

## Variación espacio temporal de las aves acuáticas de un sistema estuario de la costa de Chiapas, México

### Spatiotemporal variation of aquatic birds in a coastal estuarine system of Chiapas, Mexico

Edgar Tovar-Juárez<sup>1\*</sup> , Yaneth Estrada-Santos<sup>1</sup> , Hernán Cruz-Arévalo<sup>1</sup> , Jalsen Iván Teco-Bravo<sup>1</sup> , Rodolfo Torres de los Santos<sup>2</sup> , Andrea Espinoza-Toledo<sup>1</sup> , Pedro M. Negrete-Moreno<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Centro de Investigación de los Sistemas Costeros y Continentales, Universidad Autónoma de Chiapas, Puerto Madero, Tapachula, Chiapas, México

<sup>2</sup> Unidad Académica Multidisciplinaria Mante, Centro de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Mante, Tamaulipas, México

\* Autor de correspondencia: [edgar.tovar@unach.mx](mailto:edgar.tovar@unach.mx)

## Resumen

Las diferencias estructurales al interior de los humedales generan cambios en la comunidad de aves acuáticas estrechamente asociadas con ellos, permitiendo distinguir hábitats que garanticen la permanencia de las especies. Aquí, evaluamos variación espacio-temporal en la diversidad, abundancia, y proporción de gremios de la avifauna acuática, además de su relación con el ambiente en un estero en la costa de Chiapas. Establecimos un transecto de 250 m en cada uno de ocho sitios, donde realizamos censos visuales de las aves por lancha y medimos temperatura, salinidad y oxígeno disuelto del agua mensualmente de agosto de 2019 a junio de 2020. Registramos 6,970 individuos de 57 especies de aves en 4 gremios. Las especies más abundantes fueron el Pelicano Café (*Pelecanus occidentalis*) y el Pijije Alas Blancas (*Dendrocygna autumnalis*). Las especies piscívoras presentaron la mayor proporción de individuos, y los herbívoros se presentaron al interior del sistema durante estiaje. El área de estudio se vió influenciada espacial y temporalmente por la salinidad y por las especies de aves migratorias, lo que provocó que los sitios se zonificaron en cinco zonas en temporada de lluvias y cuatro en estiaje. La diversidad de aves en la zona próxima al mar se mantuvo similar todo el tiempo, pero en la zona más interna del sistema varió entre temporadas. La variación de la diversidad y de gremios mostraron zonas con distinto grado de vulnerabilidad ante los cambios ambientales, aspectos esenciales a tomar en cuenta para mejorar las estrategias de conservación en la región.

**Palabras clave:** Avifauna, diversidad, humedal, lagunas costeras, Reserva la Biosfera La Encrucijada, sitio RAMSAR, sureste mexicano.

## Abstract

Structural differences within wetlands generate changes in the community of waterbirds closely associated with them, allowing us to distinguish habitats that guarantee the permanence of species. Here, we evaluated spatial-temporal variation in the diversity, abundance, and proportion of aquatic bird guilds, as well as their relationship with the environment in an estuary on the coast of Chiapas. We established

## INFORMACIÓN SOBRE EL ARTÍCULO

### Recibido:

26 de septiembre de 2023

### Aceptado:

4 de agosto de 2025

### Editor Asociado:

Mateo Ruiz Bruce Taylor

### Contribución de cada uno de los autores:

ETJ: Diseño de idea original, escritura y trabajo en campo, analizó datos, gestionó y administro el financiamiento, y revisión del manuscrito. YES: Diseño de idea original, escritura y trabajo en campo, analizó datos, y revisión del manuscrito. HCA: escritura y trabajo en campo, y revisión del manuscrito. JITB: Diseño de idea original, escritura y trabajo en campo, analizó datos, y revisión del manuscrito. RTdS: escritura, analizó datos, y revisión del manuscrito. AET y PMNM: Escritura, y revisión del manuscrito.

### Cómo citar este documento:

Tovar-Juárez E, Estrada-Santos Y, Cruz-Arévalo H, Teco-Bravo JI, Torres de los Santos R, Espinoza-Toledo A, Negrete-Moreno PM. 2025. Variación espacio temporal de las aves acuáticas de un sistema estuario de la costa de Chiapas, México. Huitzil Revista Mexicana de Ornitología 26(2):e688. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2025.26.2.758>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento No Comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

a 250 m transect at each of eight sites, along which we conducted visual bird censuses by boat and measured water temperature, salinity, and dissolved oxygen monthly from August 2019 to June 2020. We recorded 6,970 individuals of 57 bird species in four guilds. The most abundant species were the Brown Pelican (*Pelecanus occidentalis*) and the White-winged Whistling Duck (*Dendrocygna autumnalis*). Fish-eating species accounted for the largest proportion of individuals, and herbivores were present within the system during low water levels. The study area was spatially and temporally influenced by salinity and migratory bird species, which led to sites being separated into five zones during the rainy season and four during low water. Bird diversity in the area near the sea remained similar throughout the year, but varied between seasons in the innermost part of the system. The variation in diversity and guilds showed areas with different degrees of vulnerability to environmental changes, which are essential aspects to consider to improve conservation strategies in the region.

**Key words:** avifauna, coastal lagoons, La Encrucijada Biosphere Reserve, Mexican southeast, RAMSAR site, wetland.

## Introducción

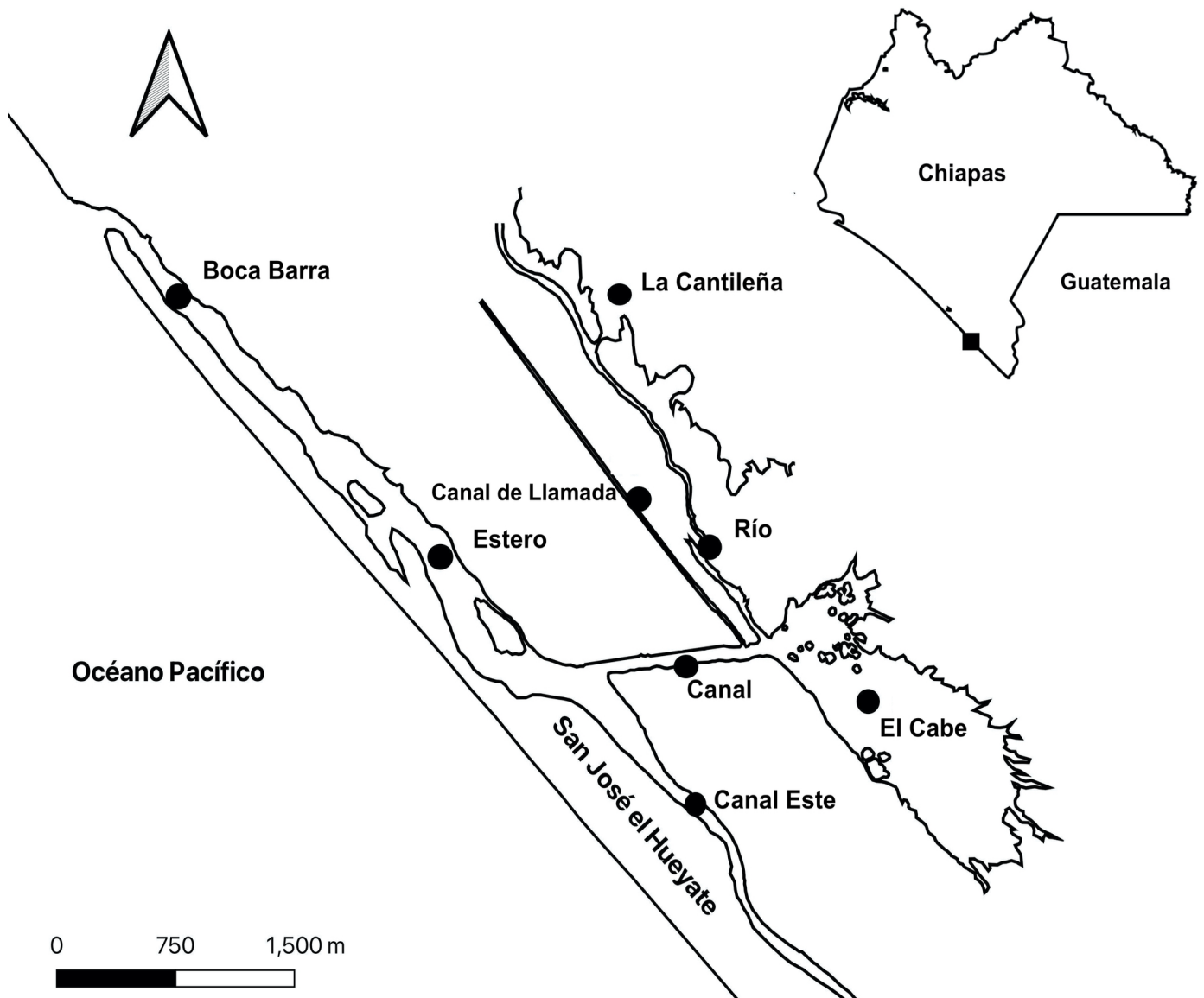
Los humedales costeros estuarinos son considerados ecosistemas ricos en flora y fauna y altamente productivos (Lamarté-Sablón et al. 2018). Uno de los grupos biológicos más conspicuos en estos sistemas son las aves acuáticas, las cuales dependen o hacen uso del medio acuático de manera permanente o temporal para cubrir todo o una determinada etapa de su ciclo de vida, además de tener adaptaciones particulares para vivir en los humedales (Hernández-Vázquez 2005, Mugica et al. 2006, Mera-Ortíz et al. 2016). Las aves acuáticas cumplen importantes funciones ecológicas en los humedales, y su estrecha relación con estos hace que su presencia y abundancia sean altamente sensibles a cambios ambientales. Los estudios de la estructura de la comunidad de aves acuáticas han permitido entender la dinámica de la comunidad, determinar hábitat de las especies, así como evaluar efectos de alteraciones ambientales inducidas artificialmente (Green y Figuerola 2003, Okes et al. 2008, González et al. 2011).

