

Artículo científico

Composición, diversidad y distribución espacial de la avifauna en tres hábitats costeros de la laguna de Mitla, Guerrero, México

Edson A. Alvarez-Alvarez¹ * , Víctor Reyes-Pino¹ 
& R. Carlos Almazán-Núñez¹ 

Resumen

El litoral mexicano brinda una amplia variedad de servicios ecosistémicos; sin embargo, a lo largo de sus zonas costeras se desarrollan infraestructura turística y actividades agropecuarias que afectan a la biodiversidad. En este estudio se analizó la composición, diversidad y distribución espacial de la avifauna en tres tipos de hábitats (manglar, islote, dunas) de la laguna de Mitla, Guerrero, al sur México. El trabajo de campo se realizó durante 11 meses, repartidos del 2015 al 2016. Las especies de aves se registraron de manera visual y auditiva. Las aves se categorizaron por su estacionalidad y gremios acuáticos y terrestres. Se comparó la diversidad de especies de aves entre sitios utilizando los números de Hill. Se registraron 49 especies de aves pertenecientes a 22 familias. El islote y el manglar presentaron la mayor riqueza y diversidad de especies de aves. Los gremios acuáticos como los buscadores aéreos y las zancudas fueron más frecuentes en el islote, y los gremios terrestres como los recolectores al suelo y los recolectores arbóreos en la duna. Los manglares son importantes para las aves clasificadas en riesgo por las leyes nacionales e internacionales. Este estudio puede servir como una herramienta valiosa para diseñar programas de ecoturismo y estrategias de conservación de la biodiversidad en hábitats costeros del Pacífico mexicano.

Palabras clave: aves acuáticas, aves terrestres, conservación, duna, manglar.

Abstract

The Mexican coast offers a wide variety of ecosystem services. Yet, tourist infrastructure and agricultural activities that affect biodiversity are being developed along its coastal areas. This study analyzed avian composition, diversity, and spatial distribution across three habitats (mangrove, islet, dune) in Mitla Lagoon, located in the state of Guerrero in southern Mexico. Fieldwork was conducted over 11 months from 2015 to 2016. Bird species were recorded through sightings and vocal identification. Birds were categorized by their seasonality and by aquatic and terrestrial guilds. Bird species diversity among coastal sites was compared using Hill numbers. A total of 49 bird species from 22 families were recorded. The islet and mangrove habitats had the highest bird species richness and diversity. Waterbird guilds, such as aerial searchers and waders, were better represented in the islet, while terrestrial guilds, including both ground and arboreal foragers, were associated with the dune. On the islet, most species were waterbirds, whereas land birds were primarily found in the dune habitat. Mangroves are crucial for bird species at risk under national and international laws. This study serves as a valuable resource for designing biodiversity-focused ecotourism programs and conservation strategies in the coastal environments of the Mexican Pacific.

Key words: conservation, dune, mangrove, terrestrial birds, waterbirds.

Recibido: 05 de septiembre de 2024.

Aceptado: 03 de diciembre de 2024.

¹ Área de Ornitología, Laboratorio Integral de Fauna Silvestre, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero. Av. Lázaro Cárdenas s/n, C.P. 39000, Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México.

* **Autor de correspondencia:** alvarez.ea@outlook.com (EAAA)

Introducción

México presenta 11,122 km² de litoral (SEDATU 2021). Entre los distintos ambientes que se pueden encontrar a lo largo del litoral mexicano están los manglares, pastizales marinos, humedales, estuarios, dunas costeras, lagunas costeras, cayos y sistemas arrecifales (Sarukhán *et al.* 2017). Los manglares y lagunas son ecosistemas costeros de alta importancia biológica, ya que fungen como sitios de alimentación, refugio y reproducción para muchas aves acuáticas y terrestres. Estos ambientes albergan cerca del 22% de la avifauna acuática y terrestre (252 especies) en apenas una pequeña porción del territorio mexicano (6.5% de la superficie; Ramírez-Bastida *et al.* 2008, Navarro-Sigüenza *et al.* 2014). Además, los manglares y los diversos sistemas lagunares, incluyendo las dunas costeras, brindan una amplia variedad de servicios ecosistémicos como refugios biológicos, ciclado de nutrientes y prevención de inundaciones, así como estabilidad socioeconómica a las comunidades locales (De Groot *et al.* 2018, Medina-Valdivia *et al.* 2021).

La riqueza y diversidad de especies de aves en los hábitats costeros dependen de diversos factores como el nivel del agua, estacionalidad, estructura vegetal, recursos alimenticios, presencia de depredadores y presiones antropogénicas (González-Gajardo *et al.* 2009, Baschuk *et al.* 2012). Algunos grupos de aves como los cazadores de insectos al vuelo (*v.g.* papamoscas) y los sondeadores someros o limícolas (*v.g.* chorlitos, zarapitos, playeros) utilizan estos ambientes para alimentarse de artrópodos, incluidos aquellos que son considerados plaga y vectores de enfermedades (Green & Elmberg 2014, Green *et al.* 2023). Otros grupos como los recolectores arbóreos

(*v.g.* urracas, calandrias) que en su dieta suelen incluir frutos, juegan un papel importante en la conectividad espacial de los hábitats costeros (Green & Elmberg 2014). Por lo tanto, la pérdida de estos grupos de aves puede afectar los procesos ecológicos como la dispersión de semillas y el control de plagas que son cruciales para mantener la dinámica e integridad de estos ambientes (Şekercioğlu 2006, Green & Elmberg 2014).

Los hábitats costeros también son importantes para las aves a lo largo de su ciclo anual. Las aves migratorias utilizan estos ambientes como sitios de parada intermedia para descansar o conseguir recursos alimenticios como semillas, frutos e invertebrados durante sus rutas migratorias (Albanese & Davis 2015, Gillespie & Fontaine 2017). Por su parte, las aves residentes también usan los hábitats costeros como sitios de alimentación, reproducción y descanso a lo largo del año (Albanese & Davis 2015, Blake-Bradshaw *et al.* 2020). En México, estos ambientes son importantes para la reproducción de varias especies de aves acuáticas, incluyendo aquellas protegidas por las normas nacionales e internacionales (SEMARNAT 2010, IUCN 2024). Esto incentiva a realizar estudios que describan la composición, diversidad y distribución de las aves para orientar su manejo y conservación en ambientes costeros.

La costa del Pacífico sur de México es considerada una región prioritaria para la conservación de la biodiversidad (Ramírez-Bastida *et al.* 2008, Jacinto-Flores *et al.* 2017). Sin embargo, los hábitats costeros con vegetación original de esta región están disminuyendo drásticamente debido al desarrollo de infraestructura turística y actividades agrícolas (Meléndez-Herrada *et al.* 2015, Villerías-Salinas *et al.* 2016). Las

actividades antropogénicas han resultado en la sedimentación de lagunas, la pérdida de dunas costeras y una reducción del 21% en la cobertura de manglares (SEMARNAT 2013). Como consecuencia, se pueden reducir las zonas de descanso, alimentación, reproducción e internación de las aves acuáticas y terrestres, lo que hace imperativo el diseño de estrategias que prioricen la conservación de estos ambientes y su biodiversidad. En este estudio, se analizó la composición, riqueza y diversidad de especies de aves en tres hábitats costeros (manglar, islote, duna) de la laguna de Mitla, en el estado de Guerrero, al sur de México. Se estimó el número potencial de especies de aves para cada hábitat costero y se describió la estacionalidad, tipo de ave acuática y terrestre y sus gremios en cada una de las especies de aves del área de estudio.

