

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES  
DE CHIAPAS**

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

**TESIS**

**PATRONES ESPACIALES DE LA AVIFAUNA EN  
EL SISTEMA LAGUNAR LA JOYA-BUENAVISTA,  
CHIAPAS, MÉXICO.**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA Y MANEJO  
INTEGRAL DE CUENCAS**

**PRESENTA**

**MICHAEL TORIBIO GALICIA GARCÍA**

TONALÁ, CHIAPAS

MARZO DE 2019



# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

## TESIS

PATRONES ESPACIALES DE LA AVIFAUNA EN  
EL SISTEMA LAGUNAR LA JOYA-  
BUENAVISTA, CHIAPAS, MÉXICO.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA Y MANEJO  
INTEGRAL DE CUENCAS

PRESENTA

**MICHAEL TORIBIO GALICIA GARCÍA**

DIRECTOR

**DR. EMILIO ISMAEL ROMERO BERNY**  
Centro de Investigaciones Costeras-UNICACH

ASESORES

**M EN C. JESÚS MANUEL LÓPEZ VILA**  
Centro de Investigaciones Costeras-UNICACH

**BIOL. GHELEN MERA ORTÍZ**  
El Colegio de la Frontera Sur-Unidad San Cristóbal



## DEDICATORIA

A mi madre querida Adalith, por estar conmigo siempre, en las buenas y en las malas, además de haberme dado la vida, siempre confió en mí y nunca me abandonó. “Te quiero mamita”.

A mi papá Miguel por el esfuerzo y paciencia, a lo largo de mi vida y de mi carrera profesional.

A mi hermana Jatziri quien con sus palabras y corta edad me hacía sentir orgulloso de lo que soy y de lo que les puedo enseñar.

¡Mis ojos vieron las montañas convertirse en humo!.



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco inmensamente a mi director de tesis y amigo, Dr. Emilio Ismael Romero Berny, por brindarme la oportunidad de ser parte de algo extraordinario, por el apoyo financiero necesario para la realización de esta tesis, por su generosidad, por compartir su amistad, tiempo, conocimientos y todos los buenos consejos y platicas, por invitarme a formar parte de su equipo de investigación, por todas aquellas salidas a campo que de una u otra forma despertaron en mi lado “salvaje” y por toda esa buena vibra.

Agradezco a la M. en C. Selene Lucero Aguilar Gordillo por ser una excelente y maestra, por alentarme y por toda su paciencia durante y después del curso “propedéutico” gracias infinitas por las salidas a campo y por todas las acciones en pro a la conservación, por todos los concursos de fotografía realizados.

Al M. en C. Jesús López Vila por la amistad que me brindo desde el comienzo, por las charlas, por la confianza y la oportunidad de desempeñar monitoreos avifaunísticos en unos de mis lugares favoritos, así también por las sugerencias realizadas hacia esta tesis.

También agradezco a la Bióloga Ghelen Mera Ortiz por todo el apoyo brindado, por acompañarme y avivar en mí el gusto por las aves, su contribución fue pieza clave para la realización de este proyecto.

A los revisores adicionales, M en C. José Reyes Díaz Gallegos y M en C. Delmar Cancino Hernández, por las observaciones, propuestas y comentarios realizados. Finalmente agradezco a cada uno de mis colegas de licenciatura, en especial a: Ever, Omar, Manuel, Carlos, Narciso y Cristhiam, por todas las experiencias vividas en estos 5 años inolvidables. Un fuerte abrazo a Arturo Peña “Homero”, por la ayuda y el tiempo invertido en la realización de este proyecto.

También agradezco el apoyo brindado a los pobladores de Boca del Cielo, a “Chirmol” por la ayuda en su embarcación, a la sociedad cooperativa El Madresal

por el interés brindado a lo largo del proyecto y por ultimo al pescador anónimo de la colonia La Polka quien me ayudo a culminar este proyecto, por el tiempo y el intercambio de conocimientos, por el desayuno, y por el agua.

¡Que nadie se quede fuera, se los agradezco a todos!

A todos esos seres de luz que hacen que mis días sean los más maravillosos. A mi perrito Rocky Alberto, mis amigos del alma Erick, Carreño, Fernando, Pollo, Pluma, Mata. Gracias por todo. Gracias a toda la gente que estuvo desde el comienzo a mi alrededor, algunos siguen hasta hoy, ¡Gracias totales!

# INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO.....	5
2.1. Origen, evolución y característica de las aves .....	5
2.2. Riqueza y diversidad.....	6
2.2.1 Distribución espacial y hábitat.....	8
2.2.2 Importancia ecológica de las aves.....	8
2.2.3. Valor cultural .....	9
2.2.4. Importancia económica de las aves .....	10
III. ANTECEDENTES .....	11
3.1. Aspectos históricos.....	11
3.2. Estudios sobre comunidades de aves .....	12
3.2.1. Humedales costeros en Chiapas.....	13
IV. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	14
4.1. Objetivo general.....	14
4.2. Hipótesis.....	14
V. ÁREA DE ESTUDIO.....	15
VI. MÉTODO.....	17
6.1. Categorización de la avifauna y análisis de datos. ....	18
VII. RESULTADOS.....	20
VIII. DISCUSIÓN.....	29
IX. CONCLUSIONES.....	33
X. REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	34
ANEXO I.....	47
ANEXO II.....	48
ANEXO III.....	50

## RESUMEN

Los sistemas lagunares costeros proveen una fuente de alimento y refugio para una elevada diversidad de aves. Se llevó a cabo un estudio de evaluación rápida de la riqueza y abundancia de especies de aves en el sistema lagunar La Joya-Buenavista, estado de Chiapas, utilizando el avistamiento y conteo directo de especies de aves en transectos lineales de longitud variable de 800m a 1000m, para obtener datos espaciales en tres hábitats (Laguna, Canal y Bocabarra), entre Abril y Agosto de 2017. Por cada hábitat se determinó la composición, riqueza y abundancia numérica. Se estimaron valores de riqueza teórica y se determinaron los patrones espaciales con diagramas de clasificación y ordenación (UPGMA y nMDS). La avifauna característica para cada hábitat se obtuvo a través de un perfil de similaridad (SIMPROF). Se identificaron 16 órdenes, 31 familias, 58 géneros y 69 especies. Las familias mejor representadas fueron Ardeidae, Scolopacidae y Laridae. El hábitat Laguna albergó la mayor riqueza (50 spp.) y abundancia acumulada (1094 organismos), mientras que el Canal tuvo relativamente un bajo número de organismos pero con registros significativos para algunas familias y especies con categoría de riesgo. En contraste, la Bocabarra presentó la menor riqueza específica y una mayor abundancia de especies asociadas a hábitats urbanas. Los resultados muestran un efecto significativo del hábitat en la avifauna. El uso de un enfoque de hábitat en el estudio de la avifauna muestra que este grupo es un indicador potencial para el análisis de la estructura ecológica.

Palabras claves: avifauna, avistamientos, distribución ecológica, nuevos registros, variación espacial.

# I. INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica de México es una de las más importantes a nivel global. La compleja fisiografía del territorio, su variedad de climas y su historia geológica han creado una gama de condiciones que hizo posible la coexistencia de especies tropicales, boreales y la diversificación de muchos grupos taxonómicos dentro del territorio (Espinosa *et al.*, 2008). En México se encuentra representado el 12% de la diversidad terrestre del planeta y prácticamente todos los tipos de vegetación terrestres conocidos, incluyéndolo entre los cinco países llamados “megadiversos”, los cuales en conjunto albergan entre el 60% y 70% de la diversidad biológica conocida del planeta (CONABIO, 2017). En nuestro país la biodiversidad no se distribuye de manera homogénea; existen regiones particularmente ricas en especies, como: el Eje Neovolcánico Transversal, las Sierras Madre Oriental y Occidental (Koleff *et al.*, 2008).

La posición geográfica del país, entre los océanos Pacífico y Atlántico, así como la división por el Trópico de Cáncer en dos porciones casi del mismo tamaño, propician una zona de transición entre dos de las principales regiones biogeográficas del planeta, la Neártica (característica de Norte América) y la Neotropical (característica de Centro América y Sudamérica), lo que da lugar a un marcado gradiente ambiental entre zonas de clima árido y zonas de clima húmedo (Challenger, 1998).

Una gran parte de ésta diversidad se encuentra en los estados del sureste de México, destacando a Chiapas como el segundo de mayor biodiversidad en el país (Sarukhán *et al.*, 2009).

El conocimiento actual sobre la diversidad biológica es el resultado de un proceso que ha permitido tener, por una parte un inventario de los organismos que habitan el planeta y por otra un entendimiento de sus relaciones, patrones geográficos y ecológicos; así como una serie de fundamentos teóricos acerca de las causas que los han producido. En el caso de las aves, la mayor parte de las especies, se encuentran registradas, clasificadas y nombradas, lo que ha permitido la

comprensión e interpretación de los patrones de riqueza y endemismo de la avifauna (Navarro y Sánchez-González, 2014).

Debido a sus características, las aves, forman un excelente grupo para evaluar la variación temporal y espacial de la diversidad biológica (Rangel-Salazar *et al.*, 2013), y sus propiedades emergentes a nivel de comunidad: composición, riqueza y abundancia.

El litoral del estado de Chiapas presenta una longitud aproximada de 255.6 km, en los que se distribuye un conjunto de lagunas costeras (Acosta, 1989), entre los que se encuentran importantes sistemas como Mar Muerto, La Joya-Buenavista, Los Patos-Solo Dios, Carretas-Pereyra y Chantuto-Panzacola. A pesar de su importancia biológica, los estudios sobre flora y fauna son escasos en la mayoría de estos sistemas.

El sistema La Joya-Buenavista (LJB) se localiza dentro del municipio de Tonalá, Chiapas y forma parte de la cuenca hidrológica del Mar Muerto. Posee una superficie aproximada de 47.5 km<sup>2</sup> (Contreras-Espinosa y Zabalegui-Medina, 1991) y se comunica al Golfo de Tehuantepec a través de la bocanara Boca del Cielo, mediante los canales El Esterón (natural) y San Marcos (artificial) (Anónimo, 1998).

La importancia ecológica de este sistema ha sido reconocida mediante las categorías de: Humedal de Importancia Internacional (Ramsar, 2018), por ser un sitio importante para la migración y anidación de aves acuáticas; ANP Santuario Playa de Puerto Arista, por su elevado número de quelonios que utilizan este sitio para la reproducción (CONANP, 2018), zona AICA No. 168, por ser un sitio de importancia para la conservación de las aves (CONABIO, 2018). Además de localizarse dentro de la Región Hidrológica Prioritaria Número 32 (CONABIO, 1998a), y dentro de la Región Marina Prioritaria Número 39, identificada con el nombre "RMP No. 39 Puerto Arista" (CONABIO, 1998b).