La distribución espacial y temporal de la comunidad de aves acuáticas en los humedales puede estar influenciada, en menor o mayor medida,

por factores como cambios en el nivel de marea, distribución del tipo de sustrato o vegetación, incidencia de depredadores, zonas de descanso, reproducción, nidificación y disponibilidad de alimento que permite su distribución por gremios (Carmona-Piña y Bernal 2015, Mera-Ortíz et al. 2016, Chacón de la Cruz et al. 2017, González et al. 2019). Entender cuáles son los principales factores que controlan la ausencia, presencia y abundancia de las especies a través del tiempo y en el paisaje, puede ser una herramienta que permita diseñar y establecer medidas eficaces para el manejo sostenible de los ecosistemas de humedales.

El estado de Chiapas, en el sur-sureste de México, cuenta con un litoral de 260 km y un sistema continuo de estuarios y lagunas costeras en donde se han reportado 106 especies de aves acuáticas (Berlanga et al. 2008, Mera-Ortiz et al. 2016). No obstante, la dinámica ecológica de este importante grupo aún dista de ser entendida. Se han realizado estudios que explican la variación en la comunidad de aves en algunos de los humedales de Chiapas. Entre estos, Acuna et al. (1994) determinaron que las variaciones en abundancia de las aves dentro del sistema de lagunas en el centro de la costa de Chiapas se debieron a la disponibilidad de alimento. Mera-Ortiz et al. (2016) comparó tres sitios con hábitat estructuralmente distintos dentro del paisaje de la laguna del Mar Muerto, determinando que la mayor riqueza y abundancia de individuos por especies se observó en el sitio de mayor complejidad estructural (mayor disponibilidad de nichos) y con menor grado de perturbación antrópica. Galicia-García et al. (2019) en el sistema lagunar La Joya-Buenavista, sugirieron que la riqueza y abundancia de especies entre distintos hábitats se debió a la disponibilidad de alimento.

El complejo de sistemas de humedales estuarinos lagunares en la costa del estado de Chiapas aparentemente es un paisaje continuo, sin embargo, las aves acuáticas usan el paisaje de manera distinta a distintas escalas (Li et al. 2021). Los sistemas de humedales son complejos y las variaciones en la comunidad de las especies de aves acuáticas pueden deberse a distintos factores. Determinar estas variaciones y los sitios en los que se presentan la mayor riqueza y abundancia permite identificar los hábitats que garanticen la permanencia de la diversidad y abundancia para la mayoría de las especies, así como para los que albergan especies de distribución y abundancia restringida (Masto et al. 2023).



**Figura 1.** Ubicación de los ocho sitios de muestreo en el sistema estuarino de San José el Hueyate en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, al extremo sur de la costa de Chiapas, México.

El sistema lagunar de San José el Hueyate es parte del extenso complejo de humedales de la Reserva de la Biosfera la Encrucijada, y en donde la composición de la comunidad de aves acuáticas, las especies que se encuentran en algún grado de vulnerabilidad y su variación en el tiempo y en el espacio no ha sido documentada. Por ello, el objetivo del presente estudio fue determinar la riqueza específica de especies y su categoría de conservación, además de la variación tiempo-espacial de la diversidad y abundancia de la avifauna acuática en distintos habitats en el sistema de humedales de San José el Hueyate, Chiapas, México. Con esta información esperamos contribuir al entendimiento de la dinámica de la comunidad de aves acuáticas, lo que permitirá dirigir acciones específicas de conservación en los ecosistemas costeros.

## Métodos

### Área de estudio

El estudio se realizó en el sistema lagunar del ejido San José el Hueyate ( $14^{\circ}56'10''$  y  $14^{\circ}54'25''$  N;  $92^{\circ}38'35''$  y  $92^{\circ}35'15''$  O), al sureste del estado de Chiapas en la costa del municipio de Mazatán, aproximadamente a 37.5 km al oeste de la ciudad de Tapachula, Chiapas. El área abarca un total de 2,180.72 ha que se dividen en 339.94 ha de espejo de agua, 717.79 ha de área indudables, 148.99 ha de zona marina y 974 ha de zona terrestre (INE 1999). El sistema lagunar de San José el Hueyate tiene una altura de 5 m sobre el nivel del mar y está influenciada directamente por dos importantes ríos de la región, Cuilco/Huehuetán y Huixtla, e indirectamente por los ríos Calentura y Hueyate.

El clima de la región es cálido subhúmedo, con dos temporadas climáticas bien definidas: estiaje entre los meses de diciembre a mayo, y lluvias entre los meses de junio a noviembre (García 1998). La temperatura promedio anual es de 22°C y la precipitación varía de 75 mm en la temporada de estiaje a 2,000 mm en la temporada de lluvias (INE 1999). La vegetación predominante es la selva baja perennifolia, compuesta por bosques de manglar, palmar, tular, popal y plantas hidrófitas, mientras el espejo de agua está rodeado principalmente por manglar (Gómez-González et al. 2012). Algunas de las actividades que se llevan a cabo en el ejido son la pesca ribereña, la agricultura, la ganadería y el turismo.

El sistema de humedales San José el Hueyate se encuentra dentro de la Reserva la Biosfera La Encrucijada, la cual se considera como una de las reservas de México que aún conserva hábitats para la aves acuáticas y extensas áreas de bosques de manglar (BirdLife International 2025). Es considerada también una Reserva del Hombre y la Biosfera por UNESCO (MAB Biosphere Reserve), y un Área de Importancia para la Conservación de las Aves a nivel nacional (AICA SE-22) e internacional (IBA MX168, BirdLife International 2025). Además, los humedales de la Reserva la Biosfera La Encrucijada se incluyen en la red de humedales de importancia internacional (RAMSAR 2025).

### Sitios de muestreo

Establecimos ocho sitios de muestreo tratando de representar todos los posibles tipos de hábitat del área (Figura 1). Dos sitios (Boca Barra y Estero) se ubicaron sobre el estero que desemboca al mar (Figura 1), con 60-80 m de ancho, fondo arenoso, y una profundidad variable (1 a 5 m) debido a que ha sido dragado. En la ribera norte presentan una vegetación ribereña de bosques de Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*) y Mangle Negro (*Avicennia germinans*) y dunas por el costado sur. Tres sitios se ubicaron en canales artificiales (Canal de Llamada, Canal y Canal Este; Figura 1). En ambas riberas presentan vegetación de *R. mangle*, *A. germinans*, Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*), Palma Real (*Sabal mexicana*), acahual, pastizal y parcelas agrícolas. Los sitios Canal y Canal Este presentan 60 m de ancho, profundidad de entre 1 a 5 m, y fondo lodoso. El sitio Canal presenta un acantilado de 4 m altura en su ribera éste. Por otro lado, el Canal de Llamada es estrecho de 10 m de ancho,

con profundidad variable de 0.50 a 2 m y sustrato de teiscal

El sexto sitio se ubicó en la laguna El Cabe (Figura 1), donde desemboca el río Huixtla y el río Huehuetán. La laguna tiene un área de 118 ha de espejo de agua y una profundidad de entre 0.50 a 1.20 m (dependiendo la temporada del año), con sustrato fangoso. Este cuerpo de agua se caracteriza por tener una vegetación de plantas hidrófitas como la Flor de Agua (*Nymphaea ampla*), la Lechuguilla de Agua (*Pistia stratiotes*), la Lenteja de Agua (*Salvinia minima*) y el Jacinto de Agua (*Eichhornia crassipes*), que cubren la mayor parte del espejo de agua en temporada de lluvias. La ribera de esta laguna presenta *R. mangle* en sus bordes. El séptimo sitio fue el Río ubicado sobre el cauce del río Huixtla (Figura 1), que presenta una profundidad variable de hasta 4 m y sustrato lodoso arenoso. La vegetación ribereña se compone de *R. mangle*, *A. germinans*, *L. racemosa*, Popal (*Thalia geniculata*), Tular (*Typha domingensis*), plantas hidrófitas (*N. ampla*, *P. stratiotes* y *E. crassipes*) y vegetación secundaria. El octavo sitio, la Cantileña, se ubicó en un humedal de aproximadamente 80 ha, influenciado por el río Huixtla e inundado la mayor parte del año, con <1 m de profundidad y sustrato fangoso. Este sitio es el remanente de una laguna de gran extensión, la cual desapareció, y que ahora presenta vegetación constituida principalmente por *T. domingensis*, y en su ribera *L. racemosa*.

En cada sitio ubicamos un transecto de 250 m de largo y de ancho variable dependiendo del sitio de muestreo (Tasker et al. 1984), en donde realizamos censos sobre riqueza y abundancia de las especies de aves acuáticas. Adicionalmente, tomamos datos de variables físicas y químicas del agua al principio, a la mitad y al final de cada transecto con ayuda de una sonda multiparamétrica. La recolección de datos la realizamos de manera mensual, de agosto del 2019 a junio de 2020 (exceptuando los meses de marzo y mayo 2020 debido a complicaciones ocasionadas por la pandemia SARS-Cov-2).

### Censos de aves acuáticas y variables físico-químicas del agua

Realizamos censos de las aves durante las primeras 5 horas después del amanecer. Las observaciones las realizamos a bordo de una lancha de 4 m de eslora con motor fuera de borda de 15 hp, a una velocidad constante de tal manera que en cada transecto el tiempo de observación fue de 15

min. Observamos y contamos todas las especies de aves acuáticas que estuvieran presentes o pasaran volando sobre los transectos.