Material y métodos

Área de estudio y sitios de muestreo

El estudio se llevó a cabo en la laguna de Mitla, ubicada en el municipio Benito Juárez del estado de Guerrero, al sur de México ($17^{\circ}4' - 16^{\circ}59' N$, $100^{\circ}24' - 100^{\circ}13' W$; Fig. 1). La laguna tiene una superficie aproximada de 4000 ha y está rodeada principalmente por mangle rojo (*Rhizophora mangle*). También se encuentran pequeños parches de selva baja caducifolia (SEMARNAT 2013). La zona de influencia de la laguna de Mitla está sometida a diferentes actividades productivas como la ganadería y la agricultura (cultivos de coco, plátano, mango, maíz y frijol) y está separada del océano por una barrera de playa arenosa de ~900 m (Ramírez-Herrera *et al.* 2007). El clima es cálido subhúmedo

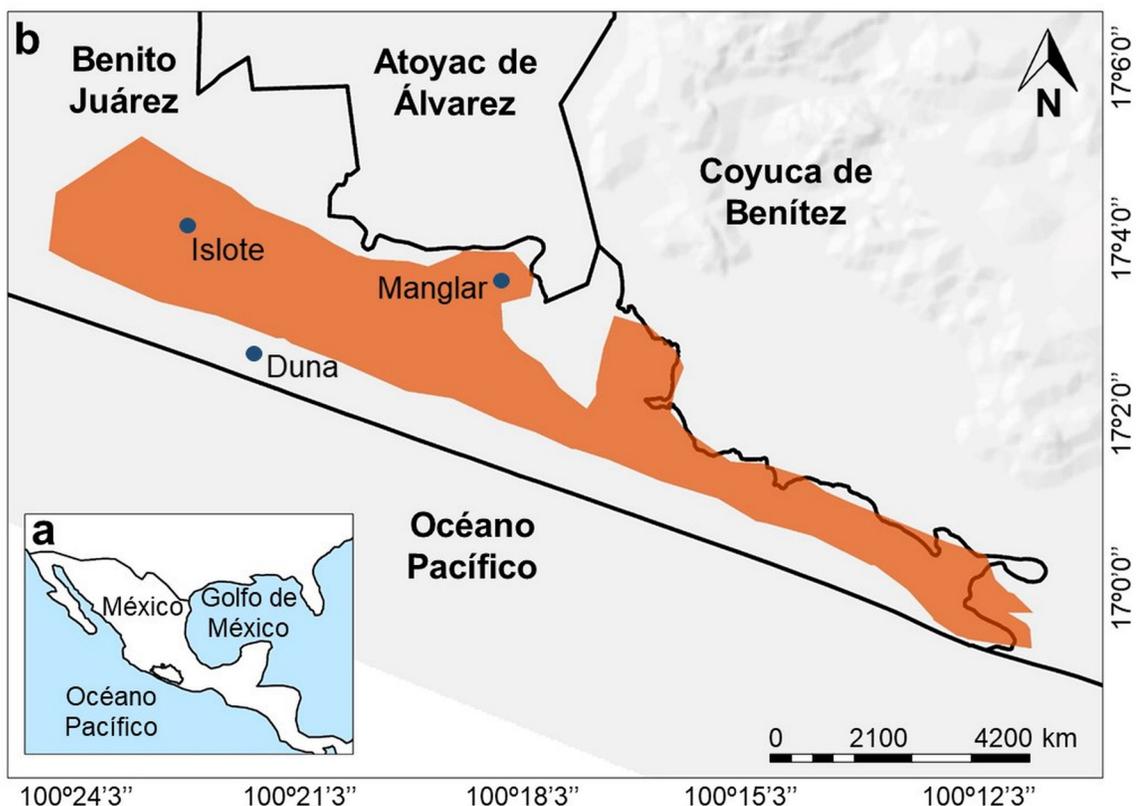


Figura 1. a) Ubicación geográfica del estado de Guerrero en el sur de México y b) de los sitios de muestreo en la laguna de Mitla (color anaranjado). Se muestran los municipios ubicados alrededor del área de estudio.

con una temperatura de 18–22 °C y una precipitación media anual entre 900 y 1750 mm (García 2004). La zona tiene un régimen climático marcado: una temporada lluviosa de mayo a octubre y una temporada seca de noviembre a abril.

Se seleccionaron tres hábitats costeros con base en su composición vegetal y, que además, dominan el sistema lagunar de Mitla: 1) Manglar, está dominado por el mangle rojo, con presencia de lirio acuático (*Eichhornia crassipes*). Estas zonas de manglar se encuentran adyacentes a plantaciones de *Cocus nucifera*. Este sitio tiene un tamaño de 180 ha y una longitud de 4 km. 2) Duna, es un sitio arenoso que divide el océano y la laguna, dominado principalmente por *Acacia cornigera* y árboles de *C. nucifera*. También están presentes *Opuntia excelsa* y *Chrysobalanus icaco*. El tamaño y longitud de este sitio es de 300 ha y 3.6 km, respectivamente. 3) Islote, se caracteriza por la presencia de gramíneas y manglares rojos que quedan descubiertos cuando el volumen de agua disminuye en la laguna por la temporada de estiaje (noviembre a abril). El islote tiene un tamaño de 200 ha y 3.05 km de longitud durante la temporada de estiaje. Cuando este sitio se inunda durante la temporada de lluvias, su tamaño disminuye a una superficie aproximada de 60 ha.

Registro y conteo de aves

Los registros de las aves se llevaron a cabo durante once meses distribuidos en un periodo de dos años (2015-2016). El trabajo de campo se realizó en los meses de agosto-diciembre de 2015, de febrero-mayo y de julio-agosto de 2016. Se contabilizó un total de 30 días efectivos de trabajo de campo, mismos que se repartieron en un total de diez días para

cada hábitat costero. Las observaciones de las aves en cada tipo de hábitat consistieron en recorridos diarios en transectos de 3 km de longitud. Durante la temporada de lluvias (cuando el volumen de agua aumenta en la laguna), los muestreos en el islote se realizaron en lancha sin motor para evitar un mayor grado de disturbio para las aves. Los muestreos en lancha son una buena alternativa para registrar y contabilizar a las aves acuáticas (Pineda-López & Zuria 2019). Las observaciones se realizaron durante horarios matutinos (06:30 a 10:30 hr.) y vespertinos (16:00 a 18:30 hr.) con el fin de abarcar el tiempo de mayor actividad de las aves acuáticas y terrestres. Para la identificación de las especies de aves se utilizaron binoculares (8 x 42) y las guías de campo de Peterson & Chalif (1989), Howell & Webb (1995) y Sibley (2000). Solo se registraron las especies que se observaron aprovechando los recursos de cada hábitat para alimentación, descanso o reproducción, de manera que algunos grupos de aves principalmente aéreas (*v.g.* Accipitridae, Cathartidae, Hirundinidae) se excluyeron del estudio.

