

**Habitat use by waterbirds in El Soldado estuary,
Guaymas, Sonora, Mexico**

Uso del hábitat por las aves acuáticas en el estero El Soldado, Guaymas, Sonora, México

German Nepomuceno Leyva García¹, Daniel Guevara Aguirre,
Jaqueline García Hernández

Resumen

Los humedales son imprescindibles para las aves acuáticas en su ciclo vital. Estos ecosistemas, deben de cumplir con requerimientos particulares para cada especie, ya que se ha observado que parámetros como la riqueza de especies, la abundancia y la diversidad de aves alcanzan valores más altos en humedales más grandes y estructuralmente más heterogéneos, con una dinámica estacional importante. El presente estudio se realizó en el estero El Soldado (EES) de octubre de 2017 a septiembre de 2018. Se realizaron dos conteos que representaron la abundancia en marea alta y marea baja. Se agruparon tres actividades generales: alimentación (C1), descanso (C2) y vuelo (C3); así como cuatro hábitos alimenticios: nadadores/buceadores (N/B), playeros/limícolas (P/L), predadores aéreos (Pa) y vadeadores (V). El número de aves no se relacionó con ningún periodo de marea. Las mayores abundancias mensuales se dieron en cinco zonas (II, III, IV, V y VII). Temporalmente; en el invierno se tuvieron las mayores abundancias. Las poblaciones de aves usan mayormente la zona III en otoño-primavera y la zona VII en verano. C1 se relacionó con las zonas IV, V, VI y VII; C2 se relaciona con la zona II y III y C3 se relaciona con la zona I. Las zonas I, II y VII se relacionó con P/L, las zonas III y VII se relacionó con Pa y las Zonas IV y VI con N/B. Los datos muestran la importancia que tiene la diversidad de hábitats en el EES. Los resultados enfatizan el manejo del ANP en zonas para su conservación.

Palabras clave: marea, actividad ecológica, comportamiento alimenticio.

¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Email: gleyva@ciad.mx

Abstract

Wetlands are essential for water birds in their life cycle. These ecosystems must meet particular requirements for each species. Parameters such as species richness, abundance and diversity of birds reach higher values in larger and structurally more heterogeneous wetlands, with an important seasonal dynamic. The present study was carried out in the Estero El Soldado (EES) from October 2017 to September 2018. Two counts were performed that represented the abundance at high tide and low tide. Three general activities were grouped: food (C1), rest (C2) and flight (C3); as well as four eating habits: swimmers/divers (N/ B), beach/waders (P/L), aerial predators (Pa) and waders (V). The number of birds was not related to any tidal period. The largest monthly abundances occurred in five zones (II, III, IV, V and VII). Temporarily; in winter they had the greatest abundance. Bird populations use mostly fall-spring zone III and zone VII in summer. C1 was related to zones IV, V, VI and VII; C2 is related to zone II and III and C3 is related to zone I. Zones I, II and VII related to P/L, zones III and VII related to Pa and Zones IV and VI with N/B. The data shows the importance of habitat diversity in the EES. The results emphasize the management of the ANP in areas for its conservation.

Key words: tide, ecological activity, eating behavior.

Introducción

Los humedales son imprescindibles para las aves acuáticas en su ciclo vital usando sus recursos en la alimentación, descanso y reproducción; en escala espacial y temporal (Paton *et al.*, 2009). Estos ecosistemas, deben cumplir con requerimientos espaciales y temporales, en cantidad y calidad.

Algunos de los requerimientos básicos incluyen: profundidad del agua, fluctuación del nivel del agua, vegetación, salinidad, topografía, tipo de alimento, accesibilidad del alimento, tamaño y conectividad con otros humedales (Bancroft *et al.*, 2002; Bolduc y Afton, 2004; Paracuellos y Tellería, 2004; Ma *et al.*, 2010). En su permanencia en un lugar determinado, las aves acuáticas son consumidores en diferentes niveles tróficos (Miranda y Collazo, 1997; Ntiamoa-Baidu *et al.* 1998; Sibley 2001; Charalambidou y Santamaría, 2002; Figueroa y Green, 2002; Green *et al.* 2005); también juegan un papel fundamental en la dispersión de plantas e invertebrados (Charalambidou y Santamaría, 2002; Figueroa y Green, 2002; Urfi, 2017); y representan importantes vínculos en procesos energéticos y transporte de nutrientes (Erwin, 1996; Post *et al.*, 1998; Urfi, 2017).

Parámetros como la riqueza de especies, la abundancia y la diversidad de aves alcanzan valores más altos en humedales más grandes y estructuralmente más heterogéneos, con una dinámica estacional importante (González-Gajardo *et al.*, 2009). Las aves realizan movimientos por los diversos tipos de hábitats que conforman el ecosistema, esta variación del uso del hábitat, permite la coexistencia de especies con requerimientos ecológicos similares (Heimsath *et al.*, 1993), esto es gracias a las adaptaciones anatómicas las cuales producen diferencias en el tipo de alimentación, hábitos diurnos y nocturnos, utilizando medios visuales y/o táctiles para localizar a su presa: picotear, sondear, encajar, barrer y arar; al igual sus técnicas de búsqueda-asecho pueden ser individualmente o comunitaria; o en bandadas de diversos tamaños (Robert *et al.*, 1989, Ntiamoa-Baidu *et al.*, 1998; Bolduc y Afton, 2008).