La identificación de las especies la realizamos en campo con las guías de Kaufman (2005), Alsop (2006), Dunn y Alderfer (2017), Germain y Ruiz Bruce Taylor (2018), apoyado con el acervo en línea de Birds of the World (<https://birdsoftheworld.org>). Solo cuando la identificación y conteo de individuos en campo se dificultó, fotografiamos a los individuos con una cámara Canon Rebel SL2 y un supertelefoto Sigma 150-500 mm y posteriormente confirmamos su identificación con las guías de aves y la aplicación de Merlin Bird ID Cornell Lab.

Para la integración del listado taxonómico de las especies de aves acuáticas empleamos el sistema de clasificación y nomenclatura propuesta por Chesser et al. (2020), y para la categoría de residencia nos basamos en Berlanga et al. (2020). El grado de vulnerabilidad de cada especie lo asignamos de acuerdo con la categorización definida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059 (SEMARNAT 2010) y la lista roja de especies amenazadas a nivel internacional (IUCN 2022). Clasificamos de acuerdo a su dieta (gremio) a las especies que fueron frecuentes y abundantes en el sistema, y determinamos los recursos clave basándonos en la clasificación propuesta por Ruiz Bruce Taylor et al. (2017).

En cada transecto (cada 80 m aproximadamente) registramos por triplicado datos de variables físicas y químicas del agua como salinidad, oxígeno disuelto y temperatura mediante una sonda multiparamétrica HANNA HI9829. Estas variables si bien no afectan de manera directa a las aves, si pueden afectar las condiciones ambientales de su alimento, lo que consecuentemente puede afectar la presencia, abundancia o ausencia de las aves.

### Análisis de datos

Presentamos datos del número de especies y abundancia total de la comunidad de aves para todo el sistema, así como por cada sitio y mes de muestreo. Para determinar el mes y sitio con mayor diversidad, calculamos el índice de diversidad de Shannon-Wiener y la riqueza de especies para cada sitio-mes, considerando el sitio más diverso el que presentará mayor índice de diversidad y riqueza.

Para determinar la variación temporal de la comunidad de aves acuáticas en el sistema,

analizamos el conjunto de datos de especies y abundancias mediante un Análisis No Métrico Multidimensional (NMDS, por sus siglas en inglés). Posterior a ello, y para determinar la distribución espacial de las especies, analizamos de la misma manera los dos subconjuntos de datos que arrojó este primer análisis (los cuales correspondieron a cada temporada climática, lluvias y estiaje). Como resultado, los datos de los distintos sitios se agruparon y se pudieron diferenciar lo que denominamos como zonas, 5 para la temporada de lluvias y 4 para la temporada de estiaje. La validez de las zonas en cada temporada fue corroborada mediante un Análisis de Varianza Multiparamétrico basado en Permutaciones (PERMANOVA) con un nivel de significancia de alfa = 0.05 (Anderson 2001). Se realizaron pruebas de diferencias entre medias utilizando la corrección de los valores de P de Bonferroni. Estimamos la proporción de individuos de cada gremio en cada zona del sistema como indicador de posibles cambios en la disponibilidad de los recursos que componen la dieta y que influye en la presencia o ausencia de las distintas especies de aves entre temporadas y zonas (Ruiz Bruce Taylor et al. 2017).

Analizamos en conjunto los datos de abundancias de las especies y de las variables físicas y químicas del agua (salinidad, oxígeno disuelto y temperatura) mediante un Análisis de Correspondencia Canónica para determinar la asociación de las especies de aves con algún sitio o mes en el sistema. Los análisis estadísticos los realizamos mediante en software PAST versión 4.14 (Hammer et al. 2001).

## Resultados

### Composición del ensamble de especies de aves acuáticas

Obtuvimos un total de 6,970 registros visuales de aves acuáticas, correspondiente a 57 especies, pertenecientes a 47 géneros y 22 familias (Tabla 1). Las familias con mayor número de especies fueron Ardeidae (11 especies), Scolopacidae (7 especies) y Laridae (5 especies), el resto tuvieron menos de cinco especies (Tabla 1). La mayor riqueza de especies en todo el sistema se registró en enero con 39 especies y fue decreciendo a un mínimo de 20 especies en junio. La diversidad de Shannon-Wiener para todo el sistema lagunar fue de  $H = 2.6$ .

Los sitios y el mes en donde se presentó la mayor riqueza y diversidad fueron El Cabe (24 especies,  $H = 2.26$ ), el Río (18 especies,  $H = 2.42$ ), y

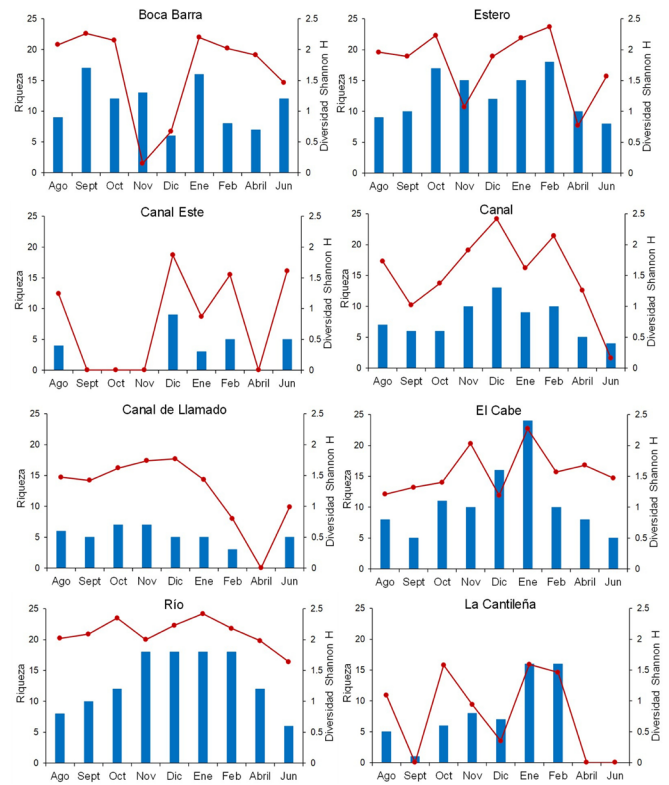
Tabla 1. Número de individuos de las especies de aves acuáticas registradas durante el periodo agosto-diciembre del 2019 y enero, febrero, abril, junio del 2020 en ocho sitios del sistema lagunar de San José el Hueyate Mazatán, Chiapas, México y su estado de conservación de acuerdo a la NOM-059 (Pr = protección especial, P = en peligro de extinción) y categoría de riesgo por la UICN-CITES (NT = casi amenazada, LC = preocupación menor). Categoría de residencia: R = residente, MI = migratoria en invierno, MV = migratoria en verano, T = transitoria, A = accidental). \* Poblaciones en decremento a nivel internacional de acuerdo con la UICN.

Orden/Familia/especie	Boca barra	Estero	Canal este	Canal	Canal lla-mada	El Cabe	Río	La Can-tileña	NOM-059	UICN	Residencia
ANSERIFORMES											
ANATIDA											
<i>Anas acuta</i>	0	0	0	0	0	1	0	0		LC	MI
<i>Cairina moschata</i>	0	0	0	0	0	1	0	3	P	LC*	R
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	0	6	0	0	0	704	0	39		LC	R
<i>Spatula discors</i>	0	0	0	0	0	109	0	50		LC	MI
PODICIPEDIFORMES											
PODICIPEDIDAE											
<i>Podilymbus podiceps</i>	0	0	0	0	0	0	1	0		LC	R, MI
<i>Tachybaptus dominicus</i>	0	0	0	0	0	0	13	0	PR	LC	R
CICONIIFORMES											
CICONIIDAE											
<i>Mycteria americana</i>	1	4	0	4	0	96	6	6	PR	LC*	MI, R
SULIFORMES											
FREGATIDAE											
<i>Fregata magnificens</i>	28	9	1	18	0	19	0	0		LC*	R
PHALACROCORACIDAE											
<i>Nannopterum brasilianum</i>	16	109	15	89	40	266	119	49		LC	R
ANHINGIDAE											
<i>Anhinga anhinga</i>	1	2	4	0	0	9	4	0		LC*	R
PELECANIFORMES											
PELECANIDAE											
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	0	0	0	0	0	2	0	0		LC	MI
<i>Pelecanus occidentalis</i>	1410	328	0	0	0	0	0	0		LC	R, MI