Las especies se clasificaron en aves acuáticas y terrestres de acuerdo con sus requerimientos ecológicos como preferencia de hábitat, tipo de dieta y sustrato de forrajeo. Cada especie de ave también se clasificó en gremios acuáticos (buscador aéreo, herbívoro, sondeador profundo, sondeador somero y zancuda) y terrestres (cazador al vuelo, excavador de corteza, recolector arbóreo y recolector al suelo) mediante observaciones directas en campo y complementados con literatura (González-Salazar *et al.* 2014, González *et al.* 2019). Las especies se categorizaron de acuerdo con su estacionalidad en residentes permanentes (especies que se encuentran en México

durante todo el año) y migratorias de invierno (especies que llegan a México durante el otoño-invierno; Howell & Webb 1995). El endemismo se determinó con base en González-García & Gómez de Silva (2003). Las categorías de riesgo se establecieron de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010). Los nombres comunes de las aves se obtuvieron de Berlanga *et al.* (2019). La nomenclatura y el orden sistemático de las especies de aves siguen a la American Ornithological Society (Chesser *et al.* 2024).

Análisis de datos

Se evaluó el esfuerzo de muestreo de cada hábitat costero con el estimador de cobertura basado en abundancia (ACE) en el programa EstimateS 9.1.0 (Colwell 2013). ACE es independiente del esfuerzo de muestreo y permite hacer comparaciones robustas de la riqueza de especies entre sitios (Chao 2005). Se obtuvo el número potencial de especies de aves utilizando como unidad de esfuerzo el número de días de muestreo.

Se analizó la diversidad de especies de aves entre hábitats costeros por medio de los números efectivos de especies (números de Hill). Para ello, se calcularon tres niveles de diversidad: el primer orden corresponde a la riqueza de especies ($q = 0$), el cual es insensible a la frecuencia de las especies. El segundo se basa en el exponencial de la entropía de Shannon ($q = 1$), valor que no favorece ni a las especies raras ni a las abundantes. El tercer nivel corresponde al inverso de la concentración de Simpson ($q = 2$), diversidad que le da mayor peso a las especies dominantes (Jost 2006). Los tres niveles de diversidad se compararon con intervalos de confianza (IC) del 84%.

Estos IC imitan robustamente las pruebas estadísticas $p \leq 0.05$ para IC simétricos y asimétricos (MacGregor-Fors & Payton 2013). Este análisis se llevó a cabo con la librería iNEXT (Hsieh *et al.* 2016) en R 4.1.0 (R Development Core Team 2021).

Finalmente, se realizó un análisis de correspondencia (AC) para analizar la variación espacial de las especies de aves acuáticas y terrestres a lo largo del paisaje lagunar. Este análisis fue ejecutado en los programas CANOCO 4.5 y CANODRAW 4.0 (ter Braak & Šmilauer 2002).

Resultados

Un total de 49 especies de aves que pertenecen a 22 familias y 11 órdenes fueron registrados en los tres hábitats costeros. De estas, 27 especies de aves son residentes permanentes, 22 son migratorias de invierno, 33 son acuáticas y 16 son terrestres. Se registró una especie endémica (el carpintero enmascarado [*Melanerpes chrysogenys*]) de México y cuatro enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El islote fue el hábitat que presentó el mayor número de especies tanto residentes como migratorias, ambas con 17 especies. Asimismo, este hábitat presentó un mayor número de aves acuáticas (28 especies), mientras que la duna presentó 13 especies de aves de hábitos terrestres (Tabla I).

Se estima que se obtuvo el 92% (manglar) y el 100% (islote y duna) del total de especies de aves esperadas para los tres hábitats con base en el estimador ACE. El islote presentó la mayor riqueza de especies de aves ($q_0 = 34$ especies). El islote y el manglar tuvieron la mayor diversidad de especies de aves (q_1 y q_2 ; Fig. 2).

El islote presentó mayor proporción de buscadores aéreos (BA = 59%), herbívoros

Tabla I. Composición y abundancia relativa de las especies de aves acuáticas y terrestres en tres hábitats costeros de la Laguna de Mitla, Guerrero, México. Estacionalidad (Est): residente permanente (Rp), migratoria de invierno (Mi). NOM-059-SEMARNAT-2010 (Nom): en peligro de extinción (P), amenazada (A), sujeta a protección especial (Pr). Endemismo (End): endémica de México (En). Tipo de ave (TA): acuática (Ac), terrestre (Te). Gremio (G): buscador aéreo (BA), hervíboro (H), sondeador profundo (SP), sondeador somero (SS), zancuda (Z), cazador al vuelo (CV), excavador de corteza (EC), recolector arbóreo (RA), recolector al suelo (RS).

Taxón	Código	Est	Nom	End	TA	G	Hábitat costero		
							Manglar	Islote	Duna
Anseriformes									
Anatidae									
Pijije alas blancas <i>Dendrocygna autumnalis</i>	Dau	Rp	-	-	Ac	H	-	-	0.011
Cerceta alas azules <i>Spatula discors</i>	Sdi	Mi	-	-	Ac	H	-	0.014	-
Pato cucharón norteño <i>Spatula clypeata</i>	Scl	Mi	-	-	Ac	H	-	0.002	-
Pato golondrino <i>Anas acuta</i>	Aac	Mi	-	-	Ac	H	-	0.001	-
Columbiformes									
Columbidae									
Tortolita cola larga <i>Columbina inca</i>	Cin	Rp	-	-	Te	RS	-	-	0.015
Tortolita pico rojo <i>Columbina passerina</i>	Cpa	Rp	-	-	Te	RS	0.003	-	0.006
Paloma alas blancas <i>Zenaida asiatica</i>	Zas	Rp	-	-	Te	RS	-	0.003	-
Cuculiformes									
Cuculidae									
Garrapatero pijuy <i>Crotophaga sulcirostris</i>	Csu	Rp	-	-	Te	RS	0.017	0.003	0.049
Gruiformes									
Rallidae									
Gallareta americana <i>Fulica americana</i>	Fam	Mi	-	-	Ac	H	0.005	0.346	-
Charadriiformes									
Recurvirostridae									
Avoceta americana <i>Recurvirostra americana</i>	Ram	Mi	-	-	Ac	SS	-	0.001	-
Charadriidae									
Chorlo semipalmeado <i>Charadrius semipalmatus</i>	Cse	Mi	-	-	Ac	SS	-	-	0.006
Jacanidae									
Jacana norteña <i>Jacana spinosa</i>	Jsp	Rp	-	-	Ac	SS	0.014	0.002	-
Scolopacidae									
Zarapito pico largo <i>Numenius americanus</i>	Nam	Mi	-	-	Ac	SS	-	-	0.006
Playero rojo <i>Calidris canutus</i>	Cca	Mi	P	-	Ac	SS	0.002	-	-
Patamarilla menor <i>Tringa flavipes</i>	Tfl	Mi	-	-	Ac	SS	-	0.0004	-

Tabla I. Continuación...