Los ecosistemas se integran por un conjunto de hábitats, siendo estos las unidades espaciales que proveen las condiciones para que las poblaciones de especies que componen una comunidad puedan residir y reproducirse. Se considera que la

unidad espacial adecuada para estudios de fauna silvestre es el hábitat (Delfín-Alonso *et al.*, 2014). El hábitat, desde una perspectiva de manejo de la biodiversidad, comprende una unidad espacial con atributos físico-ambientales y biológicos específicos que determinan la presencia y abundancia de determinado grupo o taxón (Hall *et al.* 1997; Gallina-Tessaro 2011). Para el caso de las aves acuáticas, la heterogeneidad de hábitats de un ecosistema puede relacionarse con la disponibilidad temporal de alimento y con la complejidad física del humedal y de la vegetación dominante (Paracuellos y Tellería 2004, Zárate-Ovando *et al.* 2008). Para el caso de humedales, Audsen *et al.* (2001) define que para muchas especies, un hábitat óptimo representa el mosaico integrado por diversos ambientes inundables permanentes, temporales, planicies no inundables y áreas de vegetación.

Debido a la elevada heterogeneidad de hábitats en las zonas costeras, la distribución de las comunidades de aves no suele ser uniforme respecto al tiempo y espacio. Ésta variación se relaciona con la disponibilidad y concentración temporal del alimento, que a su vez se rige de procesos y factores ambientales (Zárate-Ovando *et al.*, 2008).

En Chiapas, dentro de la región fisiográfica Planicie Costera del Pacífico donde se encuentra ubicado el sistema lagunar La Joya-Buenavista se han identificado actividades antropogénicas que podrían estar afectando a algunas poblaciones de aves, como la apertura de canales intercosteros, la agricultura y ganadería extensiva, la construcción de asentamientos humanos irregulares en las zonas de playa y la extracción no controlada de árboles de mangle. Esto causa el empobrecimiento de ambientes apropiados para la reproducción y alimentación de las aves, modificando también los patrones de distribución de las especies (Rangel-Salazar *et al.*, 2013). A través de estas alteraciones en los hábitats se ha identificado especies de aves como indicadores del grado de vulnerabilidad del ecosistema (Rangel-Salazar *et al.*, 2013).

Otra amenaza poco investigada es la contaminación. Se ha documentado que las lagunas costeras de Chiapas reciben contaminantes urbanos, agrícolas e

industriales y aunque no se cuenta con estudios sobre el efecto de estos contaminantes sobre las aves en el estado, es conocido que la exposición de las aves a plaguicidas ocasiona que se enfermen o mueran por intoxicación, además reduce el éxito reproductivo al afectar el metabolismo y causar adelgazamiento de la cáscara del huevo (Rangel-Salazar *et al.*, 2013).

Aunado a esto en los últimos años, el cambio climático global ha tenido un fuerte impacto en los regímenes de lluvia y vientos. Estos cambios en el clima pueden resultar en la alteración del hábitat, un decremento del éxito reproductivo y un incremento de las tasas de mortalidad de las aves (por ejemplo el quetzal, *Pharomachrus mocinno*; Rangel-Salazar *et al.*, 2013).

Por lo que en este estudio se determinó y caracterizó la avifauna característica que compone a tres hábitats distintos en el sistema lagunar costero La Joya-Buena Vista, con el fin de comprender la dinámica espacial, que propicie la generación de una línea base para futuros estudios ecológicos en estos sistemas amenazados.

## II. MARCO TEORICO

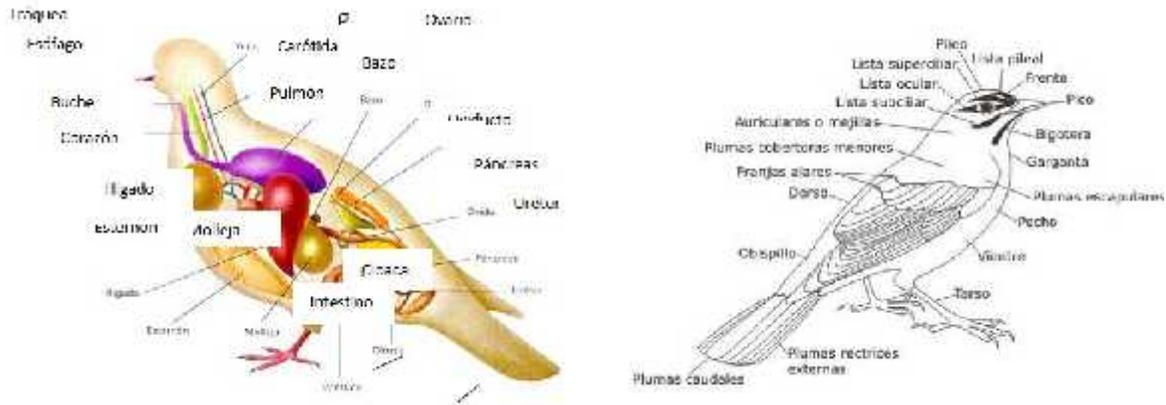
### 2.1. Origen, evolución y característica de las aves

El origen de las aves ha constituido uno de los problemas más polémicos de la biología evolutiva. La evidencia osteológica, oológica, etológica y tegumentaria sustenta fuertemente la hipótesis de que las aves descienden de dinosaurios, en particular a partir de formas clasificadas dentro del clado Maniraptora (Chiappe y Vargas, 2003).

Su origen se remonta a la era Mesozoica en el Jurásico tardío, hace unos 147 millones de años, con la presencia de *Archaeopteryx lithographica*, el cual es considerado el antecesor directo de las aves. Esta ave se diferenciaba de los maniraptores por poseer un raquis central, barbillas laterales y plumas asimétricas (Hickman, 2009).

Las aves actuales, específicamente el taxón Neornithes o aves verdaderas forman un grupo homogéneo de vertebrados de amniotas diápsidos endotérmicos, que adquirieron la capacidad de volar durante el Jurásico (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014). Filogenéticamente están estrechamente emparentadas con ciertos dinosaurios terópodos, un grupo de carnívoros bípedos con características esqueléticas parecidas a las de las aves. Sus parientes vivos más cercanos son los cocodrilos, las características morfológicas y la gran uniformidad estructural de las aves están relacionadas en su totalidad con las exigentes del vuelo (Hickman, 2009).

Poseen huesos huecos y modificados, cuerpo cubierto de plumas, presencia de sacos de aire internos ubicados en la zona del abdomen y lenguas modificadas según su alimento, puesto que todas las aves carecen de dientes (Miller y Harley, 1996) (Figura. 1). Esta combinación única de características confiere a las aves una identidad propia en la diversidad actual, adaptadas a todos los ambientes terrestres y acuáticos, excepto en las profundidades oceánicas, desiertos más extremos y en el centro de la Antártida (Jetz *et al.*, 2012).



**Figura 1.** Descripción anatómica y morfológica de las aves.

## 2.2. Riqueza y diversidad

Las aves son el grupo de vertebrados terrestres con mayor riqueza de especies. A nivel mundial la riqueza avifaunística se estima entre 9,720 y 10,404 especies de aves de las cuales se estima que un 12% se encuentran amenazadas (CONABIO, 2017).

En cuanto a su diversidad, la máxima variación de aves se encuentra en la región Neotropical que incluye los mayores bosques tropicales que van del sur de México a través de Centroamérica hasta Sudamérica. Esta región representa alrededor de 35 % de las especies del mundo (Newton, 1998).

México no solo destaca por el elevado número de especies que alberga, sino también por su riqueza de endemismos (especies que se distribuyen solo en México) y por la gran variabilidad genética mostrada en muchos grupos taxonómicos, resultado de la evolución o diversificación natural y cultural en el país (Sarukhán *et al.*, 2009).

Aproximadamente unas 1,096 especies de aves han sido descritas para la República Mexicana y unas 329 especies se catalogan bajo alguna categoría en la NOM-059 (SERMANAT, 2010).

Las regiones con mayor número de aves endémicas se encuentran en la costa del Pacífico, en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2009). Esto sitúa a México como el onceavo país con mayor riqueza avifaunística a nivel mundial (Navarro *et al.*, 2014).

En el estado de Chiapas viven 694 especies (con 14 subespecies) incluidas en 21 órdenes y 78 familias (Escalante *et al.*, 2014). Este número podría incrementarse a 732 especies si se adicionan 38 especies hipotéticas, que son aquellas especies que potencialmente podrían distribuirse en el estado, pero aún es necesaria su confirmación.

Los órdenes con el mayor número de especies son los Passeriformes (aves canoras) con 351, los Charadriiformes (playeritos y gaviotas) con 53, los Falconiformes (halcones y águilas) con 48 y los Apodiformes (vencejos y colibríes) con 48 especies. Hay también 191 (27.4 %) especies migratorias latitudinales, que se reproducen en Norteamérica y regresan a sus sitios no reproductivos en ambientes tropicales (Rangel-Salazar *et al.*, 2013).

Se presentan también 12 especies con distribución geográfica restringida a una región o área geográfica determinada (como especies endémicas) y diez con una distribución geográfica restringida a dos o más áreas geográficas interconectadas denominadas como especies cuasiendémicas (Escalante *et al.*, 2014).

### **2.2.1. Distribución espacial y hábitat**

La distribución espacial se define como la respuesta de una población o comunidad a una serie de procesos que interactúan a escalas temporales y espaciales: movimientos tectónicos o glaciaciones (Blondel, 1987), alteración en la cadena trófica, composición paisajística, y razones funcionales como la interacción entre las especies (Hall *et al.*, 1991; Carrascal-De la Puente, *et al.* 2008; Deppe y Rotenberry, 2008).

Para las poblaciones o comunidades, una unidad básica espacial de distribución es el hábitat. El hábitat se define como aquel espacio que reúne las características óptimas para que los individuos desarrollen sus funciones ecológicas, intra e interespecificas (Gallina-Tessaro 2011). La heterogeneidad de cada hábitat que integra un ecosistema, define los patrones de presencia, abundancia y diversidad, en función de los recursos que pueden proveer a una población o comunidad (Hall *et al.* 1997).

### **2.2.2. Importancia ecológica de las aves**

Las aves constituyen uno de los grupos biológicos mejor estudiados en las regiones tropicales, por ello han sido propuestas como un grupo indicador ideal para establecer prioridades de conservación (Bryce y Hughes, 2002).

La avifauna se caracteriza por presentar una adaptación rápida para el aprovechamiento de los recursos (espacios para anidación, refugio, alimentación a través del fruto y dispersión de semilla), siendo el grupo que mejor se adapta por la capacidad de vuelo, haciendo uso de una mayor extensión de terreno (Paracuellos, 2001).

Las aves en Chiapas desempeñan complejos y diversos papeles en la dinámica y funcionalidad de los ecosistemas terrestres y acuáticos (Rangel-Salazar *et al.*, 2013). Las aves pueden indicarnos ciertas características del hábitat, su presencia o ausencia nos puede ayudar a discernir patrones o umbrales de impactos

ambientales, puesto que algunas especies persisten a lo largo de gradientes de disturbio mientras que otras desaparecen (Bryce y Hughes, 2002).