Orden/Familia/especie	Boca barra	Estero	Canal este	Canal	Canal llamada	El Cabe	Río	La Can-tilleña	NOM-059	UICN	Residencia
<b>ARDEIDAE</b>											
<i>Ardea alba</i>	27	64	1	43	21	87	40	232		LC	MI, R
<i>Ardea herodias</i>	10	26	0	10	3	17	11	1		LC	MI, R
<i>Cochlearius cochlearius</i>	0	0	0	0	0	0	1	0		LC*	R
<i>Egretta caerulea</i>	42	40	0	11	6	33	24	41		LC*	MI, R
<i>Egretta rufescens</i>	2	3	0	0	0	0	0	0	PR	NT*	MI, R
<i>Egretta tricolor</i>	10	7	0	1	0	5	5	2		LC	MI, R
<i>Egretta thula</i>	27	8	0	13	2	27	48	185		LC	MI, R
<i>Nyctanassa violacea</i>	5	18	0	0	1	4	12	7		LC	R, MI
<i>Nycticorax nycticorax</i>	7	5	0	0	0	3	5	0		LC*	R, MI
<i>Butorides virescens</i>	9	21	5	6	15	5	22	7		LC*	R, MI
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	0	1	0	0	0	0	4	1	PR	LC*	R
<b>THRESKIORNITHIDAE</b>											
<i>Eudocimus albus</i>	1	11	0	12	1	51	13	23		LC	R, MI
<i>Platalea ajaja</i>	0	0	0	0	0	30	1	16		LC	MI, R
<b>ACCIPITRIFORMES</b>											
<b>PANDIONIDAE</b>											
<i>Pandion haliaetus</i>	1	5	2	0	0	0	1	0		LC	MI, R
<b>ACCIPITRIDAE</b>											
<i>Busarellus nigricollis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	PR	LC*	R
<i>Buteo albonotatus</i>	3	1	2	2	0	1	3	1	PR	LC	MI, MV, R
<i>Buteogallus anthracinus</i>	0	1	0	2	0	0	0	0	PR	LC*	R, MV
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	0	0	0	0	0	0	4	7	PR	LC	R
<b>GRUIFORMES</b>											
<b>RALLIDAE</b>											
<i>Fulica americana</i>	0	0	0	0	0	188	0	0		LC*	R MI
<i>Gallinula galeata</i>	0	0	0	0	0	0	3	20		LC	R, MI
<i>Porphyrio martinicus</i>	0	0	0	0	0	0	5	0		LC*	R, MI
<i>Armides albiventris</i>	0	0	0	0	0	0	1	0		LC	R

Orden/Familia/especie	Boca barra	Estero	Canal este	Canal	Canal llamada	El Cabe	Río	La Can- tileña	NOM-059	UICN	Residencia
HELJORNITHIDAE											
<i>Heliornis fulica</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	PR	LC*	R
ARAMIDAE											
<i>Aramus guarana</i>	0	0	0	0	0	10	0	1	A	LC	R
CHARADRIIFORMES											
RECURVIROSTRIDAE											
<i>Himantopus mexicanus</i>	0	17	0	0	0	25	7	27		LC	R, MI
CHARADRIIDAE											
<i>Charadrius semipalmatus</i>	10	0	0	0	0	0	0	0		LC	MI
<i>Charadrius wilsonia</i>	8	0	0	0	0	0	0	0		LC*	R, MI
JACANIDAE											
<i>Jacana spinosa</i>	0	0	0	0	0	64	53	43		LC	R
SCOLOPACIDAE											
<i>Actitis macularius</i>	26	15	2	11	2	0	8	3		LC*	MI
<i>Calidris alba</i>	19	0	0	0	0	0	0	0		LC	MI
<i>Calidris minuta</i>	2	1	0	0	0	2	0	0		LC	A
<i>Limnodromus scolopaceus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0		LC	MI
<i>Numenius phaeopus</i>	5	1	0	3	0	1	3	0		LC*	MI
<i>Tringa flavipes</i>	4	0	0	0	0	8	0	0		LC*	MI
<i>Tringa semipalmata</i>	10	3	0	0	0	8	1	0		LC	MI
LARIDAE											
<i>Chlidonias niger</i>	0	13	0	3	0	0	0	0		LC*	T, MI
<i>Hydroprogne caspia</i>	0	0	0	0	0	0	0	2		LC	MI, R
<i>Leucophaeus atricilla</i>	2	9	0	0	0	9	0	0		LC	MI, R
<i>Thalasseus maximus</i>	20	148	0	1	0	0	0	0		LC	MI, R
CORACIIFORMES											
ALCEDINIDAE											
<i>Chloroceryle aenea</i>	1	0	0	2	0	0	1	0		LC*	R
<i>Chloroceryle americana</i>	5	0	0	8	1	0	2	0		LC*	R

Orden/Familia/especie	Boca barra	Estero	Canal este	Canal	Canal llamada	El Cabe	Río	La Cantileña	NOM-059	UICN	Residencia
<i>Megaceryle alcyon</i>	2	3	2	2	3	1	1	1		LC	MI
<i>Megaceryle torquata</i>	4	5	6	238	34	2	17	0		LC	R
FALCONIFORMES											
FALCONIDAE											
<i>Falco rufifigularis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0		LC*	R
PASSERIFORMES											
HIRUNDINIDAE											
<i>Tachycineta albilinea</i>	0	6	2	1	0	0	0	0		LC*	R



**Figura 2.** Riqueza de especies (columnas) y diversidad de Shannon-Wiener (líneas) de aves acuáticas por mes desde agosto 2019 a junio 2020.

La Cantileña (16 especies,  $H = 1.58$ ) durante el mes de enero (Figura 2). No se observaron individuos en el Canal Este durante los meses de septiembre a noviembre y abril, en el Canal de Llamada en abril y en La Cantileña en abril y junio.

Del total de las especies identificadas, 11 especies (19% del total) se encuentran bajo alguna categoría de protección a nivel nacional en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla 1). El Pato Real (*Cairina moschata*) fue la única especie considerada en Peligro de Extinción y el Carrao (*Aramus guarauna*) se encuentra bajo la categoría de Amenazada, las nueve restantes se encuentran bajo Protección Especial (Tabla 1). A nivel internacional, sólo la Garza Rojiza (*Egretta rufescens*) está considerada como casi amenazada (NT; IUCN 2022). No obstante, de acuerdo con la IUCN (2022) a nivel mundial, para 25 especies (44% del total) con categoría de preocupación menor (LC; Tabla 1) sus poblaciones están disminuyendo (IUCN 2022).

De acuerdo al estatus de residencia de las especies, el 32% del total (18 especies) son consideradas residentes estrictas, mientras que el 68% restante (39 especies) son consideradas migratorias (Tabla 1). De estas últimas, 11 especies (19%) son estrictamente migratorias en invierno y

28 especies (49% del total) pueden mantenerse en la zona o migrar en invierno (Tabla 1).

La mayor abundancia en el sistema se registró en noviembre con 1,806 individuos y decreció a junio con 265 individuos. Los sitios con mayor abundancia de aves fueron la Boca Barra con 1,293 individuos durante el mes de noviembre, El Cabe con 893 individuos en diciembre, y La Cantileña en enero y febrero con 752 y 408 individuos respectivamente. Las especies más abundantes fueron el Pelicano Café (*Pelecanus occidentalis*) con 1,738 registros (25% del total de las aves), el Pijije Alas Blancas (*Dendrocygna autumnalis*) con 1,449 registros (21% del total), y el Cormorán Neotropical (*Nannopterum brasilianum*) con 703 individuos (10% del total). Estas tres especies en su conjunto representaron el 56% de la abundancia total en el sistema.

Clasificamos 27 especies (que correspondieron al 96% de la abundancia total) en 4 gremios que utilizan 7 recursos clave: herbívoros que utilizan el recurso de plantas acuáticas; insectívoros utilizando recursos de invertebrados nadadores e invertebrados de línea de costa; generalistas con recursos de invertebrados nadadores, peces, y cangrejos; y piscívoros que utilizan recursos de peces de aguas someras y de aguas profundas (Tabla 2). Durante todo el periodo de muestreo, la proporción de individuos de especies piscívoras en todo el sistema fue mayor. Para los meses que corresponden a la temporada de lluvias la proporción de individuos piscívoros de aguas profundas fue mayor que los de aguas someras (Tabla 2). Durante la temporada

de estiaje, las proporciones de los individuos de los distintos gremios en la mayor parte de los sitios se mantuvieron similares a los observados durante temporada de lluvias, salvo en los sitios El Cabe y la Cantileña en donde observamos una mayor proporción de individuos de especies herbívoras (Tabla 2).

### Variación espacio-temporal

Del total de especies, sólo *N. brasilianum*, la Garza Blanca (*Ardea alba*), la Garza Morena (*Ardea herodias*) y la Garza Azul (*Egretta caerulea*) fueron observadas en todos los sitios y en todos los meses. *P. occidentalis* se observó en la Boca Barra y el Estero durante prácticamente todos los meses, exceptuando septiembre cuando no se registró ningún individuo. La Gallareta Americana (*Fulica americana*) sólo la observamos en los meses de diciembre y enero, mientras que la Cerceta Alas Azules (*Spatula discors*) la observamos en El Cabe durante los meses de enero, febrero y abril. La Espátula Rosada (*Platalea ajaja*) también se observó en El Cabe en los meses de diciembre y enero. El Pájaro Cantil (*Heliornis fulica*) y el Zambullidor Menor (*Tachybaptus dominicus*) solamente las observamos en el Río en los meses de noviembre, diciembre y enero. Solo seis especies las registramos en una o dos ocasiones durante todo el periodo de muestreo: la Aguililla Canela (*Busarellus nigricollis*), la Garza Cucharón (*Cochlearius cochlearius*), el Pato Golondrino (*Anas acuta*), el Costurero Pico Largo (*Limnodromus scolopaceus*) y el Zambullidor Pico Grueso (*Podilymbus podiceps*).

**Tabla 2.** Proporciones de individuos de cada gremio con respecto a la abundancia total de las aves acuáticas de cada zona (Z) y temporada del sistema lagunar de San José el Hueyate, Chiapas, México. Los recursos clave fueron tomados de Ruiz Bruce et al. (2017).

