51-62.

Smith, A., J. Salgado y R. Robertson. 2001. Distribution Patterns of Migrant and Resident Birds in Successional Forests of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Biotropica* 33:153-170.

Soberón, J. y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7:480-488.

StatSoft, Inc. 2008. STATISTICA (data analysis software system), version 8.0.

Stiles, F. G., & Skutch, A. F. (1989). *A field guide to the birds of Costa Rica*. Cornell University, Ithaca, New York, USA.

Tinajero Hernández, José. (2005). Estructura y uso de hábitat de las comunidades de aves en los bosques de encino de la Sierra Madre Oriental. Tesis para optar al grado de Maestro en Ciencias Forestales. Asesor: Laura M. Scoot Morales. Editorial, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Wehtje, W. (2003). The range expansion of the great-tailed grackle (*Quiscalus mexicanus* Gmelin) in North America since 1880. *Journal of Biogeography*, 30(10), 1593-1607.

## Anexo 1. Listado avifaunístico de Isla Holbox, Quintana Roo, México.

**Orden:** Orden taxonómico; **Familia:** Familia taxonómica; **Especie:** Especie taxonómica de acuerdo a la American Ornithologists' Union, \*: Especie anexada al listado a través del programa de monitoreo de aves migratorias y residentes; **Nombre en español:** Nombre en español de acuerdo a Escalante *et al.* (1996); **NOM:** Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2010, **Pr:** Especie bajo Protección Especial, **A:** Especie Amenazada y **P:** Especie en Peligro de Extinción; **Estacionalidad:** Permanencia en la Península en la Península de Yucatán, **R:** Residente permanente, **RV:** Residente de verano, **MI:** Migratorio de Invierno, **T:** Transitoria, **A/O:** Accidental u ocasional.

Orden	Familia	Especie	Nombre español	NOM2010	Estacionalidad
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas discors</i>	Cerceta alazul		MI
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps*</i>	Zambullidor picogruoso		R
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopus ruber</i>	Flamenco americano	A	R
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr	R
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata magnífica		R
	Sulidae	<i>Sula leucogaster</i>	Bobo café		R
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo		R
		<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán orejudo		R
	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga americana		R
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelicano blanco		MI
		<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano pardo		R
	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum*</i>	Garza-tigre mexicana	Pr	R
		<i>Ardea herodias</i>	Garza morena		R
		<i>Ardea alba</i>	Garza blanca		R

		<i>Egretta thula</i>	Garceta pie-dorado		R
		<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul		R
		<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor		R
		<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	Pr	R
		<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera		R
		<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde		R
		<i>Nycticorax nycticorax*</i>	Pedrete corona-negra		MI
		<i>Nyctanassa violacea</i>	Pedrete corona-clara		R
	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco		R
		<i>Platalea ajaja</i>	Espátula rosada		R
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común		R
		<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura		R
		<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	Pr	R
	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador		R
	Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Pr	R
		<i>Busarellus nigricollis</i>	Aguililla canela	Pr	R
		<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla-negra menor	Pr	R
		<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla-negra mayor	Pr	R
		<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola-corta		R
		<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguililla cola-blanca	Pr	R
Gruiformes	Rallidae	<i>Rallus crepitans</i>	Rascón picudo	A	R
		<i>Aramides axillaris*</i>	Rascón cuello-rufo	A	R
		<i>Porzana carolina</i>	Polluela sora		R
		<i>Fulica americana*</i>	Gallareta americana		MI
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelero americano		R
	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero americano		R
	Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris		MI

		<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dominico		T
		<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo nevado	A	R
		<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo pico-grueso		R
		<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmeado		MI
		<i>Charadrius melodus</i>	Chorlo chilflador	P	MI
		<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío		MI
	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita		MI
		<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario		MI
		<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla mayor		MI
		<i>Tringa semipalmata</i>	Playero pihuiuí		MI
		<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla menor		MI
		<i>Bartramia longicauda</i>	Zarapito ganga		T
		<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito trinado		MI
		<i>Numenius americanus</i>	Zarapito pico largo		MI
		<i>Limosa fedoa</i>	Picopando canelo		MI
		<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras rojizo		MI
		<i>Calidris canutus</i>	Playero canuto		MI
		<i>Calidris alba</i>	Playero blanco		MI
		<i>Calidris alpina*</i>	Playero dorso-rojo		MI
		<i>Calidris minutilla</i>	Playero chichicuilote		MI
		<i>Calidris fuscicollis</i>	Playero rabadilla-blanca		T
		<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral		T
		<i>Calidris pusilla</i>	Playero semipalmeado		T
		<i>Calidris mauri</i>	Playero occidental		MI
		<i>Limnodromus griseus</i>	Costurero pico corto		MI
	Stercorariidae	<i>Stercorarius pomarinus</i>	Saltadeador pomarino		MI
		<i>Stercorarius parasiticus</i>	Salteador parásito		A/O



	Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota reidora		R
		<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota pico-anillado		MI
		<i>Larus argentatus</i>	Gaviota plateada		MI
		<i>Larus fuscus*</i>	Gaviota sombría		MI
		<i>Sternula antillarum</i>	Charrán mínimo	Pr	RV
		<i>Hydroprogne caspia</i>	Charrán caspia		MI
		<i>Chlidonias niger</i>	Charrán negro		T
		<i>Sterna forsteri</i>	Charrán de forster		MI
		<i>Thalasseus maximus</i>	Charrán real		R
		<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Charrán de sandwich		R
		<i>Rynchops niger</i>	Rayador americano		R
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma domestica		R
		<i>Streptopelia decaocto*</i>	Paloma de collar		R
		<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita		R
		<i>Columbina talpacoti*</i>	Tórtola rojiza		R
		<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma caribeña		R
		<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alablanca		R
		<i>Zenaida aurita</i>	Paloma aurita	Pr	R
		<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota		MI
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuclillo pico-amarillo		T
		<i>Coccyzus minor</i>	Cuclillo manglero		R
		<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy		R
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor		R
		<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón		T
		<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque		R
Apodiformes	Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibrí garganta negra		R
		<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida	P	R

		<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	Pr	MI
		<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda de canivet		R
		<i>Amazilia candida</i> *	Colibrí cándido		R
		<i>Amazilia yucatanensis</i> *	Colibrí yucateco		R
		<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela		R
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín-pescador norteño		MI
		<i>Chloroceryle aenea</i> *	Martín-pescador enano		R
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i> *	Carpintero yucateco		R
		<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje		R
		<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano		R
		<i>Dryocopus lineatus</i> *	Carpintero lineado		R
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i> *	Caracara quebrantahuesos		R
		<i>Falco sparverius</i> *	Cernícalo americano		MI
		<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón		R
		<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Pr	MI
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente-blanca	Pr	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	Elenia vientre amarillo		R
		<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla amarillo		R
		<i>Contopus virens</i>	Pibí oriental		T
		<i>Myiarchus tuberculifer</i> *	Papamoscas triste		R
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano		R
		<i>Pitangus sulphuratus</i> *	Luis bienteveo		R
		<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario		R
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical		R
		<i>Tyrannus couchii</i> *	Tirano silbador		R
		<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano dorso negro		T
		<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano-tijereta rosado		MI

	Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	Vireo		MI
		<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Pr	R
		<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo ojo rojo		T
		<i>Cyclarhis gujanensis*</i>	Vireón ceja rufa		R
	Hirundinidae	<i>Progne subis</i>	Golondrina azul negra		T
		<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor		MI
		<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera		R
		<i>Stelgidopteryx serripennis ridgwayi</i>	Golondrina aliaserrada		R
		<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña		T
		<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina pueblera		R
		<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta		T
	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de swainson		T
		<i>Turdus grayi*</i>	Mirlo pardo		R
		<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera		MI
	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris*</i>	Maullador negro	Pr	R
		<i>Dumetella carolinensis</i>	Maullador gris		MI
		<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical		R
	Motacillidae	<i>Anthus rubescens*</i>	Bisbita americana		A/O
	Parulidae	<i>Parkesia motacilla*</i>	Chipe arroyero		T
		<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe charquero		MI
		<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador		MI
		<i>Protonotaria citrea</i>	Chipe dorado		MI
		<i>Limnothlypis swainsonii*</i>	Chipe corona café	Pr	MI
		<i>Oreothlypis peregrina</i>	Chipe peregrino		T
		<i>Geothlypis poliocephala*</i>	Mascarita pico grueso		R
		<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común		MI
		<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado		MI

		<i>Setophaga ruticilla</i>	Chipe flameante		MI
		<i>Setophaga tigrina</i>	Chipe atigrado		MI
		<i>Setophaga americana</i>	Parula nortea		MI
		<i>Setophaga magnolia*</i>	Chipe de Magnolia		MI
		<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo		MI
		<i>Setophaga petechia erithachorides</i>	Chipe manglero		R
		<i>Setophaga striata</i>	Chipe gorra negra		T
		<i>Setophaga caerulescens</i>	Chipe azul-negro		T
		<i>Setophaga palmarum</i>	Chipe playero		MI
		<i>Setophaga coronata</i>	Chipe coronado		MI
		<i>Setophaga dominica</i>	Chipe garganta-amarilla		MI
		<i>Setophaga discolor</i>	Chipe de pradera		MI
	Incertae Sedis	<i>Saltator atriceps*</i>	Picurero cabeza negra		R
	Emberizidae	<i>Sporophila torqueola*</i>	Semillero de collar		R
		<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero oliváceo		R
		<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín		MI
		<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión sabanero		MI
		<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín		MI
		<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca		O
	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja		MI
		<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo		R
		<i>Passerina caerulea</i>	Pico gordo azul		MI
		<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul		MI
		<i>Spiza americana</i>	Arrocero americano		T
	Icteridae	<i>Dolichonix oryzivorus</i>	Tordo arrocero		T
		<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento		R
		<i>Dives dives</i>	Tordo cantor		R

		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano		R
		<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo		R
		<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño		MI
		<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado		R
		<i>Icterus auratus*</i>	Bolsero yucateco		R
		<i>Icterus gularis*</i>	Bolsero de altamira		R
		<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore		MI
	Fringillidae	<i>Spinus psaltria*</i>	Jilguero dominico		R