El uso que hacen algunas aves concretas de los humedales puede indicar determinados estados ecológicos de los mismos, dado que tales especies se constituyen en algunos casos como bioindicadores de la calidad de un hábitat, como por ejemplo: lo que ocurre con las especies *Oreophasis derbianus* (Pavón) y *Pharomachrus mocinno* (Quetzal) que habitan los bosques perennifolios (Rangel-Salazar *et al.*, 2009; Green y Figuerola, 2003; Martínez *et al.*, 2005).

### **2.2.3. Valor cultural**

Desde su origen, la especie humana ha dependido para su desarrollo y evolución cultural de la transformación de los ecosistemas y de los diversos servicios que estos le han brindado (Sarukhán *et al.*, 2009.)

Las aves se encuentran asociadas con ciertas actividades de carácter económico, como la agricultura, caza y pesca; así como también están relacionadas a manifestaciones de naturaleza artística, como la música, literatura, poesía y danza (Navarrijo-Ornelas, 1999).

Actualmente, algunos pueblos indígenas específicamente en los Altos de Chiapas continúan utilizando a las aves silvestres de la región para consumo, como los patos, carpinteros, golondrinas, palomas, entre otros, o en la medicina, como los colibríes y zopilotes (Rangel-Salazar *et al.*, 2013).

#### **2.2.4. Importancia económica de las aves**

Hoy en día la importancia de las aves y sus diversas interacciones con el ambiente y su valor económico en actividades como la caza o el comercio de mascotas, o la simple observación por aficionados, son cuestiones ampliamente reconocidas por la sociedad (Berlanga, 2001). Aunque la observación de aves es una actividad que realiza una pequeña minoría de mexicanos, la alta biodiversidad de México y su proximidad con los Estados Unidos provee de una gran oportunidad para capturar beneficios económicos significativos de la observación de aves (Cantú *et al.*, 2011).

Entre 1950 y 2005 el número de turistas internacionales en todo el mundo se ha incrementado constantemente en una tasa del 6.5% por año y la cantidad de ganancias generadas han crecido a una tasa del 11.2% por año y hasta el año 2020, se espera que estos parámetros continúen incrementándose en una tasa del 4.1% y 6.5% por año respectivamente (SECTUR, 2007).

Los observadores de aves, son una de las mejores fuentes de ecoturismo debido a que ellos conforman el principal grupo de ecoturistas, que generalmente son conscientes de la necesidad de cuidar el ambiente ya que cuentan con ingresos por arriba del promedio (Ceballos-Lascuráin, 1996; Gómez de Silva, 2008; Cordell y Herbert, 2002; Sekercioglu, 2002).

### III. ANTECEDENTES

#### 3.1. Aspectos históricos

Se han realizado pocos estudios analizando la historia de la ornitología mexicana. Sin embargo, los referentes más antiguos provienen de las crónicas de los conquistadores españoles. En ellas se describe el profundo conocimiento de las aves mexicanas por parte de los aztecas. En las crónicas se hace mención del totocalli o casa de las aves en donde eran agrupadas por su forma física y su utilidad (Díaz-Del Castillo, 1939).

De la época colonial, el naturalista y médico español Francisco Hernández, entre 1572 y 1577 realizó los primeros inventarios faunísticos reportando más de 230 especies de aves (Jiménez, 2010).

Para el estado de Chiapas, las primeras aportaciones en el conocimiento de las aves se deben a Miguel Álvarez del Toro, quien realizó alrededor de 30 publicaciones entre 1948 y 1981, abarcando temas generales y específicos para ciertos taxones. Entre sus obras destacan: “Miscelánea Ornitológica” en 1963, donde realiza estudios ecológicos generales (interacciones planta-ave), nuevos avistamientos, así como algunas aportaciones nuevas sobre nidología de las aves chiapanecas, y la “Lista de las aves de Chiapas”, por el mismo autor. A partir de la década de 1980 se intensifican los trabajos sobre avifauna en el estado, incorporando aspectos de riqueza y distribución (Rangel-Salazar *et al.* 2009).

### 3.2. Estudios sobre comunidades de aves

Algunos estudios relevantes a nivel mundial sobre estos aspectos son los de Vides-Hernández *et al.* (2017), realizado en áreas urbanas de El Salvador. Así como las características espectrales del hábitat en un humedal de Cuba de Plasencia *et al.* (2017), donde se determinó la composición y estructura de la ornitofauna en tres localidades y su relación con las variables espectrales. Además de los trabajos realizados sobre los patrones de distribución, abundancia y riqueza de especies de aves en las islas Canarias (Carrascal-De la Puente *et al.* 2008).

Para el caso de México, la avifauna se ha zonificado en 6 regiones: Noroeste, Noreste, Occidente, Centro, Sur y Sureste (SEMARNAT, 2008). Estudios ecológicos por región se han llevado a cabo por: Zamora-Orozco *et al.* (2007), Guevara-Medina *et al.* (2008) y Mendoza *et al.* (2012) (Regiones Noroeste y Noreste).

Respecto a los estudios de variación espacio temporal, existen trabajos para las regiones Centro y Occidente relacionados con humedales, como por ejemplo los de Almazán-Núñez *et al.*, (2009), Fonseca *et al.* (2012), Hernández *et al.* (2012), Villaseñor-Gómez *et al.*, (2013). Para la región Sur y Sureste, se encuentran los estudios realizados por: Rangel-Salazar *et al.* (2009), González-Bravo *et al.* (2010); Nova-Muñoz *et al.*, (2011); Bojorges-Baños (2011); Serrano *et al.* (2013).

### 3.2.1. Humedales costeros en Chiapas

Poco son los estudios ornitofaunísticos en sistemas lagunares-estuarinos que analizan variaciones a nivel espacio-temporal y asociaciones de la avifauna con el hábitat. Para los ecosistemas acuáticos se encuentran investigaciones realizadas por: Acuña *et al.* (1994), quien analizó las densidades de aves acuáticas en dos sistemas de lagunas costeras reportando un total de 48 especies de aves acuáticas.

Gerardo (2001), quien estudió la composición, abundancia y conservación de aves acuáticas en Laguna Pampa El Cabildo, reportando para el sitio 39 especies de aves acuáticas en temporada de secas con 89,413 registros durante el tiempo de muestreo.

Dentro del sistema lagunar Carretas-Pereyra destaca el estudio realizado por: Becerril-Tinoco (2011), que analizó la variación espacial y temporal de los ensamblajes de aves playeras, determinando la composición de especies y su abundancia relativa, registrando 18 especies y una abundancia de 5,466 individuos.

Mera-Ortiz *et al.* (2016), determinó la composición y abundancia estacional de aves acuáticas en tres paisajes de la laguna Mar Muerto, y reportando 40 especies en dos temporadas, encontrando mayor riqueza y abundancia en temporada lluviosa.

## **IV. OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

### **4.1. Objetivo general**

Caracterizar la estructura de la avifauna en tres hábitats del sistema lagunar-estuarino La Joya-Buenvista, Chiapas, México.

### **Objetivo específico**

- Caracterizar la comunidad avifaunística de los hábitats Bocabarra, Canal y Laguna a partir de los parámetros ecológicos de dominancia, abundancia, riqueza y diversidad.
- Determinar la composición de aves que mejor caracteriza a los hábitats Bocabarra, Canal y Laguna.
- Comparar la riqueza estimada de aves entre hábitats.

### **4.2. Hipótesis**

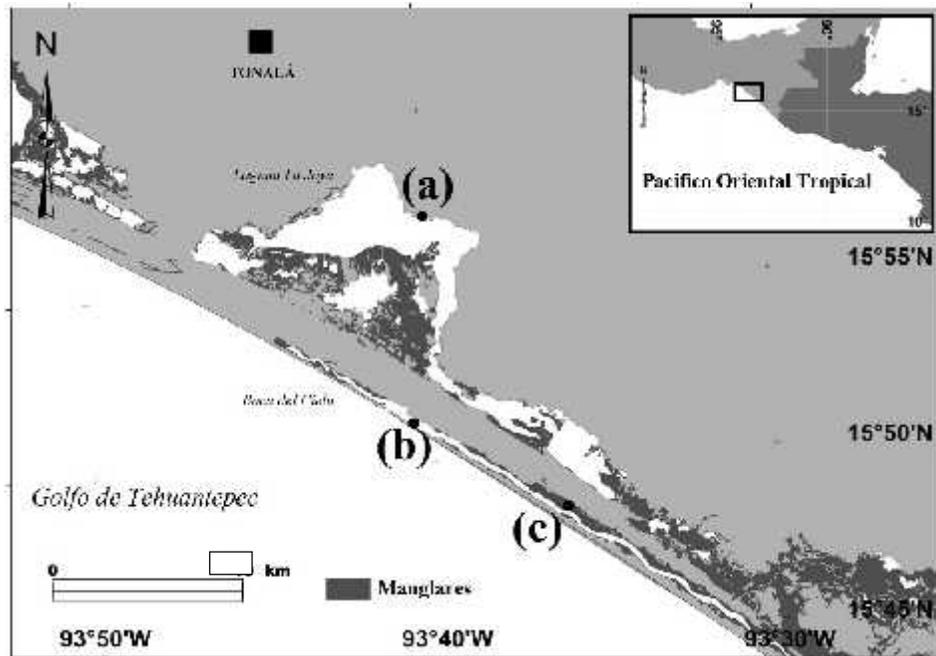
Debido a que las comunidades de aves reflejan en sus patrones de distribución en función de los recursos alimenticios y refugio que ofrece el hábitat, se espera encontrar una mayor riqueza y abundancia de especies de acuerdo a la complejidad del hábitat, es decir considerando al manglar como más complejo, la laguna con complejidad intermedia y la bocabarra con baja complejidad.

## v. ÁREA DE ESTUDIO

El sistema lagunar La Joya-Buenavista (LJB) se localiza en la costa del Pacífico sur mexicano, en el municipio de Tonalá, Chiapas, entre los 15° 48' y 15° 59' N y los 93° 32' y 93° 47' O (Figura 2), y posee una extensión de 47.5 km<sup>2</sup>. El sistema LJB se considera una laguna costera típica separada del mar por una barra arenosa, tipo III-A de acuerdo a la clasificación de Lankford (1977). Los principales aportes fluviales provienen de la subcuenca del río Zanatenco (Ovalle-Estrada y Vásquez-Lule 2009). El clima prevaleciente en la región es cálido-subhúmedo con una precipitación total anual de 1441 mm y temperatura media de 28 °C. Además se distinguen dos temporadas durante el ciclo anual: lluviosa (junio-octubre) y seca (noviembre-mayo) (Contreras-Espinosa y Zabalegui-Medina 1991).

En el sistema LJB pueden reconocerse tres unidades de hábitat representativas: Laguna, Canal y Bocabarra. El cuerpo lagunar comprende tres humedales principales (Cabeza de Toro, La Joya y Buenavista) interconectados por canales de marea. Es un sistema somero (en donde la profundidad media no rebasa los 1.5 m), temporalmente polihalino y con sustrato predominantemente lodoso (Romero-Berny *et al.*, 2018). Se encuentra rodeada por parches de manglar de cuenca (*Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*), vegetación de marismas y pastizales inducidos. El canal estuarino presenta una anchura aproximada de 300 m, una longitud de 23 km y con una profundidad mayor a 1.5 m. Tiene comunicación con la laguna a través de un canal de dragado de 2.4 km de longitud; y en su parte media y alta presenta sustratos lodosos y se rodea por manglares ribereños (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*).