El objetivo del presente estudio es evaluar la presencia de la fauna aviar en los diversos hábitats (unidades geomorfológicas) del Estero El Soldado, comparando, principalmente; diferencias en los periodos de marea, durante un año de monitoreo. El análisis espacio-temporal del uso del hábitat da valiosa información sobre la utilización de recursos, considerando las zonas de mayor importancia para las diferentes especies dentro del humedal y el manejo de su conservación.

Materiales y métodos

Área de estudio

El Estero El Soldado (EES), es una laguna costera de 322 ha., localizada entre las coordenadas 27° 57' N y 110° 29' O, entre la ciudad de Guaymas (20 km al noroeste) y San Carlos, Nuevo Guaymas (10 km al este), en el estado de Sonora (figura 1). Se conecta al mar (Bahía San Francisco) mediante una boca muy dinámica y presenta una profundidad media de 60 cm (Estado de Sonora-CEDES, 2018). El clima es del tipo seco muy cálido, con una precipitación promedio anual de 233.49 mm, la vegetación está representada por manglar (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*), siendo el límite más norteño del continente de estas especies juntas; así como vegetación halófitas, pastos marinos, etc. (Arizmendi y Valdemar, 2000). Tomando esto en cuenta, en 2006, fue decretada Área Natural Protegida del Estado de Sonora como Zona Sujeta a Conservación Ecológica (Estado de Sonora-CEDES, 2018). Es la AICA 212, desde 1999 (Arizmendi y Valdemar, 2000). En 2011, se declaró sitio RAMSAR (Morzaria-Luna *et al.*, 2014).

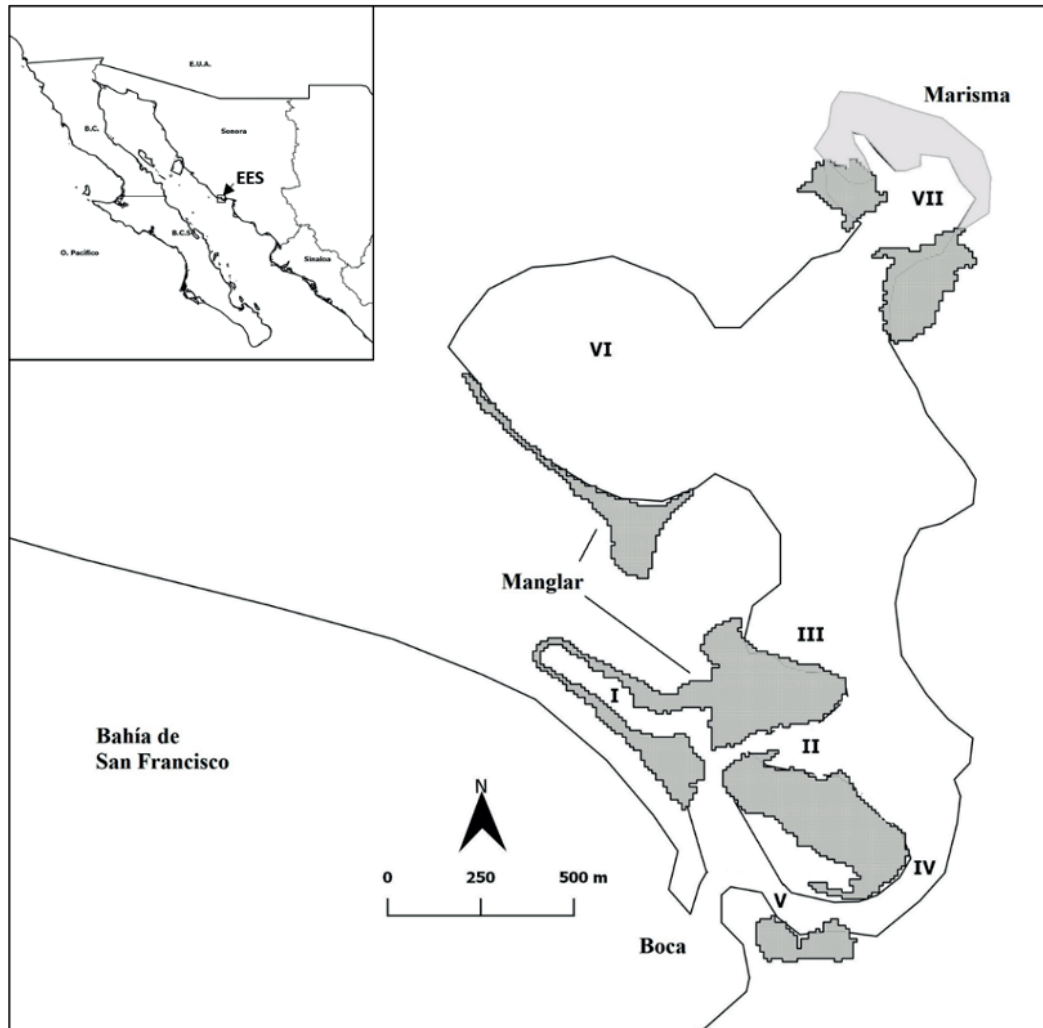


Figura 1. Estero el Soldado (EES) y Unidades geomorfológicas (números romanos).