Taxón	Código	Est	Nom	End	TA	G	Hábitat costero		
							Manglar	Islote	Duna
Laridae									
<i>Gaviota reidora</i>	Lat	Mi	-	-	Ac	BA	-	0.009	-
<i>Leucophaeus atricilla</i>									
Charrán pico grueso	Gat	Mi	-	-	Ac	BA	0.005	0.023	-
<i>Gelochelidon nilotica</i>									
Charrán del caspio	Hca	Mi	-	-	Ac	BA	0.003	0.145	-
<i>Hydroprogne caspia</i>									
Charrán negro	Cni	Mi	-	-	Ac	BA	0.012	-	-
<i>Chlidonias niger</i>									
Charrán de Forster	Sfo	Mi	-	-	Ac	BA	-	0.021	-
<i>Sterna forsteri</i>									
Rayador americano	Rni	Mi	-	-	Ac	BA	-	0.096	-
<i>Rynchops niger</i>									
Ciconiiformes									
Ciconiidae									
Cigüeña americana	Mam	Mi	Pr	-	Ac	Z	0.002	0.002	0.004
<i>Mycteria americana</i>									
Suliformes									
Fregatidae									
Fragata tijereta	Fma	Rp	-	-	Ac	BA	0.005	0.002	-
<i>Fregata magnificens</i>									
Phalacrocoracidae									
Cormorán neotropical	Nbr	Rp	-	-	Ac	BA	0.339	0.170	-
<i>Nannopterum brasilianum</i>									
Pelecaniformes									
Pelecanidae									
Pelícano americano	Per	Mi	-	-	Ac	BA	0.203	0.098	-
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>									
Pelícano café	Poc	Rp	-	-	Ac	BA	0.009	0.012	-
<i>Pelecanus occidentalis</i>									
Ardeidae									
Garza tigre mexicana	Tmx	Rp	Pr	-	Ac	Z	0.002	0.001	-
<i>Tigrisoma mexicanum</i>									
Jacanidae									
Avetoro norteño	Ble	Mi	A	-	Ac	Z	-	0.001	-
<i>Botaurus lentiginosus</i>									
Garza azul	Eca	Rp	-	-	Ac	Z	-	0.001	-
<i>Egretta caerulea</i>									
Garza corona negra	Nny	Mi	-	-	Ac	Z	0.003	0.001	-
<i>Nycticorax nycticorax</i>									
Garcita verde	Bvi	Rp	-	-	Ac	Z	0.009	0.004	-
<i>Butorides virescens</i>									
Garza blanca	Aal	Rp	-	-	Ac	Z	0.130	0.020	-
<i>Ardea alba</i>									
Garza ganadera	Aib	Rp	-	-	Ac	Z	-	0.001	-
<i>Ardea ibis</i>									
Garza morena	Ahe	Rp	-	-	Ac	Z	0.005	0.001	0.006
<i>Ardea herodias</i>									
Threskiornithidae									
Ibis blanco	Eal	Rp	-	-	Ac	SP	-	0.001	-
<i>Eudocimus albus</i>									

Tabla I. Continuación...

Taxón	Código	Est	Nom	End	TA	G	Hábitat costero		
							Manglar	Islote	Duna
Ibis ojos rojos <i>Plegadis chihi</i>	Pch	Mi	-	-	Ac	SP	-	0.001	0.008
Espátula rosada <i>Platalea ajaja</i>	Paj	Mi	-	-	Ac	SP	-	0.001	0.017
Coraciiformes Alcedinidae									
Martín pescador de collar <i>Megaceryle torquata</i>	Mto	Rp	-	-	Te	BA	-	0.001	-
Piciformes Picidae									
Carpintero enmascarado <i>Melanerpes chrysogenys</i>	Mch	Rp	-	En	Te	EC	-	-	0.032
Passeriformes Tyrannidae									
Luis bienteveo <i>Pitangus sulphuratus</i>	Psu	Rp	-	-	Te	RA	0.008	0.002	0.015
Tirano pirirí <i>Tyrannus melancholicus</i>	Tme	Rp	-	-	Te	CV	0.078	0.001	0.085
Papamoscas cardenalito <i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pru	Rp	-	-	Te	CV	0.003	-	0.008
Corvidae									
Urraca cara blanca <i>Cyanocorax formosus</i>	Cfo	Rp	-	-	Te	RA	0.002	-	0.009
Mimidae									
Centzontle norteño <i>Mimus polyglottos</i>	Mpo	Rp	-	-	Te	RA	-	-	0.017
Icteridae									
Cacique mexicano <i>Cassidix melanicterus</i>	Cme	Rp	-	-	Te	RA	0.003	-	-
Calandria dorso rayado <i>Icterus pustulatus</i>	Ipu	Rp	-	-	Te	RA	-	-	0.006
Tordo cabeza café <i>Molothrus ater</i>	Mat	Rp	-	-	Te	RS	-	-	0.488
Zanate mayor <i>Quiscalus mexicanus</i>	Qme	Rp	-	-	Te	RS	0.123	0.011	0.176
Cardinalidae									
Picogordo azul <i>Passerina caerulea</i>	Pca	Mi	-	-	Te	RS	-	-	0.013

(H = 66%), sondeadores profundos (SP = 60 %), sondeadores someros (SS = 42%) y zancudas (Z = 53%). La duna tuvo mayor proporción de excavadores de corteza (EC = 100%), recolectores al suelo (RS = 66.7%) y recolectores arbóreos (RA = 50%). El manglar y la duna mostraron mayor proporción de cazadores al vuelo (CV = 43%; Fig. 3).

El AC mostró que el primer eje (eigenvalor = 0.8; varianza acumulada del 74%) separó a la duna, y el segundo eje (eigenvalor = 0.2; varianza acumulada del 100%) agrupó al manglar y al islote. El cacique mexicano (*Cassidix melanicterus*), el playero rojo (*Calidris canutus*) y el charrán negro (*Chlidonias niger*) se asociaron con el manglar. En

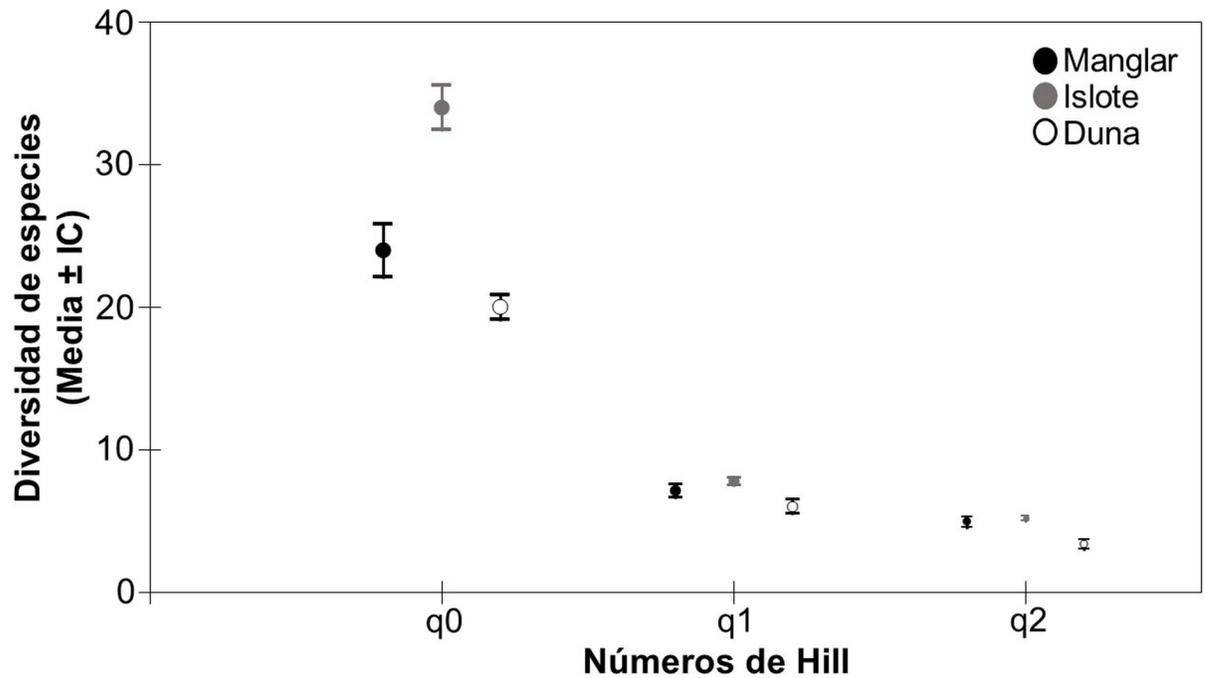


Figura 2. Riqueza (q0) y diversidad (q1 y q2) de aves en tres hábitats costeros de la Laguna de Mitla, Guerrero, México. Las barras de error representan los IC al 84%.