Gremio/ Recurso clave	Estiaje				Lluvias				
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Herbívoro / Plantas acuáticas	-	-	0.01	0.65	-	-	-	-	0.20
Insectívoro / Invertebrados nadadores	0.03	-	0.20	0.04	0.01	-	-	0.02	0.13
Insectívoro / Invertebrados de línea de costa	0.08	0.10	0.02	-	0.01	-	0.01	0.01	-
Generalista / Invertebrados nadadores y peces	0.02	0.03	0.04	0.05	0.00	-	0.03	0.01	-
Generalista / Cangrejos	0.06	0.06	0.06	0.02	0.04	-	0.01	0.11	0.04
Piscívoro / Peces de aguas someras	0.11	0.27	0.35	0.21	0.09	0.25	0.16	0.30	0.21
Piscívoro / Peces de aguas profundas	0.70	0.55	0.32	0.03	0.85	0.75	0.79	0.52	0.42

El análisis general NMDS del conjunto de datos de especies y sus abundancias mostró dos agrupaciones por temporadas de lluvias y estiaje (Figura 3). El primer grupo incluyó los meses de junio a noviembre correspondiente a las lluvias, y el segundo grupo los meses de diciembre a abril (temporada de estiaje). El análisis PERMANOVA de las agrupaciones confirmaron la significancia de estas ( $F = 2.91$ ,  $P = 0.01$ ). El análisis del grupo de datos correspondiente a la temporada de lluvia arrojó 5 subgrupos (Figura 3A; estrés = 0.02) o zonas de distribución de las especies de aves. La zona 1 incluyó los sitios Boca Barra y Estero; la zona 2, el Canal Este; la zona 3, el Canal; la zona 4, el Canal de Llamada y el Río; y la zona 5, los sitios El Cabe y La Cantileña (Figura 3A). El análisis de PERMANOVA mostró diferencias significativas entre zonas para la temporada de lluvias ( $F = 2.71$ ,  $gl\ 4$ ,  $P < 0.01$ ). El análisis de diferencia entre medias mostró que la zona 1 que comprende los sitios más cercanos al mar, y la zona 5 que comprende los sitios más internos del sistema, se diferenciaron uno con el otro y de todas las otras zonas ( $P < 0.01$ ).

El análisis NMDS del segundo grupo correspondiente a la temporada de estiaje agrupó los sitios en 4 zonas (estrés 0.09; Figura 3B). La zona 1 incluyó los sitios Boca Barra y Estero; zona 2, el Canal Este, Canal y Canal de Llamada; la zona 3, el Río, y la zona 4 los sitios El Cabe y La Cantileña (Figura 3B). El análisis PERMANOVA reveló diferencias en la composición entre todas las zonas evaluadas ( $F = 3.97$ ,  $gl\ 3$ ,  $P < 0.01$ ).

### Análisis de las variables fisicoquímicas del agua

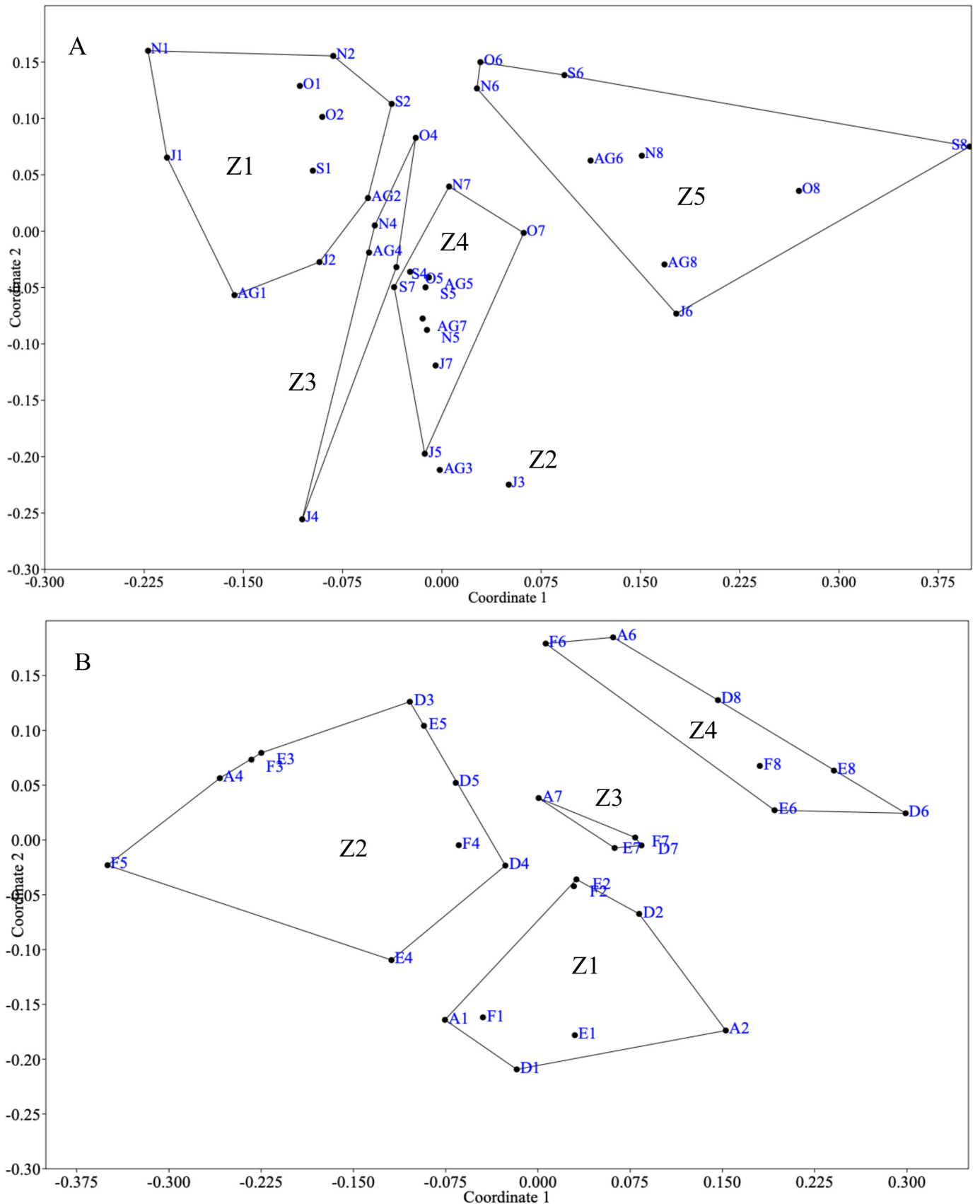
Respecto a las variables físicas y químicas del agua en el sistema lagunar, la temperatura del agua varió de 26.5°C registrada en el Río en el mes de diciembre, a los 33.3°C en el Canal de Llamada en enero. El oxígeno disuelto mostró una variación alta con el valor más bajo de 0.25 mg/l registrado en el Estero, y el más alto de 10.20 mg/l en El Cabe, ambos valores durante el mes de abril. La salinidad del agua presentó valores bajos durante los meses de junio a noviembre (correspondiente a la temporada de lluvias) presentando los valores más bajos (0.05 PSU) en el Río y La Cantileña durante el mes de junio. Durante los meses de enero a abril (correspondiente a la temporada de estiaje) se observaron valores por arriba de los 10 PSU alcanzando el valor más alto (32.65 PSU) en la Boca Barra durante el mes de abril. Durante la temporada de estiaje en los sitios El

Cabe, el Río y La Cantileña la salinidad fue mayor a 10 PSU. Cabe señalar que durante toda la campaña de muestreo en los sitios Boca Barra y Estero, los valores de salinidad siempre fueron los más altos de cada mes de muestreo. De manera general, durante la temporada de lluvias la mayor parte del sistema presentó condiciones dulceacuícolas, exceptuando el sitio Boca Barra que presentó condiciones salobres. Durante la temporada de estiaje, los valores en salinidad aumentaron en todo el sistema alcanzando valores de agua salobre incluso en los humedales más internos del sistema, los sitios El Cabe y la Cantileña.

El análisis de correspondencia canónica mostró un 88.04% de variación explicada en los primeros dos ejes (primer eje 64.37%,  $P = 0.02$ ; segundo eje 23.67%,  $P < 0.02$ ). La salinidad tuvo la mayor influencia en la ordenación de los datos (Figura 4). El diagrama de ordenación mostró tres agrupaciones de datos (Figura 4). La primera agrupación ordenó los sitios correspondientes a la Z1 (Boca Barra y Estero) de ambas temporadas; a esta zona se asociaron especies como la Garza Tricolor (*Egretta tricolor*), *P. occidentalis*, el Playerito Alzacolita (*Actitis macularis*), la Fragata Tijereta (*Fregata magnificens*), *E. caerulea* y *A. herodias* (Figura 4). La segunda agrupación ordenó los sitios correspondientes a las zonas 4 y 5 (sitios El Cabe y la Cantileña) y a donde se asociaron especies como la Jacana Norteña (*Jacana spinosa*), *H. mexicanus*, *F. americana*, la Cigüeña Americana (*Mycteria americana*), *P. ajaja*, el Ibis Blanco (*Eudocimus albus*) y *D. autumnalis* (Figura 4). La tercera agrupación ordenó los sitios correspondientes a los distintos canales (Canal Este, Canal, Canal de llamada y Río) de las zonas 2, 3 y 4 de la temporada de lluvias y de las zonas 2 y 3 de la temporada de estiaje, especies como el Martín Pescador de Collar (*Megaceryle torquata*), *N. brasiliensis*, *A. alba*, la Garcita Verde (*Butoroides viridiscens*) y la Garza Nocturna Corona Clara (*Nyctanassa violacea*) se asociaron a esta ordenación (Figura 4).