Monitoreo

Los conteos fueron realizados en el periodo comprendido de octubre de 2017 a septiembre de 2018, siempre fueron en el transcurso de los últimos doce días del mes. Para cada día de muestreo, se realizaron dos conteos que representaron la marea alta y la marea baja. El muestreo se realizó de acuerdo con la zonificación de Guzmán (1993) y Tordesillas-Balard (1997) que definieron unidades geomorfológicas (tabla I), dadas por la suma de las siguientes características: aguas superficiales y subterráneas, geología, edafología y vegetación. En cada unidad se realizaron transectos (de diferentes longitudes) a bordo de kayak y a pie, dependiendo de la profundidad del agua (Tordesillas-Balard, 1997), en donde se registró el número de individuos por especie. Las observaciones se hicieron siempre por la misma persona, utilizando un binocular Alpen de 8x42 y telescopio Bausch Lomb 15X-60X.

Abundancia y uso de hábitat

Se calculó la abundancia en individuos por unidad de muestreo, en cada mes, temporada y zona. Se registraron 3 hábitos generales: alimentación (C1), descanso (C2) y vuelo (C3). También se registró el gremio alimenticio: nadadores/buceadores (N/B), playeros/limícolas (P/L), predadores aéreos (Pa) y vadeadores (V) (Tordesillas-Balard, 1997).

Tabla I. Características de la zonificación del EES (Guzmán (1993).

Zona	Área (ha.)	Hidro-topografía gral.	Vegetación predominante
I	7.95	Bajos arcillo-arenosos, algunos canales profundos	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>)
II	3.07	Bajos arcillo-arenosos, algunos canales profundos	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>)
III	1.05	Bajos arenosos que se exponen en marea en baja	Mangle negro (<i>Avicennia germinans</i>)
IV	12.75	Canales profundos	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>), pasto marino (<i>Zostera marina</i>) en invierno
V	5.08	Ambiente altamente dinámico, con influencia marina, que comprende la boca del estero y los bajos de arena que se forman frente a la boca durante la marea baja.	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>), Vegetación halófitas
VI	7.73	Cuenca profunda (vaso).	Franja delgada de mangle negro (<i>Avicennia germinans</i>)
VII	1.01	Llanuras fangosas sujetas a inundaciones y salitrales.	Vegetación halófitas

Análisis estadístico

Con ayuda del paquete estadístico Statistica 7.0®, se realizó un Análisis de Varianza (ANDEVA) de una vía con la finalidad de comparar el número de aves que se observaron durante todo un año de muestreo durante periodos de marea alta y periodos de marea baja. Adicionalmente se realizó una prueba de Tukey para ver diferencias estacionales entre el número de aves. Se realizó un análisis exploratorio de correspondencia (AC) con la finalidad de observar la relación que existe entre las siete zonas de estudio, la temporalidad de la abundancia, el tipo de comportamiento y gremio de las aves.

Resultados y discusión

Las especies identificadas en el año de monitoreo fueron 58, las cuales pertenecían a 16 familias (tabla 2). Las familias Ardeidae, Laridae, Scolopacidae y Anatidae juntas; representan el 65.51 % del total de las especies. La temporalidad de las especies estuvo representada por 33 residentes (57%) y 25 migratorias (43%). Los grupos de mayor representación migratoria son la familia Scolopacidae y Anatidae. Mientras que la familia Ardeidae y Laridae; son las familias que representa la mayor proporción de especies residentes. Esta proporción es similar a lo encontrado en otros humedales costeros del Golfo de California y Pacífico mexicano (Guzmán *et al.*, 1994; Cupul-Magaña, 2000; Martínez y Cupul-Magaña, 2002; Hernández-Vázquez, 2005; Amador *et al.*, 2006; Zárate-Ovando *et al.*, 2008; Sánchez-Bon *et al.*, 2010). En el transcurso del monitoreo se obtuvieron un total de 6,445 registros, de los cuales: 2,862 fueron en marea alta y 3,583 fueron en marea baja. Esto nos muestra que la cantidad de aves no tuvo afinidad por la condición de marea en los días de muestreo ($F=0.285$, $p=0.598$).

Tabla II. Familias identificadas en el estero El Soldado. Clasificación según la American Ornithological Society (Chesser et al. 2022). Nadadores/buceadores (N/B), playeros/limícolas (P/L), predadores aéreos (Pa) y vadeadores (V) (Tordesillas-Balard, 1997).