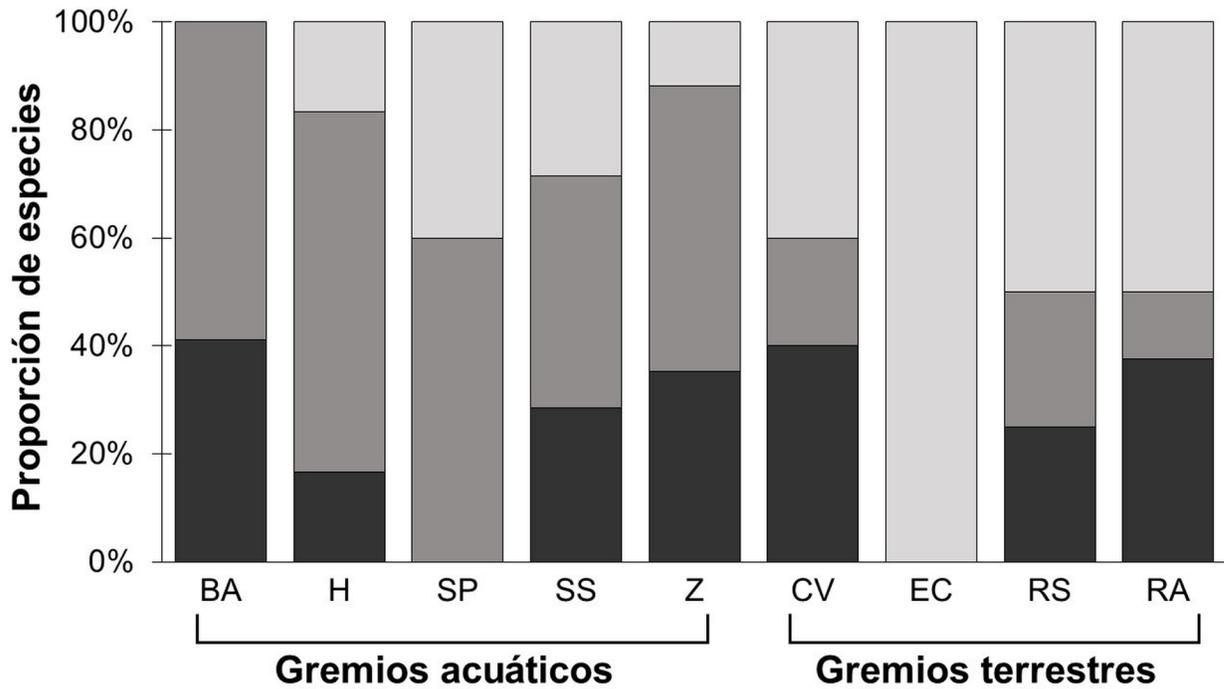


Figura 3. Gremios acuáticos y terrestres de las aves en tres hábitats costeros de la Laguna de Mitla, Guerrero, México. Manglar (negro), islote (gris oscuro), duna (gris claro). El código de cada gremio se muestra en la tabla I.

el islote, la mayoría de las especies fueron aves acuáticas como el ibis blanco (*Eudocimus albus*), la gallareta americana (*Fulica americana*), el charrán pico grueso (*Gelochelidon nilotica*) y el pato cucharón norteño (*Spatula clypeata*). Las aves terrestres como la tortolita cola larga (*Columbina inca*), la calandria dorso rayado (*Icterus pustulatus*), el carpintero enmascarado y el tordo cabeza café (*Molothrus ater*), y algunas acuáticas como el chorlo semipalmado (*Charadrius semipalmatus*) y el zarapito pico largo

(*Numenius americanus*) se asociaron a la duna (Fig. 4).

Discusión

Los resultados mostraron que el islote y el manglar fueron los hábitats con la mayor riqueza y diversidad de especies de aves en la laguna de Mitla. La distribución espacial de las aves fue heterogénea; es decir, los gremios acuáticos se asociaron mayormente al islote, y los gremios terrestres a la duna. La riqueza de aves