La bocabarra comprende la zona baja del canal (Boca del Cielo) y está conformada por una barra arenosa con vegetación de duna costera y algunas especies arbustivas introducidas. Se comunica con el Golfo de Tehuantepec a través de una boca de 157 m de ancho, siendo la zona más expuesta al oleaje (Romero-Berny *et al.*, 2018). El área se encuentra impactada por un incipiente desarrollo de infraestructura orientada a satisfacer al sector turístico.



**Figura 2.** Área de estudio y localización de los trayectos (●) dentro de los hábitats analizados en el sistema lagunar costero La Joya-Buenavista, Chiapas: (a): Laguna, (b): Bocabarra, (c): Canal.

## VI. MÉTODO

Se llevaron a cabo cuatro muestreos mensuales en 2017, en Abril, Mayo, Julio y Agosto. Se caracterizó la avifauna en relación a los hábitats Laguna, Canal y Bocabarra. Se empleó un muestreo basado en transeptos de longitud variable (Ralph *et al.*, 1996; Villaseñor-Gómez y Santana, 2003; González-García, 2011), donde se realizaron 6 transeptos para cada hábitat fueron: Laguna, 800 m; Canal, 900 m y Bocabarra, 1000 m (Figura 2). Estas diferencias de longitud tuvieron por objetivo abarcar una mayor variación de las condiciones ecológicas locales y estructura del hábitat (van der Heiden *et al.* 2018). Los avistamientos de aves se realizaron entre las 7:00 y las 12:00 horas, mediante observaciones directas con la ayuda de binoculares Vanta (8x40). Se consideraron a los individuos encontrados en un área de hasta 50 m a cada lado del transecto, en actividades de anidación, posa, nado o alimentación (Ortiz-Pulido *et al.*, 1995). Únicamente se tomaron en cuenta organismos en vuelo cuando estos fueron observados a una altura aproximada de 30 m sobre el área cubierta por el transecto (Zárate-Ovando *et al.*, 2008). La identificación se realizó con las guías de Peterson y Chalif (1989), Van Perlo (2006) y Sibley (2015).

## 6.1. Categorización de la avifauna y análisis de datos.

Por cada hábitat se determinó la composición, riqueza y abundancia numérica (total de registros de cada especie obtenidos durante todo el estudio) de la comunidad de aves. Para la integración del listado taxonómico se empleó el sistema de clasificación y nomenclatura propuesto por la Unión de Ornitólogos Americanos (AOU, 2017), y los nombres comunes de acuerdo a Escalante *et al.*, (2014). Su categoría de vulnerabilidad se determinó con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010), la lista roja de especies amenazadas (UICN, 2017) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2013). Para describir el patrón estructural de la comunidad avifaunística, se asignaron cinco categorías de abundancia relativa calculadas a partir de la frecuencia de organismos por especie en cada muestreo (Pettingill 1985): Raras (R, 1-9%), No comunes (NC, 10-30%), Moderadamente comunes (MC, 31-64%), Comunes (C, 65-89%) y Abundantes (90-100%).

La riqueza esperada se calculó mediante el estimador no paramétrico Chao 2 (Chao 1989). La prueba de hipótesis de no diferencia en la composición y abundancia entre los hábitats se realizó mediante un Análisis de Varianza no paramétrico (Test de Kruskal-Wallis), después de determinar heterocedasticidad en los datos. El grado de similitud de la avifauna entre eventos de muestreo (hábitat x mes) se determinó con el índice de Bray-Curtis sobre los datos de abundancia transformados a raíz cuadrada para estabilizar las varianzas por valores extremos. Para compensar las diferencias en las longitudes de los transectos, se calculó una base de datos con abundancias corregidas a partir del método de rarefacción, el cual estima un número de muestra comparable (Colwell *et al.* 2012). A partir de la matriz resultante se construyeron diagramas de clasificación (UPGMA) y ordenación (nMDS). La significancia de grupos en el dendrograma ( $\alpha = 0.05$ ) se realizó con un test de Perfiles de Similitud (SIMPROF, a 1000 permutaciones y 999 simulaciones) (Clarke *et al.* 2008).

El test SIMPROF es una alternativa objetiva frente a los métodos tradicionales de evaluación de grupos en una clasificación, y prueba la hipótesis nula de que no hay

estructura interna multivariante en la comunidad (Clarke *et al.*, 2008). Las tendencias de los grupos formados en la ordenación se determinaron mediante un Análisis de Similitud de una vía (ANOSIM) con 9999 permutaciones. Complementariamente, se utilizó un Análisis de Porcentaje de similitud (SIMPER) para tipificar a la avifauna en función de su contribución para diferenciar las comunidades entre hábitats (Clarke 1993).

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo siguiendo rutinas en los paquetes PAST 3.16 (Hammer *et al.* 2001) y PRIMER 6 (Clarke y Gorley 2006).

## VII. RESULTADOS

En el sistema LJB se registraron un total de 69 especies de aves, pertenecientes a 58 géneros, 31 familias y 16 órdenes, con un total de 1701 registros visuales. El orden mejor representado fue el de los Charadriiformes con 17 especies (24.6%), seguido por los órdenes Passeriforme y Pelecaniforme, ambos con 14 especies (40.4%). Las familias de aves con mayor número de especies fueron Ardeidae con 10, seguido por Scolopacidae con nueve y Laridae con cinco. El resto de las familias presentó entre una y cuatro especies (Cuadro 1).

Las especies más importantes en abundancia fueron *Pelecanus occidentalis* con 216 registros (12.6%, del total de aves observadas), *Phalacrocorax brasilianus* con 190 (11.1%), seguido de *Himantopus mexicanus* con 146 (8.5%). Un total de 15 especies fueron reportadas con un solo registro visual durante el periodo de muestreo (Cuadro 1).

Con respecto a la categorías de abundancia relativa, se obtuvo que el 34.7% de las especies fueron No comunes, 23.1% Abundantes, y las Moderadamente comunes y Comunes con 20.2% cada una. Tomando en cuenta los 4 meses del muestreo y el total de especies encontradas, siete se reportan bajo alguna categoría de riesgo nacional o internacional: *Dendrocygna autumnalis* (CITES: III), *Mycteria americana* (NOM-059: A; CITES: I), *Tigrisoma mexicanum* (NOM-059: A), *Egretta rufescens* (NOM-059: Pr; UICN: NT), *Rostrhamus sociabilis* (NOM-059: Pr; CITES: II), *Buteogallus anthracinus* (NOM-059: Pr; CITES: II) y *Psittacara holochlorus* (NOM-059: A).

**Cuadro 1.** Distribución y abundancia numérica de la avifauna en el sistema lagunar La Joya-Buenavista, Chiapas durante Abril-Agosto 2017. Los números indican el número de registros visuales para cada especie. Categorías de riesgo, NOM-059: A (Amenazada), Pr (Protección especial). UICN: NT (Near Threatened). Categoría de abundancia relativa: (No Común) MC, (Moderadamente Común), NC, C (Común), A (Abundante).

Taxón	Nombre común	Categoría de riesgo				Hábitat		Abundancia relativa
		NOM-059	UICN	CITES	Bocabarra	Canal	Laguna	
ANSERIFORMES								
Anatidae								
Dendrocygna autumnalis	Pijje alas blancas				0	2	6	MC
Spatula clypeata	Pato cucharón norteño				0	0	79	NC
GALLIFORME								
Cracidae								
Ortalis leucogastra	Chachalaca vientre blanco				0	1	0	NC
COLUMBIFORMES								
Columbidae								
Patagioenas flavirostris	Paloma morada				0	1	0	NC
Columbina inca	Tortolita cola larga				23	5	4	A
Columbina talpacoti	Tortolita canela				0	3	0	NC
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas				18	0	4	A
CUCULIFORMES								
Cuculidae								
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero Pijuy				5	0	0	C
CAPRIMULGIFORMES								
Chordeiles acutipennis	Chotacabras menor				8	0	0	MC
CHARADRIIFORMES								

Recurvirostridae							
Himantopus mexicanus	Monjita americana			0	0	146	A
Recurvirostra americana	Avoceta americana			0	0	5	MC
Charadriidae							
Pluvialis squatarola	Chorlo gris			0	0	1	NC
Charadrius semipalmatus	Chorlo semipalmeado			10	0	0	NC
Scolopacidae							
Numenius phaeopus	Zarapito trinador			23	0	1	MC
Arenaria interpres	Vuelvepiedras rojizo			0	0	3	NC
Calidris pusilla	Playero semipalmeado			8	0	88	C
Calidris mauri	Playero occidental			0	0	53	NC
Actitis macularius	Playero alzacolita			3	2	4	C
Tringa flavipes	Patamarilla menor			4	0	2	C
Tringa semipalmata	Playero pihuiuí			0	0	10	MC
Tringa melanoleuca	Patamarilla mayor			0	0	1	NC
Phalaropus tricolor	Falaropo pico largo			0	0	60	MC
Laridae							
Leucophaeus atricilla	Gaviota reidora			56	1	30	C
Larus argentatus	Gaviota plateada			0	0	4	
Sterna hirundo	Charrán común			0	0	1	NC
Thalasseus maximus	Charrán real			105	1	5	C
Rynchops niger	Rayador americano			2	0	0	NC
<hr/>							
CICONIIFORMES							
Ciconiidae							
Mycteria americana	Cigüeña americana	A	I	0	10	17	C
<hr/>							
SULIFORMES							
Fregatidae							
Fregata magnificens	Fragata tijereta			19	7	18	A
Phalacrocoracidae							
Phalacrocorax brasilianus	Cormorán neotropical			0	54	136	A
Anhingidae							
Anhinga Anhinga	Anhinga americana			0	0	3	NC
<hr/>							
PELECANIFORMES							
Pelecanidae							

<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano blanco americano			0	0	22	MC
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano café			17	0	199	A
Ardeidae							
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	A		0	4	0	C
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena			1	0	5	C
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca			1	2	37	A
<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados			2	0	14	A
<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor			1	1	6	C
<i>Egretta rufescens</i>	Garza rojiza	Pr	NT	0	1	6	A
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera			0	2	0	NC
<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde			0	13	12	A
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza nocturna corona negra			0	1	5	MC
<i>Nyctanassa violácea</i>	Garza nocturna corona clara			0	0	1	NC
Threskiornithidae							
<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco			0	42	8	A
<i>Platalea ajaja</i>	Espátula rosada			0	0	21	A
CATHARTIFORMES							
Cathartidae							
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común			12	7	11	C
ACCIPITRIFORMES							
Pandionidae							
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora			5	0	0	A
Accipitridae							
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Pr	II	0	1	0	NC
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Pr	II	0	8	2	C
CORACIIFORMES							
Alcedinidae							
<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador de collar			0	3	0	NC
<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde			0	3	1	
PICIFORMES							
Picidae							
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje			3	0	3	C

FALCONIFORMES						
Falconidae						
Caracara cheriway	Caracara quebrantahuesos		1	1	0	MC
Herpetotheres cachinnans	Halcón guaco		0	2	0	MC
PSITTACIFORMES						
Psittacidae						
Psittacara holochlorus	Perico mexicano	A	0	8	0	MC
PASSERIFORMES						
Tyrannidae						
Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo		2	7	4	A
Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí		8	2	4	A
Tyrannus forficatus	Tirano tijereta rosado		0	0	4	NC
Corvidae						
Calocitta formosa	Urraca cara blanca		0	3	0	MC
Passerellidae						
Arremonops rufivirgatus	Rascador oliváceo		0	1	0	NC
Icteridae						
Cassiculus melanicterus	Cacique mexicano		0	1	0	NC
Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor		0	0	1	NC
Icterus pustulatus	Calandria dorso rayado		0	0	1	NC
Icterus gularis	Calandria dorso negro mayor		0	0	1	NC
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano		57	3	44	A
Parulidae						
Setophaga petechia	Chipe amarillo		0		2	MC
Cardinalidae						
Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo		1	0	0	NC
Thraupidae						
Sporophila torqueola	Semillerito collar		0	0	1	NC
Volatinia jacarina	Semillero brincador		0	2	0	NC
TOTALES			395	208	1096	

La riqueza específica y abundancia numérica mostraron patrones diferentes entre los tres hábitats muestreados. El mayor número de especies se registraron en La Laguna, seguido por el Canal y Bocabarra. La riqueza en la Laguna representó el mayor porcentaje del total de especies esperadas (Chao 2; Cuadro 2).