Nombre común	Nombre científico	Familia	Gremio
Pato golondrino	<i>Anas acuta</i>		N/B
Cerceta ala verde	<i>Anas crecca</i>		N/B
Pato monja	<i>Aythya affinis</i>		N/B
Pato cabeza roja	<i>Aythya americana</i>	Anatidae	N/B
Pato boludo menor	<i>Bucephala albeola</i>		N/B
Mergo copetón	<i>Mergus serrator</i>		N/B
Mergo cresta blanca	<i>Lophodytes cucullatus</i>		N/B
Zambullidor pico grueso	<i>Podilymbus podiceps</i>		N/B
Zambullidor orejón	<i>Podiceps nigricollis</i>	Podicipedidae	N/B
Rascon costero del Pacífico	<i>Rallus obsoletus</i>	Rallidae	P/L
Avoceta americana	<i>Recurvirostra americana</i>		P/L
Candelero americano	<i>Himantopus mexicanus</i>	Recurvirostridae	P/L
Ostrero americano	<i>Haematopus palliatus</i>	Haematopodidae	P/L
Chorlo gris	<i>Pluvialis squatarola</i>		P/L
Chorlo nevado	<i>Charadrius nivosus</i>		P/L
Chorlo semipalmeado	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Charadriidae	P/L
Chorlo pico grueso	<i>Charadrius wilsonia</i>		P/L

Continúa....

Nombre común	Nombre científico	Familia	Gremio
Picopando canelo	<i>Limosa fedoa</i>		P/L
Playero alzacolita	<i>Actitis macularius</i>		P/L
Playero pihuiui	<i>Tringa semipalmata</i>		P/L
Patamarilla mayor	<i>Tringa melanoleuca</i>		P/L
Zarapito pico largo	<i>Numenius americanus</i>	Scolopacidae	P/L
Costurero pico corto	<i>Limnodromus griseus</i>		P/L
Playero chichicuilote	<i>Calidris minutilla</i>		P/L
Playero occidental	<i>Calidris mauri</i>		P/L
Zarapito trinador	<i>Numenius phaeopus</i>		P/L
Falaropo de cuello rojo	<i>Phalaropus lobatus</i>		P/L
Gaviota pico anillado	<i>Larus delawarensis</i>		Pa
Gaviota patas amarillas	<i>Larus livens</i>		Pa
Gaviota bonaparte	<i>Chroicocephalus philadelphia</i>		Pa
Gaviota reidora	<i>Leucophaeus atricilla</i>		Pa
Gaviota ploma	<i>Larus heermanni</i>	Laridae	Pa
Rayador americano	<i>Rynchops niger</i>		Pa
Charrán real	<i>Thalasseus maximus</i>		Pa
Charrán elegante	<i>Thalasseus elegans</i>		Pa
Charrán caspia	<i>Hydroprogne caspia</i>		Pa
Charrán mínimo	<i>Sternula antillarum</i>		Pa
Cigüeña americana	<i>Mycteria americana</i>	Ciconiidae	V
Fragata tijereta	<i>Fregata magnificens</i>	Fregatidae	Pa
Cormorán neotropical	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Phalacrocoracidae	N/B
Cormorán doble cresta	<i>Phalacrocorax auritus</i>		N/B
Pelicano blanco americano	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelecanidae	N/B
Pelicano café	<i>Pelecanus occidentalis</i>		N/B
Garcita verde	<i>Butorides virescens</i>		V
Garza azul	<i>Egretta caerulea</i>		V
Garza blanca	<i>Ardea alba</i>		V
Avetoro mínimo	<i>Ixobrychus exilis</i>		V
Garza dedos dorados	<i>Egretta thula</i>		V
Garza morena	<i>Ardea herodias</i>	Ardeidae	V
Garza nocturna corona clara	<i>Nyctanassa violacea</i>		V
Garza rojiza	<i>Egretta rufescens</i>		V
Garza tricolor	<i>Egretta tricolor</i>		V
Garza ganadera	<i>Bubulcus ibis</i>		V
Garza nocturna corona oscura	<i>Nycticorax nycticorax</i>		V
Ibis blanco	<i>Eudocimus albus</i>	Threskiornithidae	V
Espatula rosada	<i>Platalea ajaja</i>		V
Aguila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	Pandionidae	Pa
Martín pescador norteño	<i>Megaceryle alcyon</i>	Alcedinidae	Pa

Se presume que el número de aves presentes en el día de muestreo es casi el mismo, realizando movimientos dentro del humedal para encontrar zonas donde el alimento está disponible. Según Bolduc y Afton (2004), las comunidades de aves acuáticas están influenciadas por la accesibilidad de los alimentos, que a menudo está limitada por la profundidad del agua dentro de los humedales.

La agrupación de las especies por sus hábitos alimenticios fue muy similar para los cuatro gremios (figura 3). Comparando con lo encontrado con Tordesillas-Balard (1997), en dos años de muestreo (1992-1993), se encontró 35% menos especies de N/B, 18.19% menos de P/L, 38.10% menos de Pa y 7.7% más de V. Las variaciones en el número de especies pueden deberse al esfuerzo de muestreo que aumenta la probabilidad de detección (Steele *et al.*, 1984; Kujala *et al.*, 2013).