### Discusión

La riqueza de 57 especies de aves acuáticas que observamos en el sistema estuarino de San José el Hueyate corresponde al 20% de las especies para México (Berlanga et al. 2020), y al 53% de las especies reportadas para la costa del estado de Chiapas (Berlanga et al. 2008). Todas estas especies ya han sido reportadas para la reserva La Encrucijada (Navarro-Sigüenza et al. 2014,



**Figura 3.** Diagramas de ordenación del análisis No Métrico Multidimensional (NMDS) de los datos de abundancia por especie donde se muestran las zonas de distribución de las especies (Z) en cada temporada climática. A: diagrama correspondiente a los meses de junio a noviembre (temporada de lluvias, stress = 0.02) J = junio, AG = agosto, S = septiembre, O = octubre, N = noviembre. B: diagrama correspondiente a los meses de diciembre a abril (temporada de estiaje, stress = 0.09), D = diciembre, E = enero, F = febrero, A = abril. Los números corresponden a los sitios de muestreo: 1 = Boca Barra, 2 = Estero, 3 = Canal Este, 4 = Canal, 5 = Canal Llamada, 6 = El Cabe, 7 = Río, 8 = La Cantileña.

Mera-Ortiz et al. 2016). Nosotros registramos un mayor número de especies que las 39 a 48 especies registradas en otros estudios realizados en los sistemas lagunares estuarinos de la costa de Chiapas (Acuna et al. 1994, Gerardo-Tercero et al. 2010, Mera-Ortiz et al. 2016). Esto puede deberse a que en nuestro estudio incorporamos una mayor frecuencia de observaciones a través de un ciclo anual completo e incluimos distintas zonas de los sistemas acuáticos en los muestreos. En este sentido se puede decir que el sistema estuarino de San José el Hueyate mantiene una diversidad alta de aves acuáticas y que la diversidad reportada para otros sistemas similares de la región probablemente ha sido subestimada.

Aunque solo registramos tres especies que se consideran amenazadas o en peligro a nivel nacional o internacional, 25 especies (48% del total) que observamos en el sistema presentan poblaciones que están en declive a nivel mundial (IUCN 2022). Esto incluye especies como *B. virescens*, *E. caerulea* y *F. americana* que en la zona de estudio fueron conspicuas (en conjunto representaron el 15% de la abundancia de aves en el sistema). En total 36 de las 57 especies observadas (63%) se encuentran en alguna categoría de riesgo o sus poblaciones se están reduciendo, lo que hace que el sistema estuarino de San José el Hueyate sea de importancia para la conservación de las aves acuáticas.

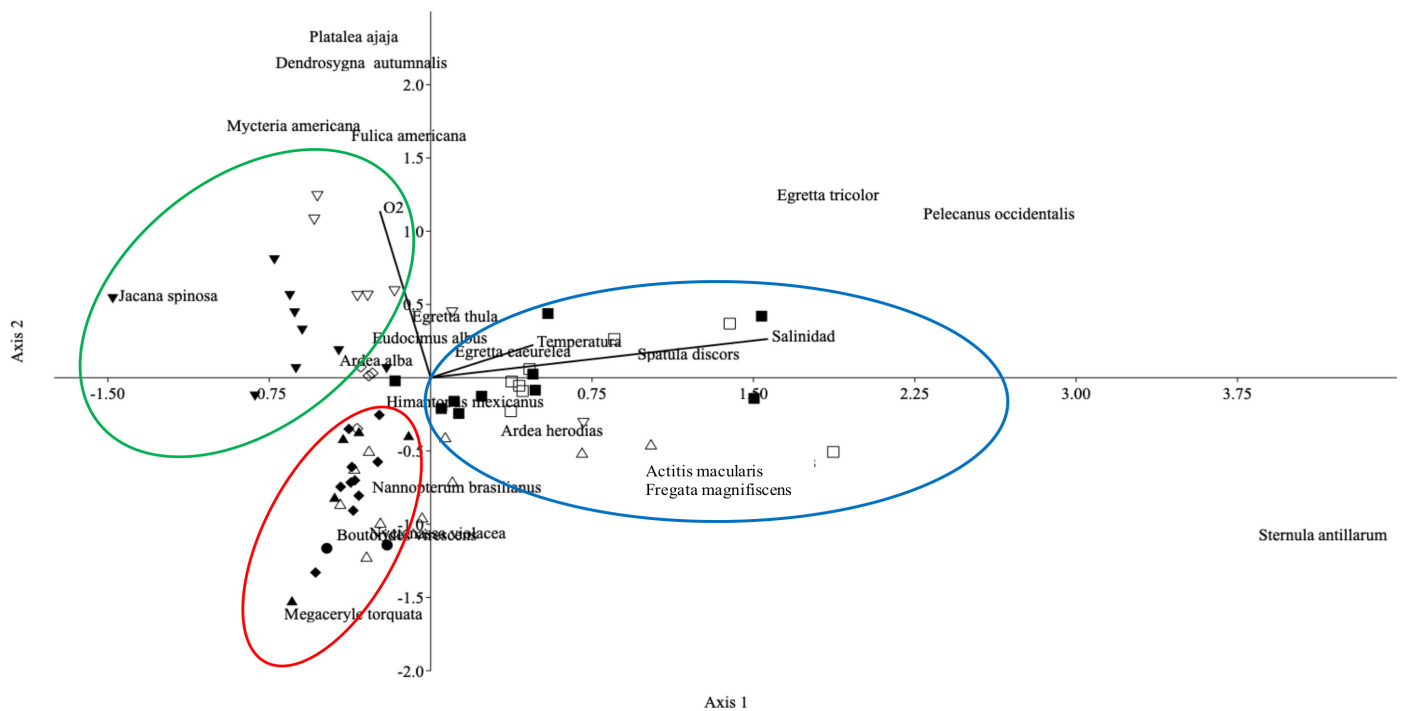
Adicionalmente, el 68% de las especies observadas y el 60% de la abundancia total de aves acuáticas fueron especies migratorias, y las observamos durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, tiempo en el que las especies migratorias llegan. Esto es similar a lo reportado para otros sistemas acuáticos (Acuna et al. 1994, González et al. 2011, Fonseca et al. 2012). La abundancia de especies migratorias en el sistema estuarino de San José el Hueyate es notable, y su presencia muestra que el sistema es un área importante de descanso o de alimentación para estas especies migratorias.

### Variación espacial

Los análisis de ordenación con base en los censos de las aves acuáticas, agruparon los sitios de muestreo en distintas zonas, que se diferenciaron dentro del sistema de San José el Hueyate. Estas zonas comprendieron principalmente el área de la desembocadura del estero al mar, los canales, y los

humedales más internos del sistema. La zona de desembocadura, que comprendió los sitios Boca Barra y Estero estuvo caracterizada por la presencia de *P. occidentalis*, que se observó prácticamente durante todo el año. La presencia de esta especie en esta zona se debe a que utiliza esta área como zona de descanso y alimentación mientras migra a otras localidades de la región. Su mayor abundancia en los meses de octubre, noviembre y diciembre puede indicar la disponibilidad de alimento en la localidad, probablemente en el mar (ya que no se observaron alimentándose), lo cual tendría que ser corroborado. Al igual que en nuestro estudio, *P. occidentalis* fue la especie más abundante en el sistema La Joya-Buena Vista, pero en San José el Hueyate esta especie se encontró en los sitios más próximos al mar, mientras que en La Joya-Buena Vista se observaron en el sitio más al interior del sistema y con considerablemente menor abundancia (Galicia-García et al. 2019). Al contrario, en el sistema del Mar Muerto solo se observaron 10 individuos de *P. occidentalis* (Mera-Ortiz et al. 2016), lo que demuestra que las especies hacen uso distinto de los hábitats en sistemas aparentemente similares (Li et al. 2021). La segunda especie más abundante en los sitios de desembocadura del estero fue el Charrán Real (*Thalasseus maximus*), similar a lo observado en La Joya-Buena Vista donde la especie presentó mayor abundancia en el sitio de desembocadura y durante la temporada seca (Galicia-García et al. 2019). La presencia de *T. maximus* en sitios de desembocadura cercanas al mar puede indicar su preferencia por áreas abiertas sin vegetación y que utiliza el sistema como área de alimentación y descanso, pero no anidación debido a que es migratoria.

La zona de los canales fue caracterizada por especies de aves piscívoras y generalistas. En particular en el sitio Canal, durante la temporada de lluvias, la especie más abundante fue *M. torquata*. Esta especie anida durante los meses de septiembre a octubre (Naiff et al. 2011) y podría estar utilizando el acantilado en la ribera este del canal para construir, o emplear huecos ya existentes, para anidar. Aunado a ello, observamos a los individuos de esta especie alimentarse de peces de las familias Cichlidae y Poeciliidae. La presencia de estos peces dulceacuícolas en el sitio puede deberse a que son comunes en estos sistemas (Gómez-González et al. 2012), y en ese momento los niveles de salinidad en el sitio fueron bajos, pero



**Figura 4.** Diagrama de ordenación del Análisis de Correspondencias Canónicas entre las variables físicas y químicas del agua y las abundancias por especie de aves acuáticas del sistema San José el Hueyate, Chiapas, México. Símbolos abiertos temporada de estiaje, símbolos negros temporada de lluvias. Se demuestran las especies de acuerdo a su presencia y abundancia en los distintos sitios o zonas. Los vectores demuestran la magnitud de la influencia de las variables ambientales. La elipse azul encierra los sitios Boca Barra y Estero que en ambas temporadas conformaron la zona 1 y en los cuales se observaron los mayores valores de salinidad en el agua. La elipse verde comprende los sitios El Cabe y la Cantileña que conformaron la zona 5 de la temporada de lluvias y zona 4 del estiaje. La elipse roja encierra los sitios de los canales (Canal, Canal Este, Canal de Llamada y Río) que conformaron las zonas 2, 3 y 4 en lluvias y las zonas 2 y 3 en estiaje.

esto debe ser estudiado a mayor detalle. Durante la temporada de estiaje, los sitios Canal Este, Canal y Canal de Llamada se caracterizaron por la presencia de especies piscívora de aguas profundas, aunque en baja abundancia, como *N. brasilianum* y *E. caerulea*. Esta última es una especie generalista que se alimenta principalmente de crustáceos. Sus bajas abundancias en estos sitios pueden deberse a que el recurso del cual se alimentan es escaso. Sin embargo, ambas especies mostraron amplia distribución en el sistema, ya que estuvieron presentes en todos los sitios.