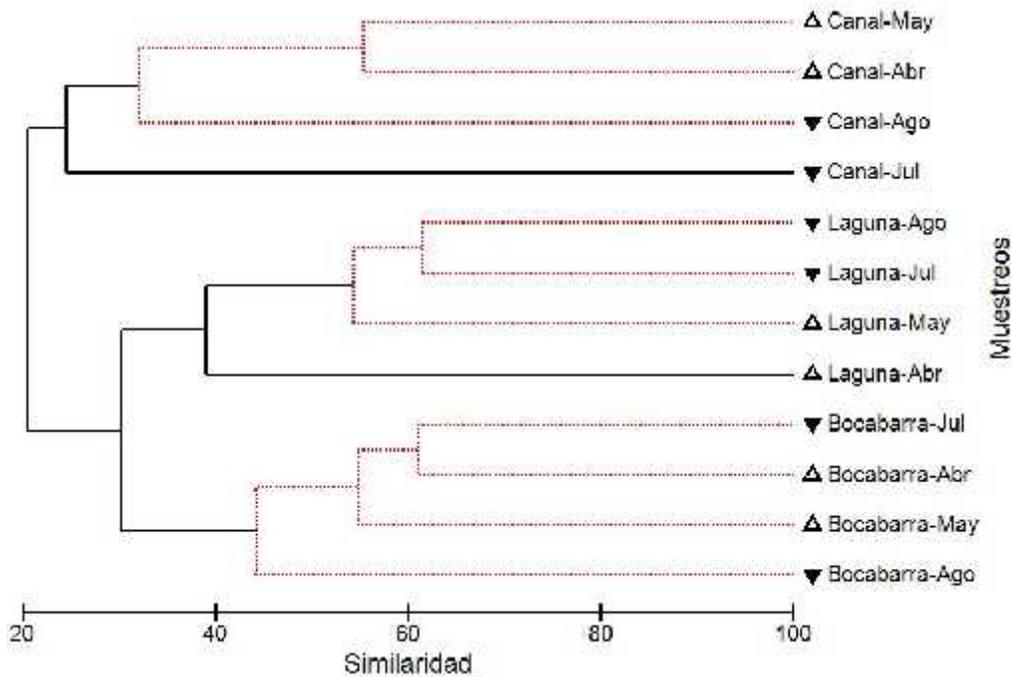
**Cuadro 2.** Riqueza de especies observadas y estimadas en los hábitats del sistema lagunar La Joya-Buenavista, Chiapas durante Abril-Agosto 2017.

	Bocabarra	Canal	Laguna
Observadas	26	35	50
Estimadas (Chao 2)	36	55	70
Complejidad del muestreo (%)	72.2	63.6	71.4

Para la Bocabarra las especies más abundantes fueron *Thalasseus maximus* (105 registros) y *Quiscalus mexicanus* (57), en el Canal fueron *Phalacrocorax brasilianus* (54) y *Eudocimus albus* (48), mientras que para la Laguna fueron las especies *Pelecanus occidentalis* (199) e *Himantopus mexicanus* (146). Mediante la prueba de Kruskal-Wallis se detectaron diferencias significativas en los valores de abundancia entre hábitats ( $H=14.07$ ;  $p=0.0003$ ). Para el caso de la temporalidad, en los meses de secas (grupo Abril-Mayo) las especies más abundantes fueron *Himantopus mexicanus* (139) y *Thalasseus maximus* (98), mientras que para lluvias fueron *Phalacrocorax brasilianus* (136) y *Pelecanus occidentalis* (133). Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas de abundancia con respecto al grupo de lluvias (Julio-Agosto) ( $H= 2.403$ ;  $p= 0.1176$ ).

De acuerdo con el test SIMPROF, en el dendrograma (UPGMA) se forman tres subgrupos con estructura estadísticamente significativa ( $\chi^2=4.48$ ;  $p=0.001$ ): primero, un subgrupo formado por las comunidades del Canal para los meses de abril, mayo y agosto; después el subgrupo de comunidades para los meses de mayo, julio y

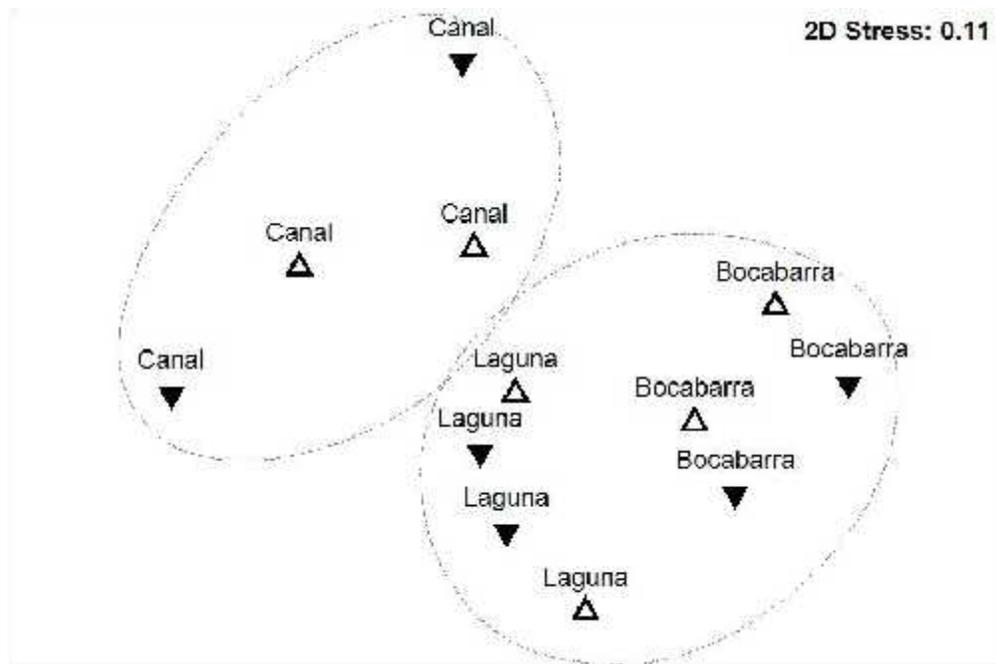
agosto en la Laguna; y finalmente el subgrupo formado por las comunidades de la Bocabarra para todo el muestreo (Figura 3).



**Figura 3.** Dendrograma de clasificación de los muestreos de avifauna en el sistema lagunar La Joya-Buenavista. Líneas punteadas indican grupos no separados significativamente (SIMPROF,  $p < 0.05$ ).

En el análisis de combinación, se encontró estructura significativa en los grupos Canal ( $\lambda = 4.6$ ,  $p = 0.04$ ) y Laguna-Bocabarra ( $\lambda = 4.2$ ;  $p = 0.02$ ) para la totalidad de los meses de muestreo (abril-julio).

La ordenación por nMDS reflejó una agrupación por tipo de hábitat similar a la ilustrada en el dendrograma, mostrando un valor de estrés relativamente bajo (0.11) (Figura 4). La variación en la composición entre los hábitats para la clasificación y la ordenación se comprobó con la prueba de ANOSIM, que mostro diferencias significativas globales ( $R = 0.806$ ,  $p = 0.0002$ ) y en comparaciones pareadas ( $R > 0.729$ ,  $p = 0.029$ ).



**Figura 4.** Ordenación nMDS de los eventos de muestreo en el sistema lagunar La Joya-Buenavista. Categorizaciones presentadas por hábitat. Las elipses punteadas indican los grupos formados a una similitud de 22%.

De acuerdo al análisis SIMPER, el rango de disimilitud de las comunidades entre hábitats varió de 32.2 a 50.6%. En el cuadro 3 se presentan las especies que más contribuyen a caracterizar a cada tipo de comunidad de aves por hábitat. Comparativamente, las mayores diferencias proporcionales para el grupo Bocabarra-Canal fueron por las especies *T. maximus* (5.27%), *Q. mexicanus* (4.86%) y *Z. asiática* (4.73%); mientras que para Bocabarra-Laguna y Canal-Laguna las diferencias recayeron en *H. mexicanus* (5.14, 4.9%), *P. brasilianus* (4.37, 3.89%) y *P. occidentalis* (4.09, 6.85%).

**Cuadro 3.** Porcentaje de contribución (%) de especies de aves dentro de cada hábitat. Las especies más representativas se seleccionaron de acuerdo al análisis SIMPER.

Especies	Hábitat					
	Bocabarra		Canal		Laguna	
	Abundancia media	Contribución (%)	Abundancia media	Contribución (%)	Abundancia media	Contribución (%)
<i>Butorides virescens</i>	-	-	1.32	22.64	1.04	4.56
<i>Quiscalus mexicanus</i>	1.93	19.22	-	-	1.79	9.85
<i>Pandion haliaetus</i>	-	-	1.05	18.31	-	-
<i>Pelecanus occidentalis</i>	1.15	7.18	-	-	2.63	14.92
<i>Zenaida asiatica</i>	1.37	12.49	-	-	-	-
<i>Columbina inca</i>	1.42	12.38	-	-	-	-
<i>Fregata magnificens</i>	1.40	12.28	0.67	3.78	1.10	4.28
<i>Buteogallus anthracinus</i>	-	-	0.95	10.63	-	-
<i>Pitangus sulfuratus</i>	-	-	0.92	9.53	0.88	2.77
<i>Thalasseus maximus</i>	1.75	9.25	-	-	-	-
<i>Ardea alba</i>	-	-	0.50	3.18	1.64	8.86
<i>Himantopus mexicanus</i>	-	-	-	-	2.03	8.67
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	-	-	0.80	8.01	-	-
<i>Platalea ajaja</i>	-	-	-	-	1.43	7.18
<i>Egretta thula</i>	-	-	-	-	1.31	7.05

## VIII. DISCUSIÓN

La riqueza de especies registrada en este estudio corresponde al 9.9% del total de aves para el estado de Chiapas (694 especies) (Escalante *et al.*, 2014) y al 18.8% para la región Planicie Costera del Pacífico (366), de acuerdo a Rangel-Salazar *et al.* (2013).

La riqueza de especies encontrada en el sistema LJB es relativamente alta (69 especies, 1702 individuos), considerando la amplitud del muestreo (4 meses) y la extensión del sistema (47.5 km<sup>2</sup>), con relación a otros sistemas en el Pacífico sur mexicano: Chantuto-Panzacola y Carretas-Pereyra (48 especies; Acuna *et al.*, 1994), Laguna Pampa-El Cabildo (39 especies; Gerardo-Tercero *et al.*, 2010), Ventanilla-Manialtepec-Chacahua (67 especies; Bojorges-Baños, 2011), Santa María del Mar (79 especies; Rioja-Paradela *et al.*, 2014) y Mar Muerto (40 especies; Mera-Ortiz *et al.*, 2016). Al igual que en los trabajos anteriores, la composición y abundancia de especies más representativas correspondió al componente avifaunístico acuático (ej. Ardeidae y Scolopacidae), asociado a la diversidad de ambientes intermareales como los manglares, playas y lagunas costeras. Respecto a la categorización general de la abundancia, un mayor porcentaje de especies No comunes (>30%) en el sistema, es coincidente un patrón recurrente en distintas comunidades animales (Tokeshi, 1993).

Los resultados de este estudio coinciden con lo reportado por (Weller, 1999, Jaquemet *et al.*, 2004; Acevedo y Aide, 2008) en el que sugieren que la variación en la riqueza y abundancia de especies puede estar estrechamente relacionada con los recursos que ofrece cada tipo de hábitat, principalmente disponibilidad de alimento o sitios de refugio, lo que influye en la distribución y estructura de la comunidad.

Aunque en otros trabajos se han encontrado cambios a nivel temporal, incluso en áreas cercanas al sistema LJB (Mera-Ortiz *et al.*, 2016), estas no fueron evidentes para diferenciar a la avifauna entre los periodos de lluvias y secas, por lo que la evidencia publicada no respalda la influencia de la temporalidad en la avifauna para lagunas costeras en Chiapas, quizá debido a un carácter acuático permanente. Esto

puede deberse a diferencias intrínsecas propias de los hábitats, que definieron los patrones de composición. Así mismo, se reconoce que el tiempo de muestreo fue limitado como para delinear un patrón temporal y clasificar a los taxones de acuerdo a estatus de residencia. Sería recomendable realizar muestreos a lo largo de varios ciclos anuales a fin de detectar posible cambios temporales y corroborar el efecto espacial en la estructura de la comunidad. De igual manera, es probable que ocurran distribuciones diferenciales entre temporadas por parte de algunas especies residentes, cuyas abundancias fueron variables entre hábitats durante meses de lluvias y estiaje (ej. *Leucophaeus atricilla*, *T. maximus*, *P. brasilianus*). En otros estudios en áreas costeras se ha encontrado que a menores escalas espaciales (por ejemplo mangles o dunas), la distribución de aves tanto migratorias como residentes, puede verse influida por la estructura y fenología en la vegetación, así como por la disponibilidad de peces e invertebrados que representen un componente alimenticio en determinadas épocas para algunas especies (Jaquemet *et al.*, 2004; Deppe y Rotenberry, 2008).

En este estudio, en la Laguna se registró un mayor número de organismos (1094) en 50 especies. Para hábitats costeros del Pacífico mexicano, se ha señalado que precisamente son los cuerpos lagunares los que representan una mayor fuente de recursos para las aves, proveyendo alimento y áreas para reproducción y descanso, principalmente para aves marinas, lo cual se refleja directamente en su diversidad (Cupul-Magaña, 2000; Zárate-Ovando *et al.*, 2008).

La mayor contribución en abundancia acumulada para la Laguna en LJB, fue aportada por las especies *P. occidentalis* e *H. mexicanus*. La alta dominancia de *P. occidentalis* en este hábitat puede estar directamente relacionada con las altas concentraciones de especies de peces juveniles con hábitos marinos y residentes estuarinos, así como pequeños invertebrados, ofreciendo un importante recurso alimenticio para las poblaciones de aves presentes en el sitio (Hernández-Vázquez *et al.*, 2011). La elevada cantidad de nutrientes hace que el proceso productivo primario sea tan intenso en LJB, que este sistema se considere uno de los más productivos de México (Contreras-Espinosa y Zabalegui-Medina, 1991). Por otro

lado, *H. mexicanus* es una especie residente que, en ambientes costeros, suele ser abundante en zonas de menor dinámica hídrica, protegidos de la influencia directa de mareas (Becerril-Tinoco, 2011).

El Canal registró una mayor variabilidad en su estructura avifaunística, reflejada en los análisis de ordenación y clasificación. Aquí se identificaron 35 especies con 209 registros. Dentro de los atributos del hábitat que pueden influir en esta variabilidad se encuentra una relativamente compleja estructura vertical de sus manglares ribereños (altura:  $12.63 \pm 9.3$  m, área basal:  $1.4 \pm 3.3$  m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, densidad: 1315 árboles ha<sup>-1</sup>; Solís-Torres, 2017). Se ha demostrado que la complejidad intrínseca de los manglares, independientemente del área que cubren en un sistema, es crucial para el sostenimiento de comunidades de aves altamente diversas en sistemas costeros (Mohd-Azlan *et al.*, 2015), cumpliendo además una importante función como corredores para especies migratorias (Lefebvre y Poulin, 1996). En este hábitat la mayoría de las especies se encontraron en bajo número, destacando únicamente por una mayor abundancia acumulada *P. brasiliensis* y *E. albus*, siendo especies reportadas como afines al manglar en otros estudios, ya que la estructura arbórea puede ofrecer sitios de percha, anidación (Hernández-Vázquez, 2000) y áreas de forrajeo asociadas al sedimento acumulado en sus márgenes (Powell, 1987). Así mismo fue un hábitat de importancia para algunas familias con registros notables en LJB, como lo fueron Cracidae, Accipitridae, Alcedinidae, Falconidae y Psittacidae.

En la Bocabarra se obtuvieron 398 registros, siendo el hábitat con menor número de especies (26) en LJB. Estudios similares en sistemas costeros han encontrado una menor diversidad avifaunística en zonas abiertas de playa, que en estuarios y manglares contiguos, debido a una menor heterogeneidad ambiental que reduce la disponibilidad de recursos (Zogaris y Kallimanis, 2016). Las especies de mayor abundancia en este hábitat fueron *T. maximus* y *L. atricilla*, las cuales encuentran en este hábitat sitios adecuados para descanso y apareamiento (Barbieri y Paes, 2008). Una característica notable de este hábitat es su impacto por una actividad turística creciente, desarrollo de infraestructura, fauna doméstica y vegetación introducida, lo cual pudo favorecer la abundancia de algunas especies asociadas a

ambientes perturbados como *Coragyps atratus*, *Q. mexicanus* y *Z. asiática*, en comparación con otros hábitats (Gonzales-Oreja *et al.*, 2007).

Los resultados de este estudio muestran dos conjuntos de hábitats en el sistema La Joya-Buenavista cuyas diferencias estructurales parecen incidir en la avifauna: Canal y Bocabarra-Laguna. Mientras que el Canal contrasta claramente por su cobertura de manglar y un cuerpo acuático más estrecho y relativamente profundo, el conjunto Bocabarra-Laguna ofrecen espacios abiertos y áreas húmedas de forrajeo con características propias para cada hábitat. Los patrones de similitud en las comunidades demuestran el uso diferencial y las preferencias de algunas especies por determinados hábitats (Cohen-Ballesteros *et al.*, 2013).

Diversos autores señalan que son numerosos los factores que pueden influir en la distribución, densidad y uso de hábitat de las aves, tales como variables asociadas a la estructura del paisaje como a eventos estocásticos (Campbell *et al.*, 2010; Zogaris y Kallimanis, 2016). Por lo tanto, es necesario realizar una evaluación a escalas espaciales y temporales más finas para una mejor interpretación de los atributos de la comunidad avifaunística.

Se destacó la importancia de dos hábitats para las aves: la Laguna y el Canal. Aparentemente el primero representa un espacio crítico debido al alto número de especies y una mayor abundancia incluyendo a aquellas con una mayor afinidad por el uso de planicies lodosas como sitios de alimentación. El Canal presentó menor abundancia, y es un hábitat de importancia para especies con alguna categoría de riesgo (ej. *Mycteria americana*, *Buteogallus anthracinus*, *Psittacara holochlorus*). Aun cuando los resultados mostraron un efecto significativo del hábitat en la avifauna, se sugiere implementar un manejo que permita mantener la conectividad entre el conjunto de hábitats, a fin de sostener los procesos ecológicos del sistema.

## IX. CONCLUSIONES

- En el sistema lagunar costero La Joya-Buenavista se registraron 69 especies de aves, con un mayor porcentaje de representación en los órdenes Charadriiforme, Passeriformes y Pelecaniforme.
- Siete especies se reportan bajo alguna categoría de riesgo nacional o internacional. En categoría de abundancia, el mayor porcentaje de especies correspondió a las No comunes, seguido de las especies. Abundantes, Moderadamente comunes y Comunes.
- La riqueza específica y abundancia mostraron patrones diferentes entre los tres hábitats evaluados, no obstante la riqueza estimada sugiere que el número de especies podría ser mayor en los tres hábitats.
- Los análisis de ordenación y clasificación permitieron corroborar el patrón de diferencias espaciales.
- Es recomendable extender el muestreo de la avifauna hacia una escala espacial y temporal más precisa y prolongada, relacionando los atributos de la comunidad con variables bióticas y abióticas que permitan comprender la dinámica de conectividad entre hábitats e incorporar estas consideraciones ecológicas en el manejo del sistema.

## X. REFERENCIAS DOCUMENTALES

Acevedo, M.A y M. T. Aide. 2008. Bird community dynamics and habitat associations in karst, mangrove and *Pterocarpus* forest fragments in an urban zone in Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 44 (3): 402-416.

Acosta, C. J. R. 1989. Evaluación técnica, social y económica del sistema de cultivo artesanal de camarón en la costa de Chiapas. Secretaría de Pesca, México. 125 p. c.

Acuna, R., F. Contreras y J. Kerekes. 1994. Aquatic bird densities in two coastal lagoon systems in Chiapas State, Mexico, a preliminary assessment. *Hydrobiologia* 280: 101-106.

Almazán-Núñez, R. C. y A.G.S. Navarro. 2009. Avifauna de la subcuenca del río San Juan, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 103-114.

Álvarez, M. 1963. La enredadera cepillo, fuente de atracción para las aves. *Miscelánea Ornitológica* 10: 3-11.

Álvarez, M. 1964. Lista de las especies de aves que habitan en Chiapas, endémicas, emigrantes y de paso. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 25: 109-120.