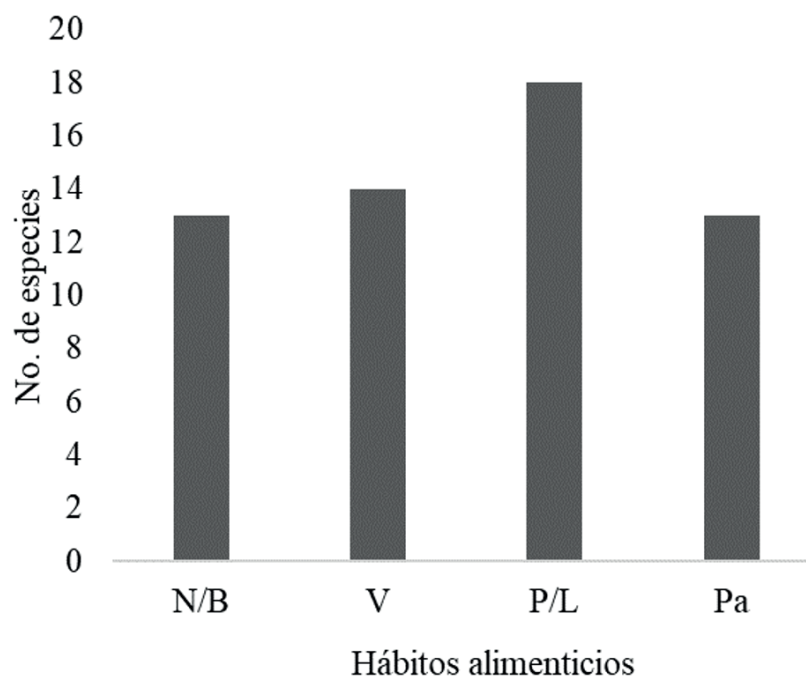


Figura 2. Número de especies observadas de acuerdo con sus hábitos alimenticios: N/B=Nadadores/Buceadores; V=Vadeadores; P/L=Playeros/Limícolas; Pa=Predadores aéreos.

La selección de hábitat está generalmente influenciada por las variables a escala local (Bancroft *et al.*, 2002). La mayor abundancia mensual fue en cinco de las siete zonas (figura 4): II, III, V, VI y VII, compartidas en: marea alta; zona III (7 meses), zona VI (1 mes) y zona VII (4 meses); marea baja: zona II (1 mes), zona III (9 meses) y zona VII (2 meses). Las zonas I y V, presentan números menores. La abundancia en estas zonas puede estar asociada a: zonas óptimas de pesca por presencia de canales (zonas II, V y VII), abundancia de cangrejos del género *Uca* (zona VII) y por manglar que usan en buscar de alimento o descanso, principalmente zona II y III (Tordesillas-Balard, 1997).

La agrupación de los meses en temporadas (figura 5), nos muestran una clara tendencia a que el mayor número de aves, en cualquier marea, se distribuyen en dos zonas: III y VIII ($R^2=0.6$).

La zona III es la de mayor importancia en la mayor parte del año pues abarca otoño, invierno y primavera, mientras la zona VII es mayormente usada en el verano. Estadísticamente se tiene que, en marea alta; durante el otoño ($F = 1.721$ $p = 0.119$) y primavera ($F = 1.474$ $p = 0.192$), no se observaron diferencias entre las diferentes zonas, mientras que el invierno ($F = 4.287$ $p < 0.001$) y verano ($F = 4.014$ $p = 0.0019$) se observaron diferencias entre las diferentes zonas. En marea baja durante el invierno ($F = 1.929$ $p = 0.077$), primavera ($F = 1.154$ $p = 0.334$) y verano ($F = 1.829$ $p = 0.098$) no se observaron diferencias entre las diferentes zonas; mientras que el otoño si tuvo diferencias ($F = 2.167$ $p = 0.048$).