En la zona de humedales más internos del sistema, los sitios El Cabe y La Cantileña se caracterizaron por presentar especies herbívoras. Ambos sitios, comprenden un cuerpo de agua abierto (laguna), somero, con fuerte influencia de agua continental de los ríos y con presencia de vegetación acuática. Esto permitió que especies de aves herbívoras, como *F. americana*, *D. autumnalis* y *S. discors*, que se alimentan de dicha vegetación (Lodge et al. 1998, Van Donk y Otte, 1996, Colón-Quezada et al.

2007, Colón-Quezada 2009), estuvieron presentes e incrementaron su abundancia.

### Variación temporal

Registramos variación temporal en la riqueza y diversidad de aves en el sistema, sobre todo en la zona de humedales más internos del sistema en los sitios El Cabe y La Cantileña. En estos sitios es donde se presentó la mayor incidencia de especies migratorias durante los meses de noviembre a febrero. Sin embargo, algunas especies residentes también presentaron variación temporal en su abundancia, como *N. brasilianum* que presentó mayores abundancias durante los meses de septiembre y octubre.

El gremio con mayor proporción de individuos en el sistema estuarino de San José el Hueyate en ambas temporadas fue el piscívoro, especies como *A. alba*, *E. caerulea*, *A. herodias* y *N. brasilianum*, que son piscívoras de aguas someras y profundas (Ruiz Bruce Taylor et al. 2017, Pomárico et al. 2020), se registraron en todas las zonas y prácticamente todos

los meses. La abundancia de *N. brasilianum* y otras especies de aves piscívoras en la temporada de lluvias podría estar relacionada a la disponibilidad de presas de peces de hábitos dulceacuícolas o salobres demersales que son parte de su dieta (Pomárico et al. 2020). Esta predominancia del gremio piscívoro además podría indicar que existe recurso disponible para las especies de este gremio en todo el sistema. En el sistema lagunar de Carretas-Pereira, aledaño a San José el Hueyate, Díaz-Ruiz et al. (2006) encontraron los valores más altos en la diversidad de peces hacia finales de la temporada de lluvias.

La proporción de gremios en la zona correspondiente a los sitios El Cabe y la Cantileña también cambió notablemente entre temporadas, a pesar de encontrarse dentro del mismo sistema y a pocos kilómetros de las demás zonas. Esta zona al interior del sistema de humedales tuvo una presencia predominante de herbívoros durante la temporada de estiaje y de piscívoros en la temporada de lluvias. Las características físico-químicas del agua cambiaron con el paso de las temporadas climáticas, registrándose menor salinidad en las lluvias. Durante la temporada de lluvia, el agua proveniente de los ríos Huixtla-Huehuetan y escorrentías continentales acarrear un importante volumen de agua dulce al sistema, lo que hace que todo el sistema tenga mayor volumen de agua y bajen los niveles de salinidad, exceptuando la Boca Barra que mantuvo características salobres durante todo el año debido a su cercanía del mar.

### Dinámica del sistema

Cuando las lluvias disminuyen, se reduce el volumen de agua proveniente del continente y el sistema se hace más somero, siendo más pronunciado en El Cabe y La Cantileña. La influencia de la marea aumenta conforme avanza la temporada e introduce agua marina a prácticamente todo el sistema, con mayor o menor influencia dependiendo de la cercanía a la conexión con el mar. Esto promueve una disminución en la profundidad y un aumento tanto en la salinidad como en la temperatura del agua, provocando cambios en la vegetación acuática flotante dejando expuestas semillas y material vegetal como tubérculos y hojas senescentes alimento para especies como *D. autumnalis* y *S. discors* (Camargo y Florentino 2000, Zepeda 2001, Gómez y Lot 2005, Moreno-Casasola et al. 2009). La disminución de la profundidad especialmente en

la zona de El Cabe y La Cantileña dejó el fondo del cuerpo de agua expuesto, permitiendo el acceso a otro tipo de recursos como peces pequeños, crustáceos y otros invertebrados, los cuales son el alimento principal de especies como *M. americana*, *P. ajaja*, *H. mexicanus*, *E. albus* y varias especies de la familia Scolopacidae (De Santo et al. 1997). Por lo tanto, aunque los humedales El Cabe y La Cantileña forman parte del mismo sistema hidrológico, presentaron variaciones ambientales temporales importantes que promueven un cambio en la comunidad de aves. Por ello las estrategias de conservación deben considerar estas diferencias e incluirlas en los esfuerzos de manejo del sistema, ya que un cambio significativo en la hidrología de la zona podría afectar significativamente la composición de la comunidad, sobre todo las de las aves migratorias, que en estos sitios tuvieron su mayor presencia.

Es importante mencionar que la técnica de recorrido en lancha por los transectos, empleada para este trabajo, no fue la mejor opción para la observación y conteo de algunas especies de aves acuáticas como, *F. americana* y *S. discors*, por lo que su abundancia podría haber sido subestimada. La dificultad para su conteo radicó en dos aspectos: primero, la presencia de hidrófitas que no permitía visualizarlas a la distancia; y segundo, el ruido y movimiento continuo de la embarcación, que provocaba el vuelo de los ejemplares antes de aproximarse, haciendo que, en la mayoría de los casos, abandonaran el cuerpo de agua. Esto impidió un conteo preciso de un importante número de individuos, por lo que se recomienda emplear en estos sitios la técnica de punto fijo (Pineda-López y Zuria 2019).

Aun así, en el sistema lagunar de San José el Hueyate registramos una alta riqueza de 57 especies de aves acuáticas, siendo la mayor parte de ellas migratorias. Además, observamos una variación espacio-temporal en la riqueza y abundancia de las aves acuáticas, con mayor riqueza en la temporada de estiaje (enero) y en los humedales El Cabe y La Cantileña. Esta variación se vio influenciada por las variaciones ambientales producidas por los cambios estacionales, los cuales influyen en las características del cuerpo de agua, la variación de la salinidad, la reducción de la profundidad y la disponibilidad de alimento. De esta forma, nuestros resultados demostraron que el sistema lagunar de San José el Hueyate alberga una

importante diversidad y abundancia de especies de aves acuáticas, tanto migratorias como residentes, especialmente durante el otoño e invierno. Así mismo registramos especies cuyas poblaciones están disminuyendo en otras partes del mundo. Cabe destacar que, al interior del sistema, se encuentran hábitats distintos y con diferente grado de vulnerabilidad, que albergan especies distintas y que promueve la alta diversidad del sistema, lo cual debe evaluarse con mayor detalle. De acuerdo con Gill (2006), la coexistencia de distintas especies de aves en un lugar y tiempo determinado se debe a la alta productividad (disponibilidad y variedad de alimento) de un sistema. Por lo tanto, se infiere que, en el sistema lagunar de San José el Hueyate, el conjunto de ambientes que presenta y su variación en el tiempo y el espacio promueven la existencia de recursos alimenticios suficientes como para permitir la coexistencia de las distintas especies observadas durante todo el trabajo.

### Agradecimientos

Los autores agradecemos al equipo editorial y a los revisores anónimos que ayudaron a mejorar sustancialmente este trabajo. Agradecemos al Biol. J.C. Castro-Hernández director y a la Biol. C. Contreras-Meda de la Reserva de la Biosfera de la Encrucijada. A Don Leobardo García comisario ejidal del poblado de San José por los permisos para acceder al sistema.

### Literatura citada

- Acuna R, Contreras F, Kerekes J. 1994. Aquatic bird densities in two coastal lagoon systems in Chiapas State, Mexico, a preliminary assessment. *Hydrobiologia* 279/280:101-106. <https://doi.org/10.1007/BF00027845>
- Alsop FJ. 2006. *Birds of North America*. Smithsonian Institution. Covent Garden Books. New York, USA.
- Anderson MJ. 2001. Permutation tests for univariate or multivariate analysis of variance and regression. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58:626-639. <https://doi.org/10.1139/f01-004>
- Berlanga H, Rodríguez-Contreras V, Oliveras de Ita A, Escobar M, Rodríguez L, Vieyra J, Vargas V. 2008. Red de Conocimientos sobre las Aves de México (AVESMX). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://avesmx.conabio.gob.mx/Inicio.html>
- Berlanga H, Gómez de Silva H, Vargas-Canales VM, Rodríguez-Contreras V, Sánchez-González LA, Ortega-Álvarez R, Calderón-Parra R. 2020. Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.118761>
- BirdLife International 2025. Important Bird Area factsheet: La Encrucijada (Mexico). <https://datazone.birdlife.org/site/factsheet/10168-la-encrucijada>
- Camargo AFM, Florentino ER. 2000. Population dynamics and net primary production of the aquatic macrophyte *Nymphaea rudgeana* C. F. Mey in a lotic environment of the Itanhaém River basin (SP, Brazil). *Revista Brasileira de Biologia* 60:83-92. <https://doi.org/10.1590/S0034-71082000000100011>
- Carmona-Piña R, Bernal J. 2015. Distribución espacio-temporal de aves playeras y su relación con los invertebrados bentónicos en la Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit, México. Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur. Bases de Datos SNIB-CONABIO, proyecto JF211. México, D.F.
- Chacón de la Cruz JE, Pompa-García M, Treviño-Garza EJ, Martínez-Guerrero JH, Aguirre-Salado CA, Pereda-Solís ME. 2017. La abundancia de aves acuáticas (Anseriformes) en relación con la complejidad del paisaje en un sitio RAMSAR del norte de México. *Acta Zoológica Mexicana* 33:199-210. <https://doi.org/10.21829/azm.2017.3321061>
- Chesser RT, Billerman SM, Burns KJ, Cicero C, Dunn JL, Kratter AW, Lovette IJ, Mason NA, Rasmussen PC, Remsen JV, Stotz DF, Winker K. 2020. Check-list of North American birds (online). American Ornithological Society. <http://checklist.americanornithology.org/taxa> (consultado el 20 de agosto de 2021).
- Colón-Quezada D. 2009. Composición de la dieta de otoño del pato mexicano (*Anas diazi*) en el vaso sur de las Ciénegas del Lerma, Estado de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:193-202. <https://doi.org/10.22201/>

[ib.20078706e.2009.001.596](https://doi.org/10.2307/1521683)

- Colón-Quezada D, Cavazos Guadarrama A, Maldonado Vilchis E. 2007. Dieta invernal de la cerceta alas azules (*Anas discors*) en las Ciénegas del Lerma. Pp 76 En Libro de Resúmenes del VII Congreso para el Estudio y Conservación de las Aves en México. Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México (CIPAMEX). 8 – 11 octubre 2007, San Francisco de Campeche, Campeche, México.
- De Santo TL, Johnston JW, Bildstein KL. 1997. Wetland feeding site use by White Ibises (*Eudocimus albus*) breeding in coastal South Carolina. *Colonial Waterbirds* 20:167-176. <https://doi.org/10.2307/1521683>
- Díaz-Ruiz S, Aguirre-León A, Cano-Quiroga E. 2006. Evaluación ecológica de las comunidades de peces en dos sistemas lagunares estuarinos del sur de Chiapas, México. *Hidrobiológica* 16:197-210. <https://hidrobiologica.izt.uam.mx/index.php/revHidro/article/view/1029>
- Dunn JL, Alderfer J. 2017. Field guide to the birds of North America. National Geographic. Washington, D.C., USA.
- Fonseca J, Pérez-Crespo MJ, Cruz M, Porras B, Hernández-Rodríguez E, Martínez y Pérez JL, Lara C. 2012. Aves acuáticas de la laguna de Acuitlapilco, Tlaxcala México. *Huitzil Revista Mexicana de Ornitología* 13:104-109. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2012.13.2.156>
- Galicia-García MT, Romero-Berny EI, Mera-Ortiz G, López-Vila JM. 2019. Efecto del hábitat sobre la avifauna del sistema lagunar costero La Joya-Buenavista, Chiapas, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 6:317-331. <https://doi.org/10.19136/era.a6n17.1913>
- García E. 1998. Modificaciones al sistema de clasificación climática Köppen. Instituto de Geografía Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- Gerardo-Tercero CM, Enríquez PL, Rangel-Salazar JL. 2010. Diversidad de aves acuáticas en la Laguna Pampa El Cabildo, Chiapas, México. *El Canto del Centzontle* 1:33-48
- Germain P, Ruiz-Bruce Taylor MR. 2018. Aves de las lagunas costeras de Oaxaca, México: Guía fotográfica de aves acuáticas y rapaces. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México.
- Gill FB. 2006. *Ornithology*. 3ra ed. W.H. Freeman and Company. New York, USA.
- Green AJ, Figuerola J. 2003. Aves acuáticas como bioindicadores en los humedales. Pp. 47-60. En Paracuellos M (ed.). *Ecología, manejo y conservación de los humedales*. Instituto de Estudios Almerienses. Almeira, España.
- Gómez CZ, Lot A. 2005. Distribución y uso tradicional de *Sagittaria macrophylla* Zucc. y *S. latifolia* Willd. en el Estado de México. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva* 12:282-290.
- Gómez-González AE, Velázquez-Velázquez E, Rodiles-Hernández R, González-Díaz AA, González-Acosta AF, Castro-Aguirre JL. 2012. Lista sistemática de la ictiofauna en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:674-686. <https://doi.org/10.7550/rmb.24468>
- González A, Acosta M, Mugica L, García-Lau I. 2019. Gremios de aves acuáticas en un humedal de Cuba. *Huitzil Revista Mexicana de Ornitología* 20:e517. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2019.20.2.411>
- González AL, Vukasovic MA, Estades CF. 2011. Variación temporal en la abundancia y diversidad de aves en el humedal del río Itata, región del Bío-Bío, Chile. *Gayana (Concepción)* 75:170-181. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382011000200006>
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education. *Palaeontologia Electronica* 4:1-9.
- Hernández-Vázquez S. 2005. Aves acuáticas de la Laguna de Agua Dulce y el Estero El Ermitaño, Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical* 53:229-238.
- INE (Instituto Nacional de Ecología) 1999. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera de La Encrucijada. SEMARNAP, México. [https://www.conanp.gob.mx/datos\\_abiertos/DGCD/50.pdf](https://www.conanp.gob.mx/datos_abiertos/DGCD/50.pdf)
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2022. The IUCN Red List of

- Threatened Species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. <https://www.iucnredlist.org/es/>
- Kaufman K. 2005. Kaufman field guide to birds of North America. Houghton Mifflin Company. New York, USA.
- Lamarté-Sablón EJ, Rodríguez-Ochoa A, González-Gómez R. 2018. Dinámica de la estructura y composición de la comunidad de aves acuáticas de Ensenada del Jato, Cayo Sabinal, Cuba. Huitzil Revista Mexicana de Ornitología 19:14-21. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2018.19.1.302>
- Li J, Zhang Y, Zhao L, Deng W, Qian F, Ma K. 2021. Scale and landscape features matter for understanding waterbird habitat selection. Remote Sensing 13:4397. <https://doi.org/10.3390/rs13214397>
- Lodge DM, Cronin G, Donk EV, Froelich AJ. 1998. Impact of herbivory on plant standing crop: comparisons among biomes, between vascular and nonvascular plants, and among freshwater herbivore taxa. Pp. 149-174. En Jeppesen E, Sondergaard M, Sondergaard M, Christoffersen K (eds.). The structuring role of submerged macrophytes in lakes. Springer, New York.
- Masto NM, Hsiung AC, Kaminski R, Ross BE, Kneece MR, Wilkerson GL, Baldwin RF, Hanks RD, Wiggers EP, Folk TH, Perry RD, Coen RH, Leland RC, Anderson JT. 2023. Waterbird-habitat relationships in South Carolina: implications for protection, restoration, and management of coastal and inland wetlands. Restoration Ecology 31: e13956. <https://doi.org/10.1111/rec.13956>
- Mera-Ortiz G, Ruiz-Campos G, Gómez-González AE, Velázquez-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 17:251-261. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2016.17.2.255>
- Moreno-Casasola P, López-Rosas H, Infante-Mata D, Peralta LA, Travieso-Bello AC, Warner BG. 2009. Environmental and anthropogenic factors associated with coastal wetland differentiation in La Mancha, Veracruz, Mexico. Plant Ecology 200:37-52. <https://doi.org/10.1007/s11258-008-9400-7>
- Mugica L, Martín D, Acosta A, Rodríguez A. 2006. Aves acuáticas en los humedales de Cuba. Editorial Científico-Técnica, La Habana, Cuba.
- Naiff RH, Aguiar KMO, Araújo AS, Campos CEC. 2011. Biología reproductiva de *Megaceryle torquata* (Aves; Alcedinidae) em fragmento de floresta da Universidade Federal do Amapá. Biota Amazonia 1:1-7.
- Navarro-Singüeza AG, Rebolón-Gallardo MF, Gordillo-Martínez A, Peterson AT, Berlanga-García H, Sánchez-González LA. 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 85:S476-S495. <https://doi.org/10.7550/rmb.41882>
- Okes NC, Hockey PAR, Cumming GS. 2008. Habitat use and life history as predictors of bird responses to habitat change. Conservation Biology 22:151-162. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00862.x>
- Pineda-López R y Zuria I. 2019. Recomendaciones para el muestreo de aves acuáticas en ambientes lénticos del centro de México. Pp. 363-386. En Ornelas-García CP, Álvarez FA, Wegier A (eds.). Antropización: primer análisis integral. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Ciudad de México, México. <http://dx.doi.org/10.22201/ib.9786073020305e.2019.c19>
- Pomárico AT, López-Peña A, Franke-Ante R, Duarte LO. 2020. Dieta y amplitud del nicho trófico del cormorán neotropical [*Nannopterum brasilianus* (Gmelin, 1789)] en el Santuario de Flora y Fauna Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe de Colombia. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras 49:193-208. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2020.49.SuplEsp.1072>
- RAMSAR 2025. Reserva de la Biosfera La Encrucijada. Servicio de información sobre sitios Ramsar. <https://rsis.ramsar.org/es/rsis/815> (consultado: 23 de julio de 2025)
- Ruiz Bruce Taylor MDM, Rangel-Salazar JL, Enríquez PL, León-Cortés JL, García-Estrada C. 2017. Variation in hierarchical guild structure between two bird assemblages of a wetland in the Mexican Pacific. Revista de

---

Biología Tropical 6:1540-1553.

- 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. Segunda Sección, Jueves 30 de diciembre de 2010.
- Tasker ML, Jones PH, Dixon T, Bary B. 1984. Counting seabirds at sea from ships: A review of methods employed and suggestion for a standardized approach. *The Auk* 101:567-577.
- Van Donk E, Otte A. 1996. Effects of grazing by fish and waterfowl on the biomass and species composition of submerged macrophytes. *Hydrobiologia* 340:285-290. <https://doi.org/10.1007/BF00012769>
- Zepeda C. 2001. Distribución, caracterización ecológica y etnobotánica de *Sagittaria macrophylla* y *S. latifolia*, en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.