Anónimo. 1998. Caracterización fisicoquímica de los sistemas lagunares Mar Muerto - Cordón Estuárico y Joya – Buenavista, Chiapas. Opinión Técnica. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 44 p.

AOU. 2017. Checklist of North and Middle American Birds. American Ornithologist's Union. [www.checklist.aou.org](http://www.checklist.aou.org). Fecha de consulta: 13 de enero de 2018.

Audsen, M, W.J. Sutherland y R. James. 2001. The effects of flooding lowland wet grassland on soil macroinvertebrate prey of breeding wading birds. *Journal of Applied Ecology* 38 (2): 320-338.

Barbieri E y E.T. Paes. 2008. The birds at Ilha Comprida beach (São Paulo State, Brazil): a multivariate approach. *Biota Neotropica* 8 (3): [www.biotaneotropica.org.br/v8n3/en/abstract?article+bn00408032008](http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/en/abstract?article+bn00408032008).

Becerril, T. P. 2011. Variación espacial y temporal de la diversidad de un ensamble de aves playeras de La Reserva de Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Universidad del Mar, Oaxaca, México.

Berlanga, H. 2001. La iniciativa para la conservación de las aves de América del Norte (ICAAN-NABCI). *Biodiversitas* 38:2 – 4.

Blondel, J., 1987. Avifaune forestiere mediterraneenne: histoire des peuplements. *Le Bulletin Aves*. No. especial: 24.

Bojorges-Baños, J.C. 2011. Riqueza de especies de aves de la microcuenca del río Cacaluta, Oaxaca, México. *Universidad y Ciencia*, 27 (1), 87-95.

Bojorges-Baños, J.C. 2011. Riqueza y diversidad de especies de aves asociadas a manglar en tres sistemas lagunares en la región costera de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 205-215.

Bryce, S. y R. Hughes. 2002. Development of a bird integrity index: using bird assemblages as indicators of riparian condition. *Environmental Management*. 30(2): 294–310.

Camacho-Forero, P. L. 2007. Composition y estructura de un ensamble de aves asociado al ecosistema de manglar de Isla Fuerte en el Caribe Colombiano. Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias, Bogotá.

Cantú, J. C., Gómez, H. y Sánchez, M. 2011. El dinero vuela el valor económico del ecoturismo de observación de aves. Ed. Defenders of Wildlife. Washington.

Carrascal-De la Puente, L., D. Palomino y V. Polo. 2008. Patrones de distribución, abundancia y riqueza de especies de la avifauna terrestre de la isla de La Palma (Islas Canarias). *Revista Graellsia*. 64: 209-232.

Ceballos-Lascuráin, H. 1996. Tourism, Ecotourism and Protected Areas. Gland, Switzerland: IUCN Publication Services Unit.

Challenger, A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México Pasado Presente y Futuro. Conabio, UNAM y Agrupación Sierra Madre, S.C. México.

Challenger, A., y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México.

Chao, A. 1989. Estimating population size for sparse data in capture-recapture experiments. *Biometrics* 45: 427-438.

Chiappe, L. M. y A. Vargas. 2003. Emplumando dinosaurios: la transición evolutiva de terópodos a aves. *Hornero*. 18 (01):1-11.

Clarke KR, Somerfield PJ, Gorley RN (2008) Testing null hypotheses in exploratory community analyses: similarity profiles and biota-environmental linkage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 366: 56-69.

Clarke KR (1993) Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.

Clarke KR, Gorley RN (2006) PRIMER 6: User manual/tutorial. PRIMER-E, Plymouth, Reino Unido. 190 p.

Cohen-Ballesteros, S., J. Mendoza-Polo, R. Borja-Acuña y N. Martínez-Hernández. 2013. Composición y estructura de las aves playeras en Punta Astillero, Atlántico, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural* 17: 129-143.

Colwell. R.K., A. Chao, N. Gotelli, S. Lin, C. Mao, R. Chazdon y J.T. Longino. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology* 5: 3-21.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). La diversidad biológica de México. 2017. Ficha de información. De la diversidad biológica de México.

[http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion\\_internacional/doctos/db\\_mexico.html](http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/doctos/db_mexico.html). Consultado el 05 de Marzo de 2018.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2017. Ficha técnica de información general sobre todas las especies de aves del país. [http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran\\_familia/animales/aves/aves.html](http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/animales/aves/aves.html). Consultado el 20 Noviembre 2017.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1998a: Lista de Regiones Hidrológicas Prioritarias de México: RHP 32 Soconusco. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_032.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_032.html) Consultado el 05 de Marzo de 2018.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1998b: Lista de Regiones Marinas Prioritarias de México: RMP 39 Puerto-Arista. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp\\_039.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_039.html). Consultado el 05 de Marzo de 2018.

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) Versin 2006-2008. [http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR\\_RAMSAR/Chiapas/Sistema%20Estuarino%20Boca%20del%20Cielo/Mexico%20Sistema%20Estuarino%20Boca%20del%20Cielo%20RIS%20S%202008.pdf](http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Chiapas/Sistema%20Estuarino%20Boca%20del%20Cielo/Mexico%20Sistema%20Estuarino%20Boca%20del%20Cielo%20RIS%20S%202008.pdf). Consultado el 06 de marzo de 2018.

Contreras-Espinosa F. y L.M. Zabalegui-Medina. 1991. Hidrología, nutrientes y productividad primaria en la laguna La Joya-Buenavista, Chiapas, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 18: 207-215.

Cordell, H.K. y N.G. Herbert. 2002. The popularity of birding is still growing. *Birding* 34: 54–59.

Cupul-Magaña, F.G. 2000. Aves acuáticas del estero El Salado, Puerto Vallarta, Jalisco. Huitzil. *Revista Mexicana de Ornitología* 1 (1): 3-8.

Delfín-Alonso, C. A., S. Gallina y C. López-González. 2014. El hábitat: definición, dimensiones y escalas. In: Gallina-Tessaro S, López-González C (eds). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. In INECOL/UAQ. Querétaro, México. pp: 283-312.

Deppe, J.L, y T.J. Rotenberry. 2008. Scale-dependent habitat use by fall migratory birds: vegetation structure, floristics, and geography. *Ecological Monographs* 78 (3): 461-487.

Díaz del Castillo, B. 1939. Historia verdadera de la conquista de la Nueva España. Ed. Alicante: Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. México.

Dodson, S., Allen, T., Carpenter, S., Ives, A., Jeanne R., Kitchell, J., Langston, N. y Tumer, M. 1988. Ecology. Oxford University Press. EU.

DOF (2010) Norma Oficial Mexicana 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, 30/12/2010, México.

Escalante P, A.M. Sada, J. Robles-Gil. 2014. Listado de nombres comunes de las aves de México. 2ª Edición. INBIO-UNAM, México.39 p.

Espinosa, D., Ocegueda, S., Aguilar, C., Flores, Ó., Llorente, J. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. (Eds). Soberón, J., Halffter, G. y Llorente, J. Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 33-65.

Fonseca, J., Pérez, M., Cruz, M., Porras, B., Rodríguez, E., Pérez, J. y Lara, C. 2012. Aves acuáticas de la laguna de Acuitlapilco, Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Ornitología*. 2: 104-109.

Gallina-Tessaro, S. 2011. Características y evaluación del hábitat. In: Gallina-Tessaro S, López-González C (eds). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. In INECOL/UAQ. Querétaro, México. pp: 281-316.

Gerardo, T. C. 2001. Composición, abundancia y conservación de las aves acuáticas en la Laguna Pampa el Cabildo, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.

Gerardo-Tercero, C.M., P. L. Enríquez y J.L. Rangel-Salazar. 2010. Diversidad de aves acuáticas en la Laguna Pampa El Cabildo, Chiapas, México. *El Canto del Cenzontle* 1: 33-48.

Gómez de Silva, H. 2008 Estimación de la magnitud y del impacto económico del turismo de observación de aves en México. Reporte técnico para Defenders of Wildlife.

González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial, G. Méndez-Dewar, L. Galindo-Jaimes y D. Golicher. 2004. Riqueza de especies de árboles en Chiapas: variación espacial y dimensiones ambientales asociadas al nivel regional. Diversidad biológica en Chiapas, M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (Eds.). Ecosur, Cocytech. México, D. F. Pp. 81-125.

González B.B. y J. Meraz. 2010. Listado de aves en las islas de Oaxaca y la costa adyacente. *Ciencia y Mar*. 42: 29-34.

González-García, F. 2011. Métodos para contar aves terrestres. In: Gallina-Tessaro S, López-González C (eds). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. In INECOL/UAQ. Querétaro, México. pp: 85-116.

Gonzales-Oreja, A., Banoche, C., Buzo D., Fuente, A. Hernández L. 2007. Caracterización ecológica de la avifauna de los parques urbanos de la ciudad de

Puebla (México). *Revista Científica Oficial de la Sociedad Española de Ornitología*. 54 (1): 53-67.

Green, A. J. y Figuerola, J. 2003. Aves acuáticas como bioindicadores en los humedales. En: M. Paracuellos (Ed.) *Ecología, manejo y conservación de los humedales*. Colección Actas, 49. Instituto de Estudios Almerienses Diputación de Almería. Almería. Pp. 47-60.

Guevara-Medina, M., J. Castillo, J. y M. González. 2008. Presencia y abundancia de aves de la isla Farallón de San Ignacio, Sinaloa. *Revista Mexicana de Ornitología*. 2: 20-28.

Hall, L.S., P.R. Krausman y L.M. Morrison. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25: 173-182.

Hammer, Ø, Harper, D.A.T., y P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 9.

Hernández, H., C. Tovilla, E. Malo y R. Bello. 2004. Water quality and presence of pesticides in a tropical coastal wetland in southern Mexico. *Marine Pollution Bulletin*. 48: 1130-1141.

Hernández, S., Serrano, S., Hernández, X. y Robles, M. 2012. Variación temporal y espacial de aves playeras en la laguna Barra de Navidad, Jalisco, en tres temporadas no reproductivas. *Revista de Biología Tropical*. 60: 1317-1326.

Hernández-Vázquez, S., E. Íñigo-Elías, J. H. Hinojosa-Larios, B. Durand-Martínez, J. A. Rojo-Vázquez y C. Valadez-González. 2011. Abundancia y reproducción del pelícano pardo (*Pelecanus occidentalis*) en dos pequeñas bahías del Pacífico Central, México. *Acta Zoológica Mexicana* 27 (2): 257-271.

Hernández-Vázquez, S. 2000. Aves acuáticas del estero La Manzanilla, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* 80: 143-143.

Hickman, C.P., 2009. Principios Integrales De Zoología. McGraw-Hill/Interamericana.

Jaksic, F. y Marone, L. 2007. Ecología de comunidades. *Revista Chilena de Historia Natural*. 82: 463-465.

Jaquemet, S., M. Le Corre, H. Weimerskirch. 2004. Seabird community structure in a coastal tropical environment: importance of natural factors and fish aggregating devices (FADs). *Marine Ecology Progress Series* 268: 281-292.

Jetz, W., G. H. Thomas, J. B. Joy, K. Hartmaan y A. O. Mooers. 2012. The global diversity of birds in space and time. *Nature*. 491: 444-448.

Jiménez, F. Las aves de México y el estado de Puebla. 2010. *Elementos*. 77: 51-54.

Kattan, G. H. 2000. Fragmentación patrones y mecanismos de extinción de especies. In Guariguata, MR; Kattan, GH. Eds. Ecología y Conservación de Bosques neotropicales. Lur, San José, Costa Rica. p. 559-590.

Koleff, P., J. Soberón et al. 2008. Patrones de diversidad espacial en grupos selectos de especies, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 323-364.

Krebs, C. J., 2001. Ecología: estudio de la distribución y la abundancia. Ed. Harla. México.

Lankford R.R. 1977. Coastal lagoons of Mexico. In: Wiley M (ed). Estuarine Processes. Circulation, Sediments and Transfer of Material in the Estuary. In Academic Press. Nueva York. pp: 182-215.

Lara-Lara, J.R., J.A. Arreola-Lizárraga, L.E. Calderón-Aguilera, V.F. Camacho-Ibar, G. De la Lanza-Espino, A. Escofet-Giansone *et al.* 2008. Los ecosistemas costeros, insulares y continentales. In Soberón J, Halfter G, Llorente-Bousquets J (eds). Capital Natural de México Volumen I. Conocimiento actual de la biodiversidad. In CONABIO. México D.F. pp: 109-134.

Lefebvre G. y B. Poulin. 1996. Seasonal abundance of migrant birds and food resources in Panamanian mangrove forests. *Wilson Bulletin* 108 (4): 748-759.

Martínez, J., M. Esteves, F. Robledano, M. Pardo y M. Carreño. 2005. Aquatic birds as bioindicators of trophic changes and ecosystem deterioration in the Mar Menor lagoon, Spain. *Hydrobiologia*, 550: 221-235.

Martínez, M., 2015. Ecosistemas II. Ed. Ministerio de Cultura y Educación Universidad Nacional de San Luis.

Mendoza, L.F. y Carmona, R. 2012. Distribución espacial y temporal de aves playeras (Orden: Charadriiformes) en Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical*. 61: 229-241.

Mera-Ortiz, G., Ruiz, G., Gómez, A. y Velázquez, E. 2016. Composición y abundancia estacional de aves acuáticas en tres paisajes de la laguna Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*. 2: 251-261.

Miller, A.S. y P. Harley. 1996. Zoology. 3a ed. Wm. C. Brown Publishers. EUA.

Mohd-Azlan J, R.A. Noske y M. J. Lawes. 2015. The role of habitat heterogeneity in structuring mangrove bird assemblages. *Diversity* 7: 118-136.

Moreno, L. y R. Alvares. 2003. Fauna asociada a los manglares y otros humedales en el Delta-Estuario del río Magdalena, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 105: 517-134.

Navarijo-Ornelas, M. L. 1999. Las aves nacionales: El valor del uso de la imagen. Ed. Federico Francke. Universidad Nacional Autónoma de México. México

Navarro S., A.G. y L.A. Sánchez-González. 2014. La diversidad de las Aves En: Gómez de S., H. y A. Oliveras de I. (Eds.), Conservación de aves experiencias en México, CIPAMEX, México, D.F., pp. 24-85.

Navarro, A., Rebón, Ma., Gordillo, A., Townsend, A., Berlanga, H. y Sánchez, A. 2009. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 476-495.

- Newton, I. 1998. Limitación de población en aves. Ed. Academic Press. EUA.
- Nova, O., Almazán, R., Bahena, R., Cruz, M. y Puebla, F. 2011. Riqueza y Abundancia de Aves de la Subcuenca de Tuxpan, Guerrero, México. *Universidad y Ciencia*. 3: 299-313.
- Ortiz-Pulido, R., H. Gómez de Silva, F. González-García y A. Álvarez. 1995. Avifauna del Centro de Investigaciones La Mancha, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* 66: 87-118.
- Ovalle-Estrada, F. y A.D. Vásquez-Lule. 2009. Caracterización del sitio de manglar La Joya. In: CONABIO (ed). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación hidrológica. In Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México DF. pp: 1-17.
- Paracuellos, M. R. 2001. Estructura y conservación de las comunidades de aves en humedales del sudeste ibérico Almería, España. Tesis doctoral. Universidad de Almería. Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Almería, España.
- Paracuellos M.R. y J.L. Tellería. 2004. Factors affecting the distribution of a waterbird community: the role of habitat configuration and bird abundance. *Waterbirds* 27: 446-453.
- Peterson, R.T. y E.I. Chalif. 1989. Aves de México: Guía de campo. Diana, México DF. 473 p.
- Pettingill, O.S. 1984. Ornithology in the Laboratory and Field. 4th Edition. Academic Press. Orlando, FL, USA. 515 p.
- Plasencia, A., Ferrer, Y., Abasolo, F., Denis, D. y Ruiz, I. 2017. Pertinencia del uso de las características espectrales del hábitat como predictor de la estructura en comunidades de aves de un humedal de Cuba. *Revista Mexicana de Ornitología*. 1: 141-156.
- Powell, G.V.N. 1987. Habitat use by wading birds in a subtropical estuary: implications of hydrography. *The Auk* 104: 740-749.

Ralph CJ, Geupel GR, Pyle P, Martin TE, De Sante DF, Milá B (1996) Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Pacific Southwest Research Station/Forest Service/U. S. Department of Agriculture. Albany, CA, USA. 46 p.

Ramsar. 2018. Ramsar-México. [www.ramsar.org/es/countries/mexico?page=21](http://www.ramsar.org/es/countries/mexico?page=21). Consultado el 15 de octubre de 2018.

Rangel-Salazar, J.L., P.L. Enríquez y E.C. Sántiz L. 2009. Variación de la diversidad de aves de sotobosque en el Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 3: 479-495.

Rangel-Salazar, J. L., Enríquez-Rocha, P., González-Ortega., M.A.A., Macías-Caballero, C., Castillejos-Castellanos, E., González-Domínguez, P., Martínez-Ortega, J.A. y Vidal-Rodríguez, R. 2013. Diversidad de aves: un análisis espacial. En: Cruz-Angón, A., Daniela-Melgarejo, E., Camacho-Rico, F., Nájera-Cordero, K. C. (Eds.). La biodiversidad en Chiapas. CONABIO, Gobierno del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Pp. 329-331.

Rioja-Paradela, T., A. Carrillo-Reyes, y E. Espinoza-Medinilla. 2014. Effect of temporal lakes on avifaunal composition at the Southeast of Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 62: 1523-1533.

Romero-Berny, E.I., E. Velázquez-Velázquez, M.J. Anzueto-Calvo, E. Urbina-Trejo y J.J. Schmitter-Soto. 2018. The fish fauna of three lagoon-estuarine systems in the northeastern Gulf of Tehuantepec, Mexican south Pacific. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 89: 84-98.

Sarukhán, J., Kolef, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente, J., Halffter, G., González, R., March, I., Mohar, A., Anta, S., y Maza, J. 2009. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.

SECTUR-CESTUR-UAM 2007. Elementos para evaluar el impacto económico, social y ambiental del turismo de naturaleza en México. 475 pp.

Sekercioglu, C. 2002. Impacts of birdwatching on human and avian communities *Environmental Conservation*. 29: 282–289.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2008. Consejos consultivos para el desarrollo sustentable. [http://ccds.semarnat.gob.mx/ccds2008\\_2011/ccds/ccds.org.mx/consejos\\_regionales.html](http://ccds.semarnat.gob.mx/ccds2008_2011/ccds/ccds.org.mx/consejos_regionales.html). Consultado el 9 junio de 2017.

SEMARNAT. 2010. Diario oficial segunda sección. [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM\\_059\\_SEMARNAT\\_2010.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf). Consultado el 8 de abril de 2017.

Serrano, A., Vázquez, L., Ramos, M., Basáñez, A. y Naval, C. 2013. Diversidad y abundancia de aves en un humedal del norte de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 29: 473-485.

Sibley, D. A. 2015. The Sibley Guide to Birds. 2nd Edition. Alfred A. Knopf, Nueva York, EUA. 599 p.

Solís-Torres, R. 2017. Estructura del manglar y percepción de sus servicios ambientales en dos localidades del sistema lagunar La Joya-Buenavista, Chiapas. Tesis de licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tonalá, Chiapas. 85 p. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12114/699>.

Tokeshi, M. 1993. Species abundance patterns and community structure. *Advances in Ecological Research* 24: 112-186.

UICN .2017. The Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Fecha de consulta: 13 de enero de 2018.

Van Perlo, B. 2006. Birds of Mexico and Central America. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, EUA. 336 p.

van der Heiden, A.M., J.A. Castillo-Guerrero, A.A. K. van der Heiden y M. Ruíz-Guerrero. 2018. Caracterización de la avifauna de La Guásima, Concordia, sur de

Sinaloa, México, con énfasis en las especies asociadas a la selva tropical seca y anotaciones sobre especies accidentales y en riesgo. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 89: 243-267.

Vides-Hernández, G., Velado, M., Pablo, J., Carmona, V. 2017. Patrones de riqueza y diversidad de aves en áreas verdes del centro urbano de San Salvador, El Salvador. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*. 2: 272-280.

Villaseñor-Gómez, L., Pineda, F. y Villaseñor, J. 2013. Diversidad de aves en la subcuenca del río Cupatitzio, Michoacán, México. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*. 14: 117-131.

Villaseñor-Gómez J. y E. Santana. 2003. El monitoreo de poblaciones: herramienta necesaria para la conservación de aves en México. In: Gómez de Silva H, Olivera de Ita A (eds). Conservación de Aves. Experiencias en México. In CIPAMEX. México DF. pp: 224-262.

Weller, M.W. 1999. Wetland birds: habitat resources and conservation implications. University Press, Cambridge, 265 p.

Zamora-Orozco, E., Carmona, R. y 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: 617-626.

Zárate-Ovando, B., Palacios, E. y Reyes-Bonilla, H. 2008. Estructura de la comunidad y asociación de las aves acuáticas con la heterogeneidad espacial del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical*. 56: 371-389.

Zogaris S., y A. Kallimanis. 2016. Coastal zone habitat-use by birds in Qatar: Insights from a rapid assessment method during spring migration. *Tropical Conservation Science* 9 (2): 658-676.

## ANEXO I

Fotografías de los hábitats analizados en este estudio A) Bocabarra B) Canal C) Laguna.



## ANEXO II

Fotografías de algunas especies registradas en el sistema lagunar La Joya-Buenavista. A) *Chordeiles acutipennis*, B) *Charadrius semipalmatus*, C) *Anhinga anhinga*, D) *Numenius phaeopus*, E) *Egretta tricolor*, F) *Dendrocygna autumnalis*, G) *Herpetotheres cachinnans*, H) *Butorides virescens*.





## ANEXO III

Fotografía del equipo de trabajo que hizo posible la realización de este proyecto, mencionándolos de izquierda a derecha; Ever, Ángel, Jesús, Michael, Emilio, Ghelen y Anabell.



Fotografía por: Omar Ovando.