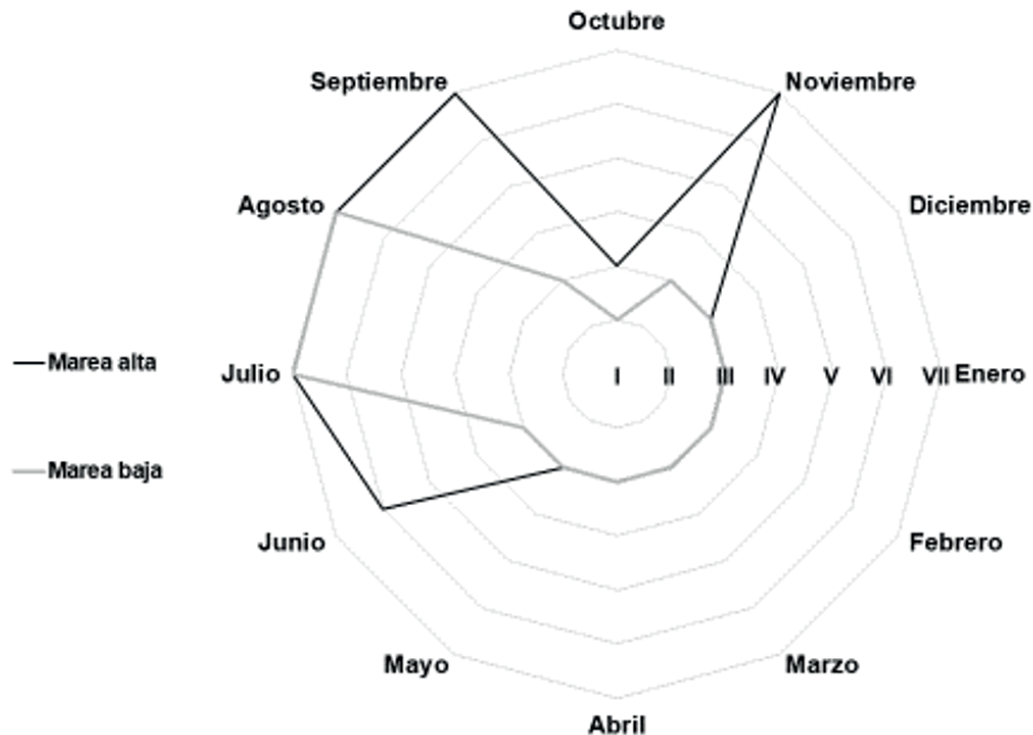


Figura 3. Comportamiento mensual de la abundancia por zona (I-VII).

El AC muestra en marea alta que C1 se relaciona con las zonas IV, V, VI y VII; C2 se relaciona con la zona III; y C3 se relaciona con la zona 1. Con relación a la marea baja observa que C1 se relaciona con las zonas IV, VI y VII; C2 con la zona II; y C3 con la zona 1. El análisis de correspondencia entre los hábitos y su relación con las zonas de muestreo, durante la marea baja, muestra que las aves con P/L y V utilizan principalmente la Zona I, la Zona II y la Zona VII; mientras que Pa

utiliza principalmente la Zona III y la Zona V; finalmente N/B utilizan principalmente la Zona IV y la Zona VI. Durante la marea alta, podemos observar en la que P/L y V utilizan principalmente la Zona I, la Zona II y la Zona VII; mientras que Pa utiliza principalmente la Zona III y la Zona V; finalmente N/B utilizan principalmente la Zona IV y la Zona VI. De manera general (tabla II) podemos determinar que durante el estudio y sin importar la el tipo de marea, las Zonas I, II y VII del estero el soldado las utilizan principalmente las aves P/L, las Zonas III y VII son utilizadas principalmente por Pa y las Zonas IV y VI son utilizadas principalmente por aves N/B.

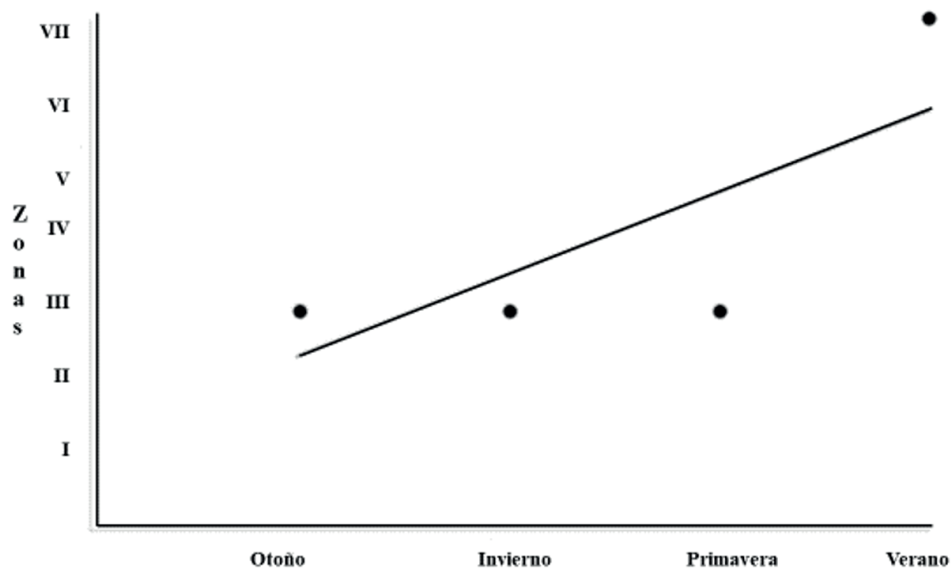


Figura 4. Comportamiento estacional de la abundancia de aves por zona (I-VII).

Lo anterior se da por la suma de factores hidrodinámicos y geomorfología del estero, primordialmente. Las mareas de otoño-primavera permiten que los bajos arenosos de la zona III, estén disponibles para las aves con cuello y patas suficientemente largas (Hattori y Mae, 2001), donde predomina C1, de V y P/L, en marea alta; y C1 y C2, cuando la marea esta baja, para V, P/L y Pa. Lo anterior no ocurre en verano, pues la marea no tiene amplitud suficiente para que los bajos arenosos sean expuestos con la extensión y tiempo necesarios. La zona VII fue muy importante en el verano para V y P/L, para cualquier periodo de marea y C1. Posiblemente la misma amplitud de mareas que afecta la zona III, beneficie el área inundable donde abundan los invertebrados. El número de V y P/L es mayor en zonas poco profundas o inundables (III y VIII), mientras que el número de especies de N/B y Pa aumentó en zonas profundas (II, IV y V). A simple vista la zona I, es usada por V y Pa, para C3 solamente. La heterogeneidad del hábitat está más relacionada con la diversidad de especies que con abundancia (González-Gajardo *et al.*, 2009).