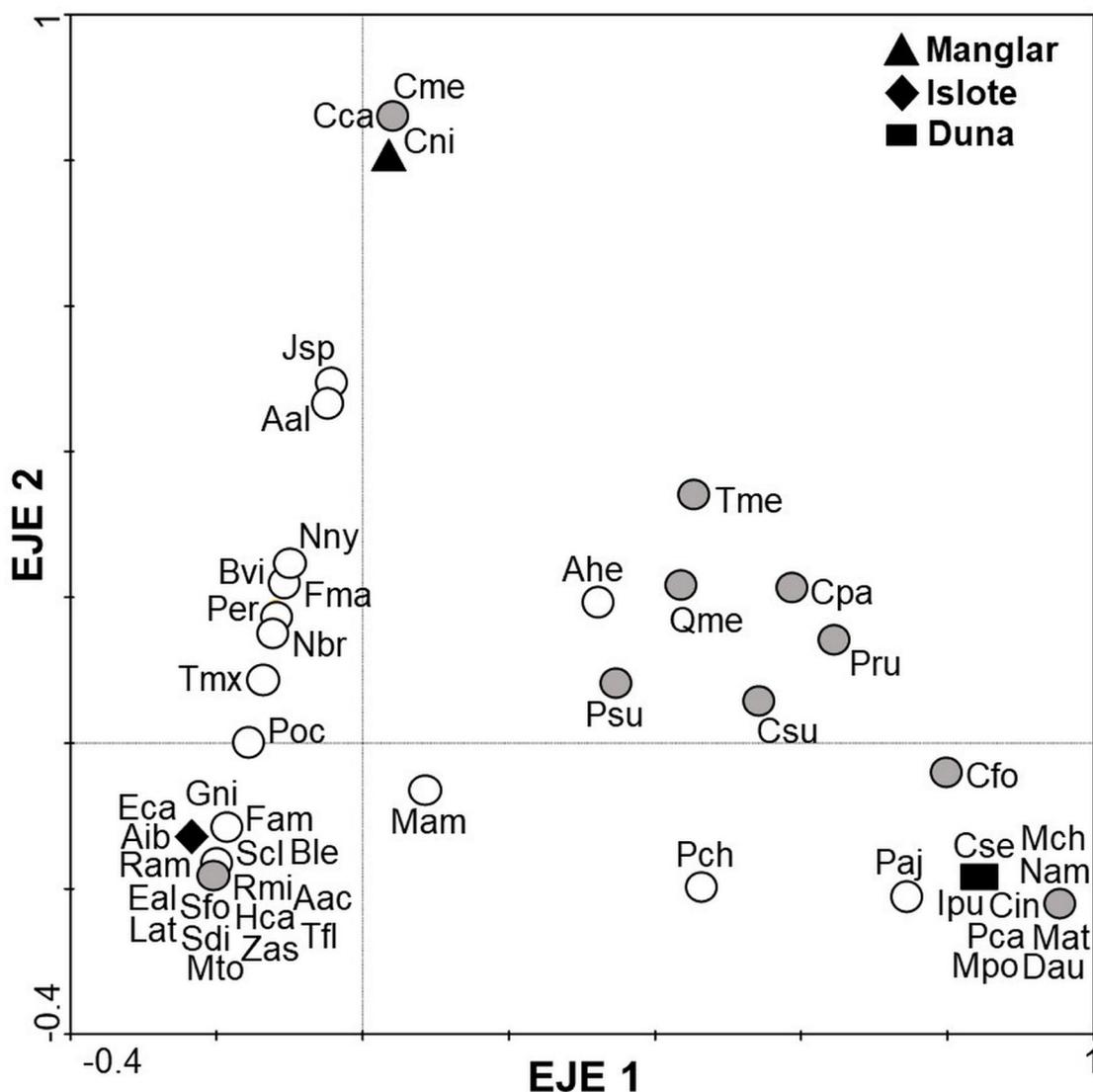


Figura 4. Análisis de correspondencia de las especies de aves acuáticas (blanco) y terrestres (gris) en tres hábitats costeros de la Laguna de Mitla, Guerrero, México. El código de cada especie de ave se muestra en la tabla I.

de este estudio representa el 13% de la avifauna de la costa del Pacífico del estado de Guerrero (370 especies; Jacinto-Flores *et al.* 2017). Este número de especies obtenido es bajo comparado con el registrado en otros ambientes costeros del Pacífico sur mexicano (Rioja-Paradela *et al.* 2014, Galicia-García *et al.* 2019). Sin embargo, en estas comparaciones se debe tomar en cuenta el esfuerzo de muestreo y la extensión territorial de los sistemas lagunares. Por ejemplo, en este estudio se registraron 49 especies de aves en una superficie muestreada de 680 ha, comparado a 75 y 69 especies de aves registradas en superficies de 2600 ha y 4750 ha, respectivamente (Rioja-Paradela *et al.* 2014, Galicia-García *et al.* 2019). Estas comparaciones reflejan que la riqueza de aves en los hábitats costeros de la laguna de Mitla no es tan baja cuando se toma en cuenta la extensión territorial de los sistemas lagunares. Sin embargo, es posible reconocer que existe una ausencia de registros de aves terrestres como el martín pescador verde (*Chloroceryle americana*), el cuclillo manglero (*Coccyzus minor*), y el cuclillo terrestre (*Morococcyx erythropygus*), y acuáticas como el rascón de cuello gris (*Aramides cajaneus*), la garza cucharón (*Cochlearius cochlearius*), el costurero pico largo (*Limnodromus scolopaceus*), cuya presencia se ha documentado en las costas del Pacífico mexicano (Jacinto-Flores *et al.* 2017).

Aunque es posible que algunas especies no se hayan detectado, la ausencia de varias de ellas y que suelen ser típicas de estos hábitats costeros también puede deberse a la intensa actividad agropecuaria y al continuo desarrollo urbano. Estas actividades han ejercido impactos negativos en la cobertura forestal de los ecosistemas costeros en la región, ya que se estima que más del 21%

de la vegetación original se ha perdido en la costa del Pacífico de Guerrero (SEMARNAT 2013). Como consecuencia, estas modificaciones antrópicas originan la pérdida de servicios ecosistémicos (soporte: sitios de alimentación y reproducción para las aves; De Groot *et al.* 2018, Medina-Valdivia *et al.* 2021) que disminuyen la riqueza de especies de aves en los hábitats costeros del área de estudio. La franja costera del Pacífico es considerada una zona altamente turística (Meléndez-Herrada *et al.* 2015). Esta actividad económica incrementa la afluencia humana que puede poner en riesgo la estabilidad de muchas especies de aves en los ambientes costeros.

El islote y el manglar presentaron la mayor riqueza y diversidad de especies de aves. Ambos hábitats son dominados por el mangle rojo, un ecosistema altamente productivo (Rodríguez-Zúñiga *et al.* 2013). Esta productividad representa mayor disponibilidad de recursos como sitios de reproducción, alimentación y descanso para varias especies de aves acuáticas como el pato cucharón norteno, la garcita verde (*Butorides virescens*), la jacana nortena (*Jacana spinosa*) y la avoceta americana (*Recurvirostra americana*). Además, los manglares son considerados zonas de transición entre ecosistemas terrestres y marinos (Rodríguez-Zúñiga *et al.* 2013), lo que incrementa la riqueza y diversidad de especies de aves en el islote y el manglar. En particular, la ubicación del islote dentro de la laguna explica la mayor riqueza de especies de aves de este sitio. El aislamiento y la distancia que tiene el islote respecto a la superficie terrestre, permite que las aves sean menos perturbadas por actividades turísticas y/o productivas de la población humana. Por ejemplo, algunos grupos de aves acuáticas como garzas, chorlitos y patos utilizan

los islotes para refugiarse, reproducirse y anidar lejos de las poblaciones humanas (Howell & Webb 1995, Behrouzi-Rad *et al.* 2015, Caseiro-Silva *et al.* 2023). Por lo tanto, la ubicación del islote dentro de la laguna es un factor que incrementó su número de especies de aves. Otra razón es la mezcla de especies de aves acuáticas y terrestres (en total 14 especies) como la patamarilla menor (*Tringa flavipes*), el rayador americano (*Rynchops niger*), la paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*), el martín pescador de collar (*Megaceryle torquata*) que únicamente se registraron en el islote.

Además, la mayor riqueza de especies en el islote también es explicada por el arribo de un mayor número de especies de aves migratorias (17 especies) como el avetoro norteño (*Botaurus lentiginosus*), la gallareta americana (*Fulica americana*) y la cerceta alas azules (*Spatula discors*) que son típicas de humedales (Howell & Webb 1995). Este resultado coincide con estudios previos que han documentado que los manglares albergan un gran número de especies de aves migratorias (Albanese & Davis 2015). Las aves residentes como el ibis blanco, el martín pescador de collar y la garza tigre mexicana (*Tigrisoma mexicanum*) fueron únicamente registradas en el islote y el manglar. Estas especies utilizan los manglares como sitios de alimentación y reproducción a lo largo del año (Rodríguez-Zúñiga *et al.* 2013, Blake-Bradshaw *et al.* 2020). Esto es importante porque el mangle rojo es una especie que se encuentra amenazada por perturbaciones antropogénicas (SEMARNAT 2010). Esto sugiere que, si el islote y el manglar desaparecen en el área de estudio, también lo harían las especies de aves asociadas a estos hábitats, particularmente aquellas que se encuentran protegidas por las normas

nacionales e internacionales como el avetoro norteño (*Botaurus lentiginosus*), el playero rojo, la cigüeña americana (*Mycteria americana*) y la garza tigre mexicana (SEMARNAT 2010, IUCN 2024).

Los cinco gremios acuáticos fueron más frecuentes en el islote. Algunos buscadores aéreos (la gaviota reidora [*Leucophaeus atricilla*] y el charrán de Forster [*Sterna forsteri*]), hervíboros (el pato golondrino [*Anas acuta*] y el playero rojo), sondeadores profundos (el ibis blanco y el ibis ojos rojos [*Plegadis chihi*]), sondeadores someros (la avoceta americana y la patamarilla menor) y zancudas (el avetoro norteño y la garza tigre mexicana) presentan requerimientos alimentarios asociados con cuerpos de agua. Por ejemplo, algunos buscadores aéreos y sondeadores someros utilizan los hábitats costeros para alimentarse de artrópodos, incluidos aquellos que son considerados vectores de enfermedades como mosquitos y garrapatas (Green & Elmberg 2014, Green *et al.* 2023). Los excavadores de corteza (el carpintero enmascarado), los recolectores al suelo (*v.g.* la tortolita cola larga, el tordo cabeza café, el picogordo azul [*Passerina caerulea*]) y los recolectores arbóreos (*v.g.* la urraca cara blanca [*Cyanocorax formosus*], la calandria dorso rayado, el luis bienteveo [*Pitangus sulphuratus*]) estuvieron mejor representados en la duna. Estos ambientes son estructuralmente simples, pero pueden albergar distintos grupos de plantas y animales con los que la avifauna interactúa (Martínez & Psuty 2004, Jiménez-Orocio *et al.* 2015). Por ejemplo, altas densidades de artrópodos y pequeños vertebrados (*v.g.* anfibios, reptiles, mamíferos) asociados a las dunas sirven como alimento para los excavadores de corteza y algunos

recolectores arbóreos como la urraca cara blanca y el luis bienteveo. Asimismo, los recolectores al suelo y los recolectores arbóreos que suelen consumir semillas y frutos, respectivamente, juegan un papel importante en la colonización y sucesión vegetal, así como en la conectividad espacial de los sistemas costeros. Por lo tanto, si existiera pérdida de estos grupos de aves, esto podría afectar sus funciones ecológicas como la dispersión de semillas y el control de plagas que permiten mantener la dinámica e integridad de los hábitats costeros (Şekercioglu 2006, Green & Elmberg 2014).

La composición de especies de aves acuáticas y terrestres varió entre los tres hábitats costeros. El islote y el manglar compartieron 14 especies de aves acuáticas, mientras que las aves terrestres (13 especies) estuvieron más asociadas a la duna. La distribución de las aves acuáticas y terrestres entre ambientes está relacionada con los requerimientos ecológicos y el comportamiento alimentario de las especies. Por ejemplo, las aves acuáticas como la garcita verde, la gallareta americana, la jacana norteña y la garza tigre mexicana se asocian a humedales con vegetación densa, ya que su dieta depende de cuerpos de agua para la captura de insectos y pequeños vertebrados como anfibios, reptiles y mamíferos (Howell & Webb 1995). Las aves terrestres como la tortolita cola larga, la calandria dorso rayado, el tordo cabeza café y el picogordo azul, prefieren buscar semillas, insectos y frutos en zonas abiertas como las dunas. Además, algunas aves acuáticas como el chorlo semipalmeado, el pijije alas blancas (*Dendrocygna autumnalis*) y el zarapito pico largo también estuvieron únicamente asociadas a la duna donde encuentran alimento y sitios para anidar

(Howell & Webb 1995).

Los tres hábitats costeros incluidos en este estudio son importantes para varias especies de aves acuáticas y terrestres, particularmente aquellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Este estudio puede servir como una herramienta para el desarrollo de proyectos productivos sustentables como la observación de aves y el ecoturismo que permitan un mejor manejo y conservación de la biodiversidad por las comunidades humanas locales en los sistemas lagunares y hábitats costeros del estado de Guerrero. Se recomienda que se realicen estudios que describan la composición y estructura de las comunidades de aves, así como aquellos que evalúen las interacciones con su alimento y los efectos potenciales de las actividades antropogénicas en la laguna de Mitla.

Agradecimientos

A la Facultad de Ciencias Químicas Biológicas de la Universidad Autónoma de Guerrero por el apoyo brindado para la realización de esta investigación. A Diana Ruíz por su apoyo en el trabajo de campo. A Isela Salazar por el diseño del mapa del área de estudio. A los revisores anónimos por sus recomendaciones para mejorar este trabajo.

Referencias

- Albanese, G. & C. Davis. 2015. Characteristics within and around stopover wetlands used by migratory shorebirds: is the neighborhood important? *Condor* 117(3):328-340. <https://doi.org/10.1650/CONDOR-14-166.1>
- Baschuk, M.A., N. Koper, D.A. Wrubleski & G. Goldsborough. 2012. Effects of water depth, cover and food resources on habitat use of marsh birds and waterfowl in boreal wetlands of Manitoba, Canada. *Waterbirds* 35(1):44-55. <https://doi.org/10.1675/063.035.0105>

- Behrouzi-Rad, B., Maktabi, P. & Jafarnejad, A. 2015.** Density and diversity of water birds and terrestrial birds at islands in Karoon river in Ahvaz city. *Coastal and Marine Research* 3(1):1-9.
- Berlanga, H., H. Gómez de Silva, V.M. Vargas-Canales, V. Rodríguez-Contreras, L.A. Sánchez-González, R. Ortega-Álvarez & R. Calderón-Parra. 2019.** Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO, México D.F.
- Blake-Bradshaw, A.G., J.D. Lancaster, J.R. O'Connell, J.W. Matthews, M.W. Eichholz & H.M. Hagy. 2020.** Suitability of wetlands for migrating and breeding water birds in Illinois. *Wetlands* 40:1993-2010. <https://doi.org/10.1007/s13157-020-01276-7>
- 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(1):205-215.
- Caseiro Silva, F., Azevedo Faria, F., Barreto, C.T., Fernandez, C.N. & Bugoni, L. 2023.** Colonial waterbirds provide persistent subsidies to swamp forests along an estuarine island food chain. *Oecologia* 202:113-127. <https://doi.org/10.1007/s00442-023-05377-y>
- Chao A. 2005.** Species estimation and applications. Pp: 7907-7916. In: Kotz S., N. Balakrishnan, C.B. Read & B. Vidakovic (eds.), *Encyclopedia of Statistical Sciences* Wiley. 2a ed., Wiley, New York.
- Chesser, R.T., S.M. Billerman, K.J. Burns, C. Cicero, J.L. Dunn, B.E. Hernández-Baños, R.A. Jiménez, O. Johnson, A.W. Kratter, N.A. Mason, P.C. Rasmussen & J.V. Remsen, Jr. 2024.** Check-list of North American birds (online). American Ornithological Society. Consultado el 25 de agosto de 2024: <http://checklist.americanornithology.org/taxa>
- Colwell, R.K. 2013.** EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 9.1.0, University of Connecticut, Storrs.
- De Groot, D., L. Brander & C.M. Finlayson. 2018.** Wetland ecosystem services. Pp: 323-333. In: Finlayson C.M, M. Everard, K. Irvine, R. McInnes, B. Middleton, A. van Dam & N.C. Davidson (eds.), *The wetland book: I: structure and function, management, and methods*. Springer, New York.
- Galicia-García, M.T., E.I. Romero-Berny, G. Mera-Ortíz & J.M. López-Vila. 2019.** Efecto del hábitat sobre la avifauna del sistema lagunar costero La Joya-Buenavista, Chiapas, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 6(17):317-331.
- García, E. 2004.** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía-UNAM, México, 97 pp.
- Gillespie, C.R. & J.J. Fontaine. 2017.** Shorebird stopover habitat decisions in a changing landscape. *Journal of Wildlife Management* 81(6):1051-1062. <https://doi.org/10.1002/jwmg.21271>
- González, A., M. Acosta, L. Mugica & I. García-Lau. 2019.** Gremios de aves acuáticas en un humedal de Cuba. *Huitzil* 20(2):e-517.
- González-Gajardo, A., P.V. Sepúlveda & R. Schlatter. 2009.** Waterbird assemblages and habitat characteristics in wetlands: influence of temporal variability on species-habitat relationships. *Waterbirds* 32(2):225-233. <https://doi.org/10.1675/063.032.0203>
- González-García, F. & H. Gómez de Silva. 2003.** Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. Pp: 150-194. In: Gómez de Silva H. & O.A. de Ita (eds.), *Conservación de aves: experiencias en México*. CIPAMEX-CONABIO-NFWFP, México, 408 pp.
- González-Salazar, C., E. Martínez-Meyer & G. López-Santiago. 2014.** A hierarchical classification of trophic guilds for North American birds and mammals. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85(3):931-941. <https://doi.org/10.7550/rmb.38023>
- Green, A.J., Á. Lovas-Kiss, C. Reynolds, E. Sebastián-González, G.G. Silva, C.H.A. van Leeuwen & D.M. Wilkinson. 2023.** Dispersal of aquatic and terrestrial organisms by waterbirds: a review of current knowledge and future priorities. *Freshwater Biology* 68(2):173-190. <https://doi.org/10.1111/fwb.14038>
- Green, A.J. & J. Elmberg. 2014.** Ecosystem services provided by waterbirds. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 89(1):105-122. <https://doi.org/10.1111/brv.12045>
- Howell, S.N.G. & Webb, S. 1995.** A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. 1ra edición, Oxford University Press, New York, 851 pp.
- Hsieh, T.C., K.H. Ma & A. Chao. 2016.** iNEXT: an R package for interpolation and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution* 7(12):1451-1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- IUCN. 2024.** The IUCN red list of threatened species. Version 2024-1. Consultado el 20 agosto de 2024 de <https://www.iucnredlist.org>

- Jacinto-Flores, N.E., L.A. Sánchez-González & R.C. Almazán-Núñez. 2017.** Patrones de distribución y zonas prioritarias para la conservación de la avifauna de la costa del Pacífico de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88(4):960-977. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.038>
- Jiménez-Orocio, J., I. Espejel & M.L. Martínez. 2015.** La investigación científica sobre dunas costeras de México: origen, evolución y retos. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86(2):486-507. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.04.022>
- Jost, L. 2006.** Entropy and diversity. *Oikos* 113(2):363-375. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- MacGregor-Fors, I. & M.E. Payton. 2013.** Contrasting diversity values: statistical inferences based on overlapping confidence intervals. *PLoS ONE* 8(2):e56794. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056794>
- Martínez, M.L. & N.P. Psuty. 2004.** Coastal dunes: ecology and conservation. 1ra edición, Springer-Verlag, Berlin, 388 pp.
- Medina-Valdivia, S.A., C. Maganda-Ramírez, R.C. Almazán-Núñez, A.L. Rodríguez-Herrera, C. Rodríguez-Alviso & J.L. Rosas-Acevedo. 2021.** Valoración participativa de servicios ecosistémicos en Laguna de Nuxco, Guerrero. *Regions and Cohesion* 11(2):83-110. <https://doi.org/10.3167/reco.2021.110205>
- Meléndez-Herrada, A., A. Chimal, A. Figueroa, E. Vázquez & F.M. García. 2015.** Biodiversidad de Barra de Potosí, Guerrero, México: hacia una interacción entre conservación y turismo. 1ra edición, Universidad Autónoma Metropolitana, México, 260 pp.
- Navarro-Sigüenza, A.G., M.F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, P.A. Townsend, H. Berlanga-García & L.A. Sánchez-González. 2014.** Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:476-495. <https://doi.org/10.7550/rmb.41882>
- Peterson, T. & R. Chalif. 1989.** Guía de aves de México. 1ra edición, Diana, México, 473 pp.
- Pineda-López, R. & I. Zuria. 2019.** Recomendaciones para el muestreo de aves acuáticas en ambientes lénticos del centro de México. Pp: 363-386. In: Ornelas-García, C.P., F. Álvarez & A. Wegier (eds.), *Antropización: primer análisis integral IBUNAM-CONACYT*, México.
- Ramírez-Bastida, P., A.G. Navarro-Sigüenza & A.T. Peterson. 2008.** Aquatic bird distributions in Mexico: designing conservation approaches quantitatively. *Biodiversity and Conservation* 17:2525-2558. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9398-0>
- Ramírez-Herrera, M.T., A.B. Cundy, V. Kostoglodov, A. Carranza-Edwards, E. Morales, & S. Metcalfe. 2007.** Sedimentary record of late-Holocene relative sea-level change and tectonic deformation from the Guerrero seismic gap, Mexican Pacific Coast. *The Holocene* 17(8):1211-1220. <https://doi.org/10.1177/0959683607085127>
- R Development Core Team. 2021.** R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Rioja-Paradela, T., A. Carrillo-Reyes & E. Espinoza-Medinilla. 2014.** Effect of temporal lakes on avifaunal composition at the southeast of Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical* 62(4):1523-1533. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i4.12994>
- Rodríguez-Zúñiga, M.T., C. Troche-Souza, A.D. Vázquez-Lule, J.D. Márquez-Mendoza, B. Vázquez-Balderas, L. Valderrama-Landeros, S. Velázquez-Salazar, M.I. Cruz-López, R. Ressler, A. Uribe-Martínez, S. Cerdeira-Estrada, J. Acosta-Velázquez, J. Díaz-Gallegos, R. Jiménez-Rosenberg, L. Fueyo-MacDonald & C. Galindo-Leal. 2013.** Manglares de México: extensión, distribución y monitoreo. 1ra edición, CONABIO, México, 128 pp.
- Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente-Bousquets, G. Halffter, R. González, I. March, A. Mohar, S. Anta, J. de la Maza, R. Pisanty, T.U. Haas, S.P.R. González & G.G. Méndez. 2017.** Capital natural de México. Síntesis: evaluación del conocimiento y tendencias de cambio, perspectivas de sustentabilidad, capacidades humanas e institucionales. 1ra edición, CONABIO, México, 126 pp.
- SEDATU. 2021.** Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial 2020-2024. Ley General de Asentamiento Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, Diario Oficial de la Federación. Consultado el 25 marzo 2024: <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/estrategia-nacional-de-ordenamiento-territorial-de-la-sedatu-2020-2040>
- Şekercioğlu, Ç.H. 2006.** Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology and Evolution* 21(8):464-71. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.05.007>
- 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. 30 de diciembre de 2010. Consultado el 20 de agosto de 2024: <https://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-059-semarnat-2010>

SEMARNAT. 2013. Inventario Estatal Forestal y de Suelos del estado de Guerrero. 1ra edición, CONAFOR-SEMARNAT, México, 170 pp.

Sibley, D.A. 2000. The Sibley guide to birds. 2da edición, Alfred A. Knopf, New York, 598 pp.

ter Braak, C.J.F. & P. Šmilauer. 2002. CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5). Ithaca, New York.

Villeras-Salinas, S., J. Violante-González, N. García-Castro & L. Alonzo-Guzmán. 2016. Environmental deterioration of the Tecomate Coastal Lagoon, in the Guerrero state, Mexico. *International Journal of Geosciences* 7(1):1-10.