Las relaciones entre las características del hábitat y la estructura de la comunidad variaron en las temporadas, respondiendo de manera diferente a una u otra condición del hábitat (González-Gajardo *et al.*, 2009).

Tabla III. Resumen de AC de actividad y hábitos alimenticios en las diferentes zonas.

		Zonas						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Actividad	C1				X	X	X	X
	C2			X				
	C3	X						
Hábitos alimenticios	P/L		X					X
	V	X	X					X
	Pa	X		X		X		
	N/B				X		X	

Conclusiones

El número de aves no se relacionó con ningún periodo de marea en forma general. Las mayores abundancias mensuales se dieron en cinco zonas (II, III, IV, V y VII). Temporalmente, en el invierno se tienen las mayores abundancias. Las poblaciones de aves usan mayormente la zona III de otoño-primavera y la zona VII en verano, sin tener diferencias entre periodos de mareas. La actividad de alimentación (C1) se tuvo en las zonas IV, V, VI y VII. El descanso (C2) se relaciona con la zona II y III. La actividad del vuelo (C3) se relaciona con la zona I. Las zonas I, II y VII las utilizan principalmente P/L, las Zonas III y VII son utilizadas principalmente por Pa y las Zonas IV y VI son utilizadas principalmente por aves N/B.

Los datos muestran la importancia que tiene la diversidad de hábitats en un ecosistema particular, esto puede ser atribuido a que el EES tiene una gran riqueza geomorfológica y suficientes recursos alimenticios. Los resultados enfatizan el papel de la selección del hábitat de las aves acuáticas y brindan información para que el manejo del ANP sea considerado en unidades para su conservación.

Agradecimientos

Este trabajo es parte del Programa de Monitoreo que desarrolla el Consejo Asesor de ZSCEES. Se agradece a las autoridades de ZSCEES, CEDES y el Estado de Sonora.

Literatura citada

- Amador, E., Mendoza-Salgado, R. y J. A. de Anda-Montañez. 2006. *Estructura de la avifauna durante el periodo invierno-primavera en el Estero Rancho Bueno, Baja California Sur, México*. Revista Mexicana de Biodiversidad 77: 251-259.
- Arizmendi, M. y L. Valdemar. 2000. *Áreas de importancia para la conservación de las aves en México*. CIPAMEX, CONABIO, FMCN. México.
- Bancroft, G. T., Gawlik, D. E. y K. Rutchey. 2002. *Distribution of wading birds relative to vegetation and water depths in the northern everglades of Florida, USA*. Waterbirds, 25(3):265-277.
- Bolduc, F. y A. D. Afton. 2004. *Relationships between wintering waterbirds and invertebrates, sediments and hydrology of coastal marsh ponds*. Waterbirds 27(3): 333-341.
- Bolduc, F. y A. D. Afton. 2008. *Monitoring waterbird abundance in wetlands: The importance of controlling results for variation in water depth*. Ecological modelling 216: 402-408.
- Charalambidou, I. y L. Santamaría. 2002. *Waterbirds as endozoochorous dispersers of aquatic organisms: a review of experimental evidence*. Acta Oecologica 23:165-176.
- Chesser, R. T., S. M. Billerman, K. J. Burns, C. Cicero, J. L. Dunn, B. E. Hernández-Baños, R. A. Jiménez, A. W. Kratter, N. A. Mason, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen, Jr., D. F. Stotz, y K. Winker. 2022. Check-list of North American Birds. American Ornithological Society. Consultado 03/02/2023. En: <https://checklist.americanornithology.org/taxa/>
- Cupul Magaña, F. G. 2000. *Aves acuáticas del estero El Salado, Puerto Vallarta, Jalisco*. Huitzil 1: 3-8.
- Erwin, R.M. 1996. *Dependence of waterbirds and shorebirds shallow-water habitats in the mid-Atlantic coastal region: an ecological profile and management recommendations*. Estuaries 19 (2): 213-219.
- Figuroa, J. y A. J. Green. 2002. *Dispersal of aquatic organisms by waterbirds: a review of past research and priorities for future studies*. Freshwater Biology 47: 483-494.

- Gobierno del Estado de Sonora-CEDES. 2018. *Programa de manejo de la zona sujeta a conservación ecológica Estero El Soldado*. Tomo CCII, número 11, sección IV. Hermosillo, Sonora.
- González-Gajardo, A., Sepúlveda, P. V. y R. Schlatter. 2009. *Waterbird Assemblages and Habitat Characteristics in Wetlands: Influence of Temporal Variability on Species-Habitat Relationships*. *Waterbirds* 32 (2): 225-233.
- Green, A.J., Sánchez Marta, I., Amat, F., Figuerola, F., Hontoria, F., Ruiz, O. y F. Hortas. 2005. *Dispersal of invasive and native brine shrimps Artemia (Anostraca) via waterbirds*. *Limnology and Oceanographic*, 50(2): 737-742.
- Guzmán N., M. C., 1993. *Zonificación por medio de unidades ambientales de área contigua al estero del Soldado, Guaymas, Sonora, México*. Tesis de maestría. ITESM, Campus Guaymas.
- Guzmán, J., Carmona, R., Bojórquez, M. y E. Palacios. 1994. *Distribución temporal de aves acuáticas en el estero de San José del Cabo, B.C.S, México*. *Ciencias Marinas* 20: 93-103.
- Hattori, A. y S. Mae. 2001. *Habitat use and diversity of waterbirds in a coastal lagoon around Lake Biwa, Japan*. *Ecological Research* 16: 543-553.
- Haig, S. M., Mehlman, D. W y L. W. Oring. 1998. *Avian Movements and Wetland Connectivity in Landscape Conservation*. *Conservation Biology* 12 (4): 749-758.
- Heimsath, S. F.; López de Casenave, J.; Cueto, V. R.; Cittadino, E. A. 1993. *Uso de hábitat en Fulica armillata, Fulica leucoptera y Gallinula chloropus durante la primavera*. *Hornero* 13 (4): 286-289.
- Hernández-Vázquez, S. 2005. *Aves acuáticas de la Laguna de Agua Dulce y el Estero El Ermitaño, Jalisco, México*. *Revista de Biología Tropical* 53 (1-2).
- Kujala, H., Vepsäläinen, V., Zuckerberg, B. y Brommer, J. E. 2013. *Range margin shifts of birds revisited—the role of spatiotemporally varying survey effort*. *Global Change Biology* 19(2): 420-430.
- Ma, Z., Cai, Y., Li, B. y J. Chen. 2010. *Managing Wetland Habitats for Waterbirds: An International Perspective*. *Wetlands* 30:15-27.
- Martínez-Martínez, B. Z. y F. G. Cupul-Magaña. 2002. *Listado actualizado de aves acuáticas de la desembocadura del Río Ameca, Bahía de Banderas, México*. *Ciencia y Mar*: 39-43.
- Miranda, L. y J. A. Collazo. 1997. *Food Habits of 4 Species of Wading Birds (Ardeidae) in a Tropical Mangrove Swamp*. *Colonial Waterbirds* 20 (3): 413-418.
- Morzaria-Luna, H.N., Castillo-López, A., D., Danemann G.D. y P. Turk-Boyer. 2014. *Conservation strategies for coastal wetlands in the Gulf of California, Mexico*. *Wetlands Ecological Management* 22:267-288.

- Ntiamo-Baidu, Y., Piersma, T., Wiersma, P., Poot, M., Battley, P. y C. Gordon. 1998. *Water depth selection, daily feeding routines and diets of waterbirds in coastal lagoons in Ghana*. Ibis 140: 89-103.
- Paracuellos, M. y J. L. Tellería. 2004. *Factors affecting the distribution of a Waterbird Community: the role of habitat configuration and bird abundance*. Waterbirds 27(4):446-453.
- Paton, D.C., Rogers D. J., Hill B. M., Bailey, C. P. y M. Ziembicki. 2009. *Temporal changes to spatially stratified waterbird communities of the Coorong, South Australia: implications for the management of heterogenous wetlands*. Animal Conservation 12: 408-417.
- Post, D. J., Taylor, J.P., Kitchell, J.F., Olson, M.H., Schindler, D.E. y B.R. Herwig. 1998. *The role of migratory waterfowl as nutrient vectors in a managed wetland*. Wetland Conservation Biology 12 (4): 910-920.
- Robert, M., McNeil, R. y A. Leduc. 1989. *Conditions and significance of night feeding in shorebirds and other water birds in a tropical lagoon*. The Auk 106: 94-101.
- Sánchez-Bon, G., Fernández, G., Escobedo-Urías, D, Torres-Torner, J. y J.A. Cid-Becerra. 2010. *Composición espacial y temporal de la avifauna de las islas de barrera del complejo lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule, Sinaloa, México*. Ciencias Marinas 36(4): 355-370.
- Sibley, D. 2001. *The Sibley guide to bird life & behavior*. Knopf, First edition, New York, U.S.A.
- Steele, B. B., Bayn Jr, R. L., y Grant, C. V. 1984. *Environmental monitoring using populations of birds and small mammals: analyses of sampling effort*. Biological Conservation 30(2): 157-172.
- Tordesillas-Balard, M.S. 1997. *Censo y registro de anidación de aves acuáticas en el sur de Sonora, México*. Tesis de maestría. ITESM, Campus Guaymas.
- Urri, A.J. 2017. *Foraging ecology of aquatic birds: 7 implications for conservation intervention and suggestions for future research*. B.A.K. Prusty et al. (eds.), Wetland Science: 129-141.
- Zárate-Ovando, B., Palacios, E. y H. Reyes-Bonilla. 2008. *Estructura de la comunidad y asociación de las aves acuáticas con la heterogeneidad espacial del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México*. Revista de Biología Tropical 56: 371-389.

Cita:

Leyva-García, G.N., D. Guevara-Aguirre y J. García Hernández. 2023. *Uso del hábitat por las aves acuáticas en el estero El Soldado, Guaymas, Sonora, México*. Áreas Naturales Protegidas SCRIPTA, 2023. Vol. 9 (3):99-113. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2023.09.09.03.0007>

Sometido: 13 de julio de 2022

Revisado: 25 de enero de 2020

Aceptado: 22 de marzo de 2023

Editor asociado: Dr. José Alfredo Arreola Lizárraga

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández