

Ensamblajes comunitarios de láridos migratorios (Charadriiformes: Laridae) en el suroeste del golfo de México

Community assemblages of migratory larids (Charadriiformes: Laridae) in
southwestern Gulf of Mexico

Jimmy Argüelles-Jiménez^{1,2*}, Mariana Stephanie Reyes-Reyes³, Vicencio de la Cruz-Francisco⁴,
Juan Cipriano-Anastasio⁵ y Consuelo Domínguez-Barradas⁴

¹Investigador Posdoctoral del Laboratorio de Biogeografía y Conservación, Instituto Tecnológico de Boca del Río, Tecnológico Nacional de México, Carr. Veracruz-Córdoba km 12, CP. 94290, Boca del Río, Veracruz, México

²Carrera de Biología Marina, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Av. Miguel Ángel de Quevedo S/N esquina Yáñez, Veracruz, México

³Investigador independiente, Col 18 de julio #4, Col. Altamira, Naucalpan de Juárez, Estado de México, México

⁴Carrera de Biología Marina, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, Carretera Tuxpan-Tampico, Col. Universitaria, Tuxpan, Veracruz, México

⁵Carrera de Biología, Tecnológico Nacional de México, Campus Huejutla, Carr. Huejutla-Chalahuiyapa km 5.5, CP. 43000, Huejutla, Hidalgo, México

*Autor correspondiente: cayix24@gmail.com

Abstract.- Individuals of Laridae family play an important role in functional ecology of marine and coastal environments, and have been described as bioindicators of ichthyofauna, however, knowledge about these birds in southwestern Gulf of Mexico is limited. The objective of the present study was to study Laridae family assemblages and migratory patterns along Barra Norte beach coastline, Veracruz State, southwestern Gulf of Mexico. During 2014-2015 winter migratory season, three monthly samplings were conducted along 1 km x 600 m line transects. The assemblages were approached through diversity indices (Pielou's equity, Simpson's dominance and true diversity) and dominant species (characterized by a percentage similarity analysis). Migration was studied with a partial canonical correspondence analysis. A total of 3,314 organisms grouped into 14 species were recorded. Equity was highest in April and dominance in February. The dominant species were *Leucophaeus atricilla*, *Thalasseus maximus*, *T. acutiflavus* and *Hydroprogne caspia*. Three migratory patterns were found and coincide with the rainy, northerly and dry seasons. Each pattern contains particular species assemblages. The first pattern occurs from August to October 2014 (*Sterna hirundo*, *T. acutiflavus* and *Chlidonias niger*), the second from November 2014 to February 2015 (*Larus delawarensis*, *L. californicus*, *L. argentatus smithsonianus*, *L. atricilla*, *H. caspia* and *Rissa tridactyla*) and the last one covers April and May 2015 (*Rynchops niger*, *Sternula antillarum* and *L. pipixcan*). Results establish that larids community assemblage is composed of a multiple migratory pattern.

Key words: Laridae, community assemblages, migratory patterns, coastline, Gulf of Mexico

Resumen.- Los representantes de la familia Laridae tienen un rol importante en la ecología funcional de los ambientes marinos y costeros, por lo que han sido descritos como bioindicadores de la ictiofauna, sin embargo, el conocimiento sobre estas aves en el suroeste del golfo de México es limitado. El objetivo del presente estudio fue estudiar los ensamblajes y patrones migratorios de la familia Laridae en la línea costera de la playa Barra Norte, Estado de Veracruz, suroeste del golfo de México. Durante la temporada migratoria invernal 2014-2015 se realizaron tres muestreos mensuales a través de transectos lineales de 1 km x 600 m. Los ensamblajes se abordaron a través de índices de diversidad (equidad de Pielou, dominancia de Simpson y de diversidad verdadera) y especies dominantes (caracterizadas por un análisis de similitud porcentual). Con un análisis de correspondencia canónico parcial se estudió su migración. Se registraron 3.314 organismos agrupados en 14 especies. La equidad fue más alta en abril y la dominancia en febrero. Las especies dominantes fueron *Leucophaeus atricilla*, *Thalasseus maximus*, *T. acutiflavus* e *Hydroprogne caspia*. Se encontraron tres patrones migratorios que coinciden con las temporadas de lluvias, nortes y secas. Cada patrón contiene particulares ensamblajes de especies. El primer patrón ocurre de agosto a octubre 2014 (*Sterna hirundo*, *T. acutiflavus* y *Chlidonias niger*), el segundo de noviembre 2014 a febrero 2015 (*Larus delawarensis*, *L. californicus*, *L. argentatus smithsonianus*, *L. atricilla*, *H. caspia* y *Rissa tridactyla*), y el último abarca abril y mayo 2015 (*Rynchops niger*, *Sternula antillarum* y *L. pipixcan*). Los resultados establecen que el ensamblaje comunitario de los láridos se compone de un patrón migratorio múltiple.

Palabras clave: Laridae, ensamblajes comunitarios, patrones migratorios, línea costera, golfo de México



INTRODUCCIÓN

La familia de aves Laridae se agrupa taxonómicamente en tres subfamilias: Larinae, Sterninae y Rynchopinae (Magno 1971, 1973). Ecológicamente, los integrantes de esta familia pueden fungir como bioindicadores de la actividad humana y de la productividad pesquera. En el primer caso, la subfamilia Larinae puede indicar perturbaciones humanas dado sus hábitos alimenticios oportunistas, de esta manera los suplementos alimenticios aportados por actividades pesqueras y basurales urbanos son responsables de su crecimiento poblacional (Furness & Monaghan 1987, Giaccardi *et al.* 1997). En ambientes poco afectados por el hombre, los representantes de la subfamilia Sterninae, al ser depredadores ícticos, tienen gran importancia en la ecología funcional de los ensamblajes costeros y marinos, por lo que son referidos como indicadores de la abundancia íctica (Velarde *et al.* 2004). Los láridos han sido considerados como aves principalmente migratorias (Howell & Webb 2004), por lo que sus ensamblajes comunitarios pueden variar espacio-temporalmente debido a la incorporación de especies migratorias a grupos residentes (Greenberg & Marra 2005), o fluctuaciones en los recursos tróficos disponibles (Jaquemet *et al.* 2004).

El conocimiento de la familia Laridae en el suroeste del golfo de México es limitado, ya que solo para algunas localidades se ha abordado estudios sobre su riqueza de especies (*e.g.*, Cipriano *et al.* 2014, Argüelles-Jiménez *et al.* 2015, 2017), así como de su estructura comunitaria y zonas de reproducción (Gallardo 2003, Velarde *et al.* 2007, 2015; Morales-Vera *et al.* 2017). Aunque la información existente es relevante, aún se desconocen muchos aspectos clave sobre los miembros de esta familia, que se distribuyen en los ambientes costeros del suroeste del golfo de México, incluyendo la línea costera del norte de Veracruz, donde solo se tiene conocimiento de su riqueza de especies (Argüelles-Jiménez *et al.* 2015, 2017, 2019b) y datos puntuales de abundancia y densidad solo para algunas especies (Cipriano *et al.* 2014, Argüelles-Jiménez *et al.* 2019a); por lo que es necesario generar conocimiento de sus ensamblajes comunitarios y sus variaciones temporales en distintos ecosistemas costeros.

La línea costera del suroeste del golfo de México ha sido referida como un punto de interconexión con distintos ecosistemas costeros como ríos, esteros, arrecifes y lagunas (Argüelles-Jiménez *et al.* 2017, 2019a), considerándose un lugar importante para distintas aves migratorias (Argüelles *et al.* 2015, 2017, 2019a, b), como aquellas que utilizan la ruta del Mississippi (Velarde *et al.* 2007, 2015). Dada la importancia de la línea costera y de la familia Laridae, el objetivo de este estudio fue determinar patrones de migración de los láridos a través de sus ensamblajes comunitarios en una línea costera del suroeste del golfo de México, durante la temporada migratoria invernal 2014-2015.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

Al norte del suroeste del golfo de México, entre los 21°0'42"N y 97°19'O y entre 20°58'N y 97°18'O, se encuentra la línea costera de playa Barra Norte, la cual pertenece al municipio de Tuxpan, Veracruz. Esta línea costera tiene una longitud aproximada de 4,86 km. El clima en la zona es cálido subhúmedo (Aw_2), la temperatura media es de 24,9 °C, siendo enero el mes más frío (19,9 °C en promedio) y junio el más caluroso (28,3 °C en promedio); la precipitación total anual de la región es de 1.341 mm. La estación seca abarca de noviembre a mayo, la lluviosa de junio a octubre, mientras que de octubre a febrero corresponde a la temporada de nortes (conocidos así localmente), los cuales son masas de aire frío que provienen del norte con vientos predominantes que alcanzan velocidades de 80 km h⁻¹ (Ramsar 2005)¹. La vegetación circundante a la línea costera playa Barra Norte está caracterizada por *Casuarina equisetifolia* y *Cocos nucifera* (Reyes 2014), las cuales forman una barrera rompe vientos entre la zona costera y zonas con asentamientos humanos generalmente enfocado al turismo. Ecológicamente, la playa Barra Norte es una zona de tránsito para las aves residentes y migratorias hacia los ambientes estuarinos adyacentes (Fig. 1), como el río Tuxpan, la laguna de Tampamachoco, los esteros de Jácome y Tumilco (Argüelles *et al.* 2017), así como una serie de ecosistemas arrecifales (Argüelles *et al.* 2015, 2019a; Fig. 1).

OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Los muestreos se llevaron a cabo a partir de agosto 2014 a mayo 2015 (10 meses). Howell & Web (2004) consideran que el periodo de migración invernal abarca siete meses (de octubre a mayo), sin embargo, se ha visto que desde agosto los láridos llegan al área de estudio (obs. pers.), por lo que se incluyó agosto y septiembre en el análisis. En cada mes se realizaron tres muestreos, y en cada muestreo se realizaron tres transectos lineales de 1 km de largo por 600 m de ancho (la dimensión de los transectos es una modificación a la propuesta de Velarde *et al.* 2007); de esta manera se realizaron en 30 días de muestreo, 90 transectos y 360 h de observación. Los recorridos se llevaron a cabo a pie a partir de las 07:00 h y se anotaron las especies, así como sus abundancias; aunque la playa Barra Norte se ve influenciada por la marea, esta no se consideró como factor para la toma de datos. La observación de las aves se realizó con ayuda de binoculares Vortex (10 x 42 mm), y su identificación a nivel de especie se basó en las guías de Olsen & Larsson (2004), Howell & Webb (2004), Peterson & Chalif (2008).

¹Ramsar 2005. Ficha informativa de los humedales de Ramsar, Manglares y Humedales de Tuxpan. <<http://ramsar.conanp.gob.mx/>>

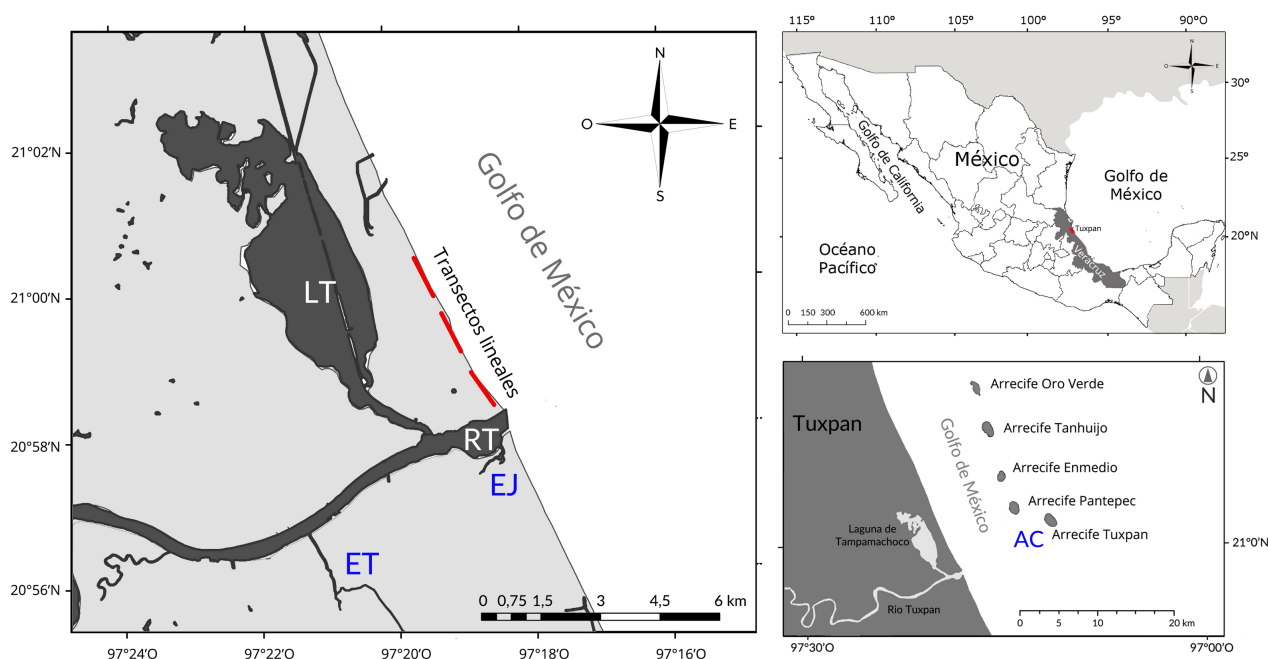


Figura 1. Ubicación de los transectos en la línea costera de playa Barra Norte, Tuxpan, Veracruz, suroeste del golfo de México. LT: Laguna Tampamachaco, RT: Río Tuxpan, ET: Estero Tumilco, EJ: Estero Jácome, AC: Arrecifes coralinos / Location of transects along the coastline of Barra Norte beach, Tuxpan, Veracruz, southwestern Gulf of Mexico. LT: Tampamachaco Lagoon, RT: Tuxpan river, ET: Tumilco estuary, EJ: Jacome estuary, AC: Coral reefs

RIQUEZA DE ESPECIES

Con la información se elaboró un listado taxonómico usando la nomenclatura de la American Ornithologist' Union y su suplemento más reciente (Chesser *et al.* 2021a, b). Con los datos de la riqueza de especies se elaboraron gráficos y se realizó un ANDEVA no paramétrico de Kruskal-Wallis para determinar diferencias en la riqueza específica a nivel de meses. Las especies *Thalasseus sandvicensis* y *T. acutiflavus* se distribuyen en el área de estudio, a pesar de tener distribuciones geográficas separadas en Europa y América, respectivamente (Efe *et al.* 2009, Amorim & Bonatto 2011). Dado que se desconocía aquello al inicio de la presente investigación, la información de ambas especies se consideró como *T. acutiflavus*, es decir, todo lo referente a *T. acutiflavus* en el presente documento refiere al complejo de especies *T. acutiflavus* - *T. sandvicensis*.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Los índices de diversidad miden la equidad y la dominancia, la primera es un escenario donde las especies son igualmente abundantes, mientras que la dominancia representa lo inverso a la equidad (Magurran 1988, Moreno *et al.* 2011). Para medir el grado de uniformidad en la repartición de los individuos entre las especies de manera mensual, se utilizaron los índices de diversidad verdadera del orden 1 (1D) y Pielou (J'), mientras que la dominancia se estimó con el índice de Simpson (D). Los índices J' y D se calcularon a través del programa PAST (Hammer *et al.* 2001). La diversidad 1D se calculó por medio del exponente de la diversidad de Shannon ($1D = \exp H'$), ya que expresa el número efectivo de especies igualmente abundantes (excluyendo especies raras y dominantes) y tiene la ventaja de realizar comparaciones entre dos o más comunidades (Moreno *et al.* 2011).

ESPECIES DOMINANTES

El análisis de similitud porcentual (SIMPER) permite evaluar la contribución de las especies (considerando sus abundancias y frecuencia de ocurrencia) por medio de la similitud promedio tomando como base la distancia ecológica de Bray-Curtis (Clarke & Gorley 2006). De esta manera, a través del SIMPER (a un corte del 95%) se determinaron las especies dominantes. Los datos de abundancia se transformaron a raíz cuarta con la finalidad de reducir la importancia de los valores extremos y tener un mejor ajuste en la identificación de especies dominantes de manera general y por meses. El análisis SIMPER se realizó con el programa PRIMER v6 (Clarke & Gorley 2006).

PATRONES MIGRATORIOS

Para establecer si los láridos tienen patrones particulares de migración entre los meses que componen la temporada migratoria 2014-2015, se realizó un análisis de correspondencia canónico (CCA) parcial. Para esto, la variable exploratoria fue la abundancia de los láridos, la cual fue relacionada con la matriz respuesta (meses de la temporada invernal). La significancia de los primeros dos ejes canónicos en el CCA parcial fue probada por medio de la prueba de Monte Carlo usando 9.999 permutaciones. El CCA parcial se realizó con el programa CANOCO v4.51 (ter Braak & Šmilauer 2002).

RESULTADOS

RIQUEZA DE ESPECIES

A lo largo de la temporada invernal 2014-2015 se registraron tres subfamilias, nueve géneros y 14 especies (*Rissa tridactyla*, *Leucophaeus atricilla*, *L. pipixcan*, *Larus delawarensis*, *L. californicus*, *L. argentatus smithsonianus*, *Sternula antillarum*, *Hydroprogne caspia*, *Chlidonias niger*, *Sterna hirundo*, *Thalasseus maximus*, *T. sandvicensis*, *T. acutiflavus*, *Rynchops niger*). Aunque se registraron ejemplares de *T. sandvicensis*, estos no pudieron contabilizarse por lo que se consideran dentro de las estimaciones para *T. acutiflavus*. La diversidad promedio fue de 7 ± 2 especies, registrando fluctuaciones en la riqueza de especies a lo largo de la

temporada migratoria invernal, sin detectar diferencias significativas con el ANDEVA de Kruskal-Wallis [$H_{(9,99)} = 5,20$; $P = 0,7966$], a pesar de ello, la fluctuación en la riqueza específica sugiere la existencia de un patrón migratorio con dos picos donde se concentra la riqueza de láridos, el primero se presenta en septiembre y el segundo en marzo (Fig. 2A).

ÍNDICES DE ABUNDANCIA PROPORCIONAL

Los valores de dominancia presentaron sus picos más altos a mediados de la temporada invernal, en los meses de noviembre 2014 y febrero 2015. Mientras que para J' los valores más altos se presentaron al inicio y final de la temporada, en los meses de septiembre y octubre 2014, así como abril y mayo 2015. Una tendencia similar presenta la diversidad 1D (de septiembre-octubre 2014 a marzo-mayo 2015), siendo abril el mes que presentó el mayor número de especies efectivas (Fig. 2B).

ESPECIES DOMINANTES

De los 3.314 organismos contabilizados, el valor más alto lo presentó la subfamilia Larinae (2.372 organismos; 72%) seguido de la Sterminae (931 organismos; 28%) y Rynchopinae (11 organismos; 0,3%). Con base al SIMPER, las especies de mayor importancia de manera general fueron *L. atricilla* (69,87%), *T. maximus* (15,88%), *T. acutiflavus* (6,02%) e *H. caspia* (5,28%), fluctuando su dominancia a lo largo de la temporada de migración invernal 2014-2015 (Fig. 2C). Dichas fluctuaciones denotan patrones, por ejemplo, *L. atricilla* domina la mayor parte de la temporada especialmente a mediados y finales (noviembre 2014 y mayo 2015). En cambio *T. maximus* estuvo presente en toda la temporada invernal (agosto-octubre 2014, diciembre 2014 a enero 2015, marzo-abril 2015), mientras que *T. acutiflavus* solo destaca al inicio de la temporada (agosto-octubre 2014). En el caso de *H. caspia*, su importancia destaca en diciembre 2014 para decrecer posteriormente. *L. argentatus smithsonianus* está en menor importancia de enero a marzo 2015, siendo febrero su pico. Por último, especies de menor dominancia como *L. pipixcan*, solo se presentan en abril y mayo 2015, con valores de importancia muy bajos.

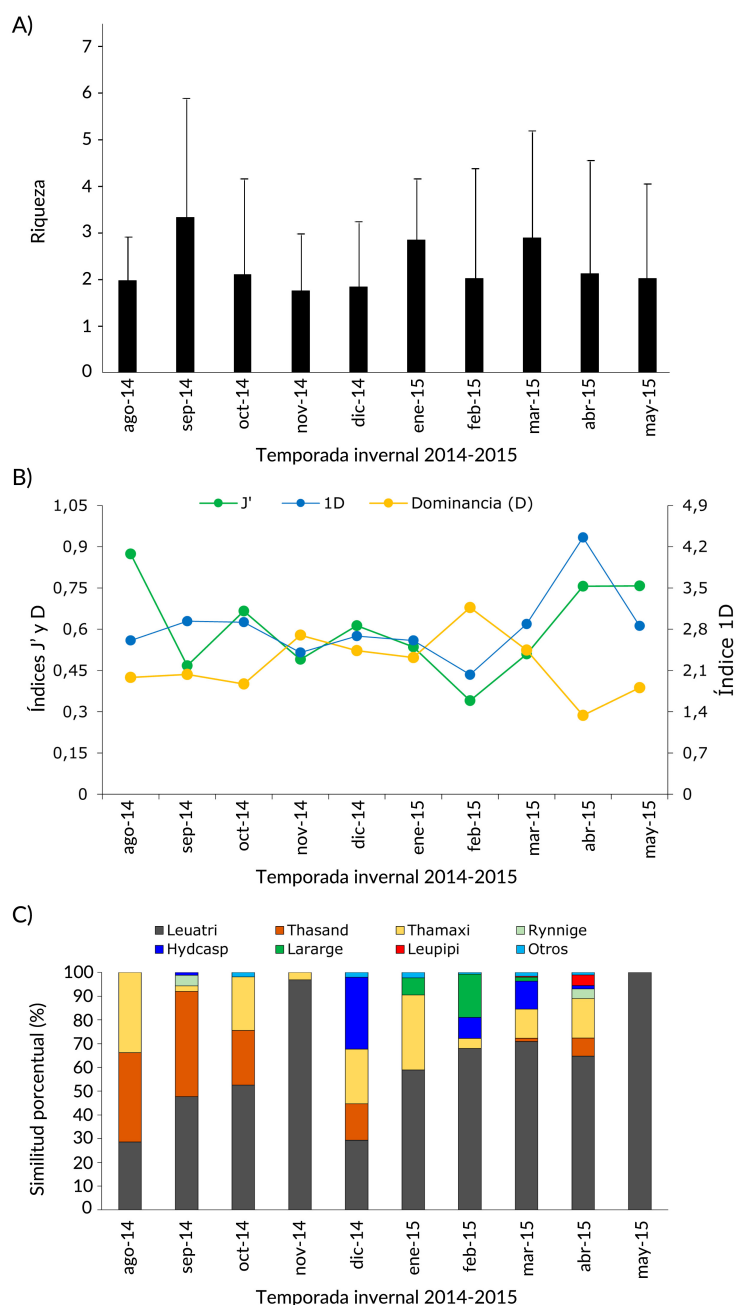


Figura 2. A) Riqueza promedio de láridos, B) índices de diversidad (J'equidad, 1D diversidad verdadera, D dominancia), y C) especies de mayor importancia con base al análisis SIMPER durante la temporada invernal 2014-2015, en Barra Norte, Tuxpan, Veracruz, suroeste del golfo de México. La clave de las especies está compuesta por las primeras tres letras del género y cuatro de la especie / A) Average larid richness, B) diversity indices (J' equity, 1D true diversity, D dominance), and C) species of greatest importance based on SIMPER analysis during 2014-2015 winter season in Barra Norte, Tuxpan, Veracruz, southwestern Gulf of Mexico. Species key is composed of the first three letters of the genus and four letters of the species

PATRONES MIGRATORIOS

A través del CCA parcial se detectaron tres patrones migratorios que coinciden con las temporadas de lluvias, nortes y secas, respectivamente. Cada uno está caracterizado por particulares ensambles de especies. El primer patrón agrupa los meses de agosto a octubre 2014 (*Larus* sp., *Sternula hirundo*, *T. acuflavidus* y *Chlidonias niger*), el segundo patrón es más largo, ya que agrupa de noviembre 2014 a febrero 2015 (*L. delawarensis*, *L. californicus*, *L. argentatus smithsonianus*, *L. atricilla*, *H. caspia* y *Rissa tridactyla*) y el último patrón tiene la duración más corta, ya que abarca abril y mayo de 2015 (*R. niger*, *S. antillarum* y *L. pipixcan*). Finalmente *T. maximus* no presenta una preferencia de distribución por algún patrón en particular, lo que confirma la tendencia que se presenta en todo el periodo invernal (Fig. 3).

DISCUSIÓN

El conocimiento de las aves marinas y costeras en los humedales del suroeste del golfo de México ha avanzado en los últimos años, dado que se conoce parte de su riqueza específica (e.g., Velarde *et al.* 2007, Gallardo *et al.* 2009, Cipriano *et al.* 2014, Argüelles-Jiménez *et al.* 2019a), el recambio de especies a distintas escalas (e.g., Argüelles-Jiménez *et al.* 2015, 2017, 2019a), el efecto de fenómenos meteorológicos cíclicos como El Niño Oscilación del Sur en los patrones migratorios (Argüelles-Jiménez *et al.* 2019b), zonas de reproducción (Tunnell & Chapman 1988, 2000; Morales-Vera *et al.* 2017), entre otros. Sin embargo, el conocimiento es incipiente, especialmente en la ecología de los láridos, por lo que el presente estudio destaca al abordar ello.

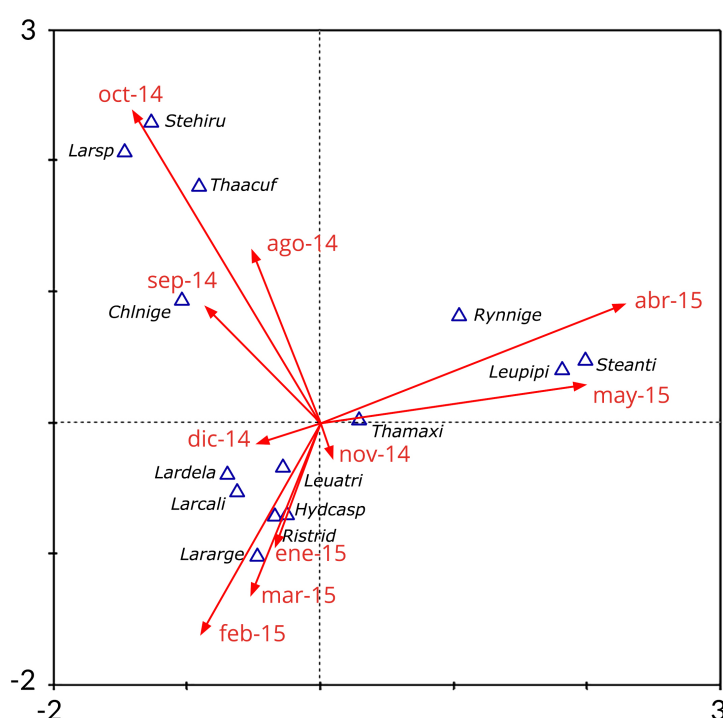


Figura 3. Análisis de correspondencia canónica parcial de la abundancia de los láridos con los meses muestreados [$F_{(9,14)} = 15,499$; $P = 0,012$]; primeros dos ejes canónicos explican el 89,3% de la varianza total. La clave de las especies está compuesta por las primeras tres letras del género y cuatro de la especie / Partial canonical correspondence analysis of larid abundance with sampled months [$F_{(9,14)} = 15.499$; $P = 0.012$]; first two canonical axes explain 89.3% of the total variance. Species key is composed of the first three letters of the genus and four letters of the species

Las 14 especies de láridos registrados en la presente investigación corresponden al 21% de las especies determinadas para Norte América y el 43% para México (58 y 31 especies, respectivamente) (Chesser *et al.* 2021a, Avibase 2022²). Para Veracruz se han registrado 22 especies de láridos (Montejo & McAndrews 2006), de las cuales 12 han sido reportadas para sus sistemas arrecifales (Velarde *et al.* 2007, Argüelles *et al.* 2015, 2019a), 13 para los sistemas estuarinos del norte de Veracruz (Argüelles *et al.* 2017, 2019a) y 17 para la línea costera del norte de Tuxpan que incluye la Barra Norte (Argüelles *et al.* 2017, 2019a, b). Estas cifras indican variaciones en los ensambles de láridos a lo largo de suroeste del golfo de México, que se relacionan con distintos factores como rutas migratorias, preferencias de hábitat. Por ejemplo, estudios previos en el norte de Veracruz han registrado a *Chroicocephalus philadelphia* en sistemas estuarinos, pero no en la línea costera (Argüelles *et al.* 2017, 2019a, b). Ello se debe a que prefiere ambientes dulceacuícolas y salobres (Howell & Webb 2004, Peterson & Chalif 2008).

La riqueza específica registrada en el presente estudio es mayor a la citada por Mendo (2012) y Mendoza (2015) para playa Barra de Galindo (5 especies; una playa alejada de la desembocadura del río Tuxpan) y similar a la registrada por Argüelles-Jiménez *et al.* (2017, 2019b) para la playa Barra Norte (15 especies). A pesar de que la línea costera de Tuxpan es continua, los valores de riqueza específica denotan un patrón decreciente hacia las líneas costeras alejadas de la desembocadura del río Tuxpan. Se ha descrito que las descargas pluviales del río Tuxpan (que colindan con playa Barra Norte) generan altos valores de producción primaria (Gutiérrez-Vivanco 2010, Peña 2014) que dan origen a producción secundaria (*e.g.*, peces). Líneas costeras que colindan con descargas pluviales tienen el potencial de fungir como puntos de alta diversidad para aves marinas como los láridos, debido a sus patrones de búsqueda de alimentos y conductas reproductivas (Danchin & Wagner 1997). Esta última conducta ha sido registrada en la playa Barra Norte durante abril 2013 (Fig. 4), sin embargo, en temporales invernales posteriores (2015-2016, 2016-2017) ya no se registró esta conducta en esta línea costera, posiblemente al incremento de la actividad turística que sucede por el mes de abril debido al periodo vacacional de Semana Santa.

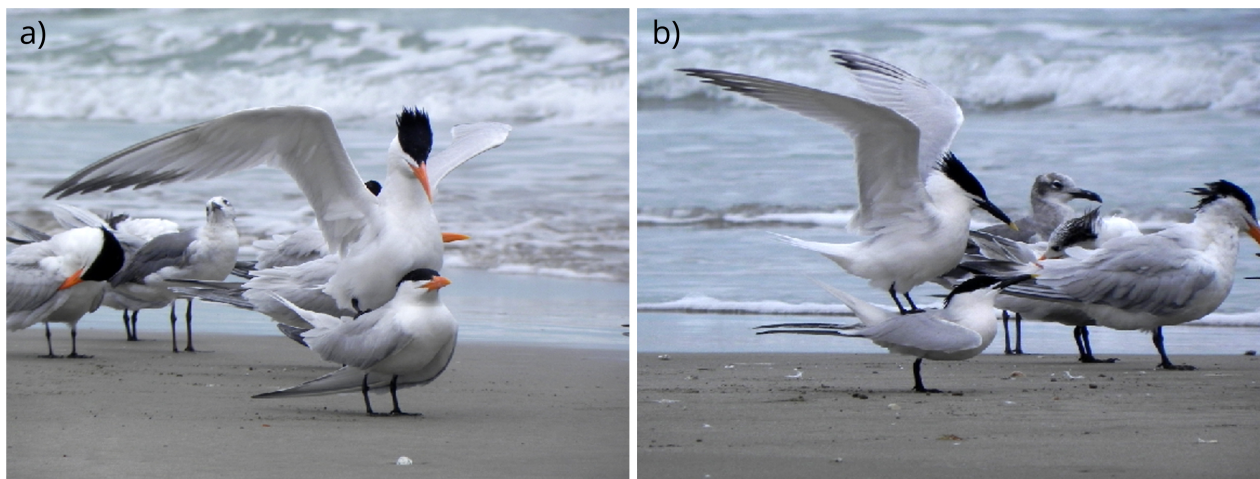


Figura 4. Cópula de a) *Thalasseus maximus* y b) *T. acutiflavus* en Barra Norte, Tuxpan, Veracruz, durante abril 2013. Autor de las fotografías: Jimmy Argüelles Jiménez / Copula of a) *Thalasseus maximus* and b) *T. acutiflavus* in Barra Norte, Tuxpan, Veracruz, during April 2013. Author of photographs: Jimmy Argüelles Jiménez

²Avibase. 2022. Listas de aves del mundo: Check-list de aves de México. Avibase - La base de datos World Bird. Denis Lepage, Birds Canada. [Trad. Juan Carlos Fernández-Ordóñez] <<http://avibase.bsc-eoc.org/checklist.jsp?lang=ES®ion=mx&list=clements>>

Aun cuando las fluctuaciones en la riqueza de láridos no fueron significativas de acuerdo a los resultados del ANDEVA, se ha descrito que el 60% de las aves registradas en la línea costera del norte de Veracruz son migratorias (Argüelles-Jiménez *et al.* 2019a), y que su riqueza cambia significativamente entre temporadas migratorias (Argüelles-Jiménez *et al.* 2019b). Por lo que la falta de significancia en la riqueza específica se puede deber a que solo se analizó una familia de aves (efecto del tamaño de muestra) y no todas las que se encuentran en la línea costera. A pesar de la falta de significancia, los índices de abundancia proporcional indican que los ensambles comunitarios de los láridos migratorios cambian a través de la temporada invernal, es decir, se presentan momentos al inicio y final de la temporada donde el número de organismos de las especies es uniforme y momentos en los que alguna especie domina (a mediados y último mes de la temporada). A pesar de que Mendoza (2015) trabajó con todas las aves registradas en playa Barra Galindo, los valores más altos de equidad (J' y H') los registró a mediados de la temporada invernal (noviembre), lo cual sugiere que el patrón de dominancia de especies migratorias inicia en este mes.

Las especies dominantes determinadas por el SIMPER (*L. atricilla*, *T. maximus*, *T. acuflavidus* e *H. caspia*) difieren en orden de importancia a las establecidas para el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) para su zona marina (*C. niger*, *T. acuflavidus*, *L. atricilla*, *T. maximus*, *L. argentatus smithsonianus* y *S. hirundo*); aunque, tienden a ser similares, para su línea costera (*L. atricilla*, *T. maximus*, *T. acuflavidus* y *L. smithsonianus*). Láridos como *L. atricilla* han sido descritos como comunes y conspicuos en marismas, playas arenosas de agua salada del golfo de México (Sibley 2017) y de hábitos oportunistas, razón por la cual se les ha visto alimentarse en distintas líneas costeras de basura orgánica dejada por el turismo (*e.g.*, Tuxpan y Veracruz), así como por las vísceras descartadas por la actividad pesquera. Estas interacciones entre miembros de la subfamilia Larinae y el crecimiento humano han sido estudiadas por Drury (1973) y Conover (1983) en distintas regiones del mundo, concluyendo que pueden ser beneficiosas para la especie al punto que incrementan sus tamaños poblacionales. A pesar de la dominancia de *L. atricilla* a lo largo de la temporada invernal, se observan cambios en sus valores de importancia, lo cual puede indicar movimientos hacia otras regiones o eventos particulares que los suscitan. Morales-Vera *et al.* (2017) describen que el periodo de incubación de *L. atricilla* en el arrecife Alacranes (única isla en el golfo de México donde se han registrado colonias reproductivas) generalmente

ocurre en mayo, mientras que en julio ya se registran polluelos, considerando ello, el incremento de individuos registrados en noviembre se podría deber al arribo de nuevas generaciones, mientras que el incremento de su importancia de febrero a mayo podría ser por los individuos que se preparan para migrar a zonas de reproducción.

A diferencia de la subfamilia Larinae, los miembros de Sterninae (*e.g.*, *T. maximus*, *T. acuflavidus*) tienen la capacidad de sumergirse en busca de pequeños peces pelágicos y demersales (Olsen & Larsson 2004), por lo que pueden obtener su alimento tanto la zona marina como en las aguas contiguas a la línea costera. Sus patrones temporales de dominancia pueden ser explicados en forma similar a los de *L. atricilla*. Para *T. maximus* el periodo de incubación sugerido ocurre entre abril y mayo (Tunnell & Chapman 2000, Morales-Vera *et al.* 2017), lo cual coincide con el decremento de su importancia en la playa Barra Norte en abril, mientras que el incremento de su importancia de agosto a diciembre puede ser explicado por la incorporación de nuevas generaciones (las cuales han sido observadas siendo alimentadas por sus padres). Similares patrones podrían suscitarse con los cambios de importancia con otras especies como *T. acuflavidus*, la cual ha sido registrada anidando y con polluelos en tres islas del arrecife alacranes durante julio (Morales-Vera *et al.* 2017).

La presencia e importancia de especies que no destacan en otras regiones, pero sí en la playa Barra Norte, se puede deber a sus rangos de distribución, la disposición de alimento, refugio y su accesibilidad (Giaccardi *et al.* 1997, Martínez-Abraín *et al.* 2002). Por ejemplo, *H. caspia* tiene mayor importancia numérica en playa Barra Norte con respecto al PNSAV y ello se puede deber a que la primera se encuentra más cerca de su zona de reproducción ubicada a lo largo en las costas de Louisiana y Texas en Estados Unidos (The Cornell Lab 2019)³.

De los láridos registrados en el presente estudio, solo se conocen los patrones migratorios de algunas especies, especialmente rangos de meses cuando migran hacia sus zonas de descanso en el sur y cuando regresan a sus zonas de reproducción en el norte (Tabla 1). Debido a que el área de estudio es una zona de tránsito de aves migratorias (Argüelles-Jiménez *et al.* 2017, 2019a, b), la información presentada contribuye a entender dichos movimientos y su estadía al migrar. De esta manera, el CCA parcial devela tres patrones migratorios de distinta duración (intermedia, larga y corta) que coinciden con las temporadas de lluvias, secas y nortes de manera respectiva. Cada patrón tiene un ensamble comunitario característico.

The Cornell Lab. 2019. Species: Caspian Tern. Cornell Laboratory of Ornithology, Cornell University, Ithaca.
<https://www.allaboutbirds.org/guide/Caspian_Tern>

Tabla 1. Patrones de migración de láridos durante la temporada invernal 2014-2015 en Barra Norte, Veracruz, suroeste del golfo de México / Larid migration patterns during 2014-2015 winter season in Barra Norte, Veracruz, southwestern Gulf of Mexico

Especie	Migración invernal	
	Dirección al Sur	Dirección al Norte
<i>Larus delawarensis</i> ¹	Mitad de julio inicios de agosto	Finales de febrero-abril
<i>Larus californicus</i> ²	Octubre	Marzo
<i>Larus argentatus smithsonianus</i> ²	Enero	Marzo
<i>Leucophaeus atricilla</i> ¹	Finales de julio-agosto	Mitad de marzo-mayo
<i>Leucophaeus pipixcan</i> ¹	Inicios de julio	Mitad de abril-mayo
<i>Rissa tridactyla</i> ¹	Julio-agosto	Enero-marzo

¹Orsen & Larson (2004)

²Presente estudio

El patrón inicial abarca de agosto a octubre 2014 (*Larus* sp., *S. hirundo*, *T. acuflavidus* y *C. niger*). Con excepción de *C. niger*, el resto de las especies no coinciden con el estudio de Velarde *et al.* (2007) en el PNSAV, ya que consideran que su mayor actividad se presenta entre noviembre-enero, es decir, durante el patrón largo. Este último patrón, abarca de noviembre 2014 a febrero de 2015 (*L. delawarensis*, *L. californicus*, *L. argentatus smithsonianus*, *L. atricilla*, *H. caspia* y *Rissa tridactyla*), y de las especies que lo caracterizan, Velarde *et al.* (2007) concuerda en la importancia de *L. atricilla*, sin embargo, para el resto de las especies no se tienen datos para comparar. El periodo de migración descrito por Olsen & Larson (2004) para *L. delawarensis* y *R. tridactyla* posterior a su migración hacia el sur (Tabla 1), es similar al periodo sugerido para *L. californicus* y *L. argentatus smithsonianus*. Meses después de partir de sus zonas de reproducción hacia el sur, pasan una parte importante de su tiempo descansando y alimentándose en la playa Barra Norte. De esta manera, *L. delawarensis* y *L. californicus* tienen su mayor actividad durante diciembre 2014, *L. argentatus smithsonianus* entre enero-marzo 2015, mientras que *H. caspia* y *R. tridactyla* durante enero 2015.

El patrón corto comprende de abril a mayo de 2015, caracterizándose por la actividad de *R. niger*, *L. pipixcan* y *S. antillarum*. El periodo de actividad de las dos últimas especies coincide con lo descrito por la literatura, para *L. pipixcan*. Olsen & Larson (2004) describen que la migración hacia sus zonas de reproducción ocurre entre abril y mayo. En el

caso de *S. antillarum*, Howell & Webb (2004) la consideran residente de verano dado que se reproduce en zonas cálidas, como las ubicadas el norte de Veracruz, donde se han descrito actividades de anidación y cortejo (García 2009, Argüelles-Jiménez *et al.* 2019a), por lo que su presencia y actividad en la búsqueda de alimento en la playa Barra Norte coincide con el periodo corto o temporada de secas. Así mismo, *S. antillarum* se encuentra protegida por las leyes mexicanas (DOF 2019)⁴, por lo que la calidad de las aguas que rodean la playa Barra Norte debe ser salvaguardada. Por último, no se tiene información sobre los patrones migratorios de *R. niger* en la región, por lo que ahora se conoce que sus interacciones son mayores durante la temporada de secas.

En conclusión, la línea costera estudiada que conforma parte del suroeste del golfo de México representa una zona clave para los láridos, dado que el ensamble comunitario observado en la temporada migratoria invernal muestra un patrón migratorio múltiple, compuesto por un conjunto de especies invernales presentes la mayor parte de la temporada, así como por especies invernales de corta duración (transitorias) y por especies invernales de paso (inicios o finales del periodo invernal). Para comprender más el ensamblaje comunitario de los láridos se requiere continuar con más estudios como la caracterización del hábitat, posibles zonas de anidación en la región, interacciones intra e interespecíficas, la depredación sobre nidos de otras aves costeras, así como los recursos de la zona intermareal y nerítica donde obtienen sus alimentos.

⁴DOF. 2019. Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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, publicada el 30 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación, 14 de noviembre de 2019. <<https://faolex.fao.org/docs/pdf/mex192085.pdf>>

AGRADECIMIENTOS

Al apoyo otorgado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través de la beca Estancias Posdoctorales por México 2022 en la Modalidad Estancia Posdoctoral Inicial de Incidencia 2022 (I1200/320/2022, MOD.ORD./09/2022, CVU: 217310). A la Universidad Veracruzana FCBA campus Tuxpan, por las facilidades brindadas en la duración de la presente investigación. A los revisores por sus oportunas observaciones que ayudaron a mejorar la calidad del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Amorim EM & SL Bonatto. 2011.** Evaluation of the status of conservation of the Cabot's Tern (*Thalasseus acuflavidus*) in Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 19(3): 358-363.
- Argüelles-Jiménez J, S Macías-Hernández, C González-Gándara, V de la Cruz-Francisco, C Domínguez-Barradas & JA Cipriano. 2015.** Ornitofauna de los arrecifes coralinos del norte de Veracruz, México. En: Granados-Barba A, LD Ortiz-Lozano, D Salas-Monreal & C González-Gándara (eds). *Aportes al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano: hacia el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México*, pp. 351-361. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche.
- Argüelles-Jiménez J, S Macías-Hernández, MA Rojas-Terán, C González-Gándara, V de la Cruz-Francisco & C Domínguez-Barradas. 2017.** Aves ribereñas de los ecosistemas costeros de Tuxpan, Veracruz. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 4(10): 147-159.
- Argüelles-Jiménez J, MS Reyes-Reyes, J Martínez-Cruz, C Domínguez-Barradas, J Cipriano-Anastasio & E Velarde. 2019a.** El conocimiento de las aves en el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México. En: Granados-Barba A, L Ortiz-Lozano, C González-Gándara & D Salas-Monreal (eds). *Estudios científicos en el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México*, pp. 215-246. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche. <doi: 10.26359/epomex0319>
- Argüelles-Jiménez J, MS Reyes-Reyes, J Martínez-Cruz, I Valdivia-Torres, AL Gutiérrez-Velázquez & C González-Gándara. 2019b.** Evidence of change in migratory patterns of the ornithofauna in a coastal locality of the Gulf of Mexico during an ENSO event. *Journal of Microbiology & Experimentation* 7(4): 215-222.
- Cipriano AJ, BA Capistrán, GF González & SA Serrano. 2014.** Riqueza y diversidad de aves en el paisaje costero fragmentado en Tampamachoco, Tuxpan, Veracruz. *Revista Científica Biológico-Agropecuaria Tuxpan* 2(3): 565-575.
- Clarke KR & RN Gorley. 2006.** PRIMER v6: User Manual/Tutorial, 192 pp. PRIMER-E, Plymouth.
- Chesser RT, SM Billerman, KJ Burns, C Cicero, JL Dunn, BE Hernández-Baños, AW Kratter, IJ Lovette, NA Mason, PC Rasmussen, JV Remsen Jr, DF Stotz & K Winker. 2021a.** Check-list of North and middle American Birds. American Ornithological Society, Chicago. <<http://checklist.americanornithology.org/taxa>>
- Chesser RT, SM Billerman, KJ Burns, C Cicero, JL Dunn, BE Hernández-Baños, AW Kratter, IJ Lovette, NA Mason, PC Rasmussen, JV Remsen Jr, DF Stotz & K Winker. 2021b.** Sixty-second supplement to the American Ornithological Society's Check-list of North American birds. *Ornithology* 138: 1-18. <doi: 10.1093/ornithology/ukab037>
- Conover MR. 1983.** Recent changes in Ring-billed Gull and California Gull populations in the Western United States. *The Wilson Bulletin* 95: 362-383.
- Danchin E & RH Wagner. 1997.** The evolution of coloniality: the emergence of new perspectives. *Trends in Ecology and Evolution* 12: 342-347.
- Drury WH. 1973.** Population changes in New England seabirds. *Bird Banding* 44: 267-313.
- Efe MA, ES Tavares, AJ Baker & SL Bonatto. 2009.** Multigene phylogeny and DNA barcoding indicate that the Sandwich tern complex (*Thalasseus sandvicensis*, Laridae, Sternini) comprises two species. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 52: 263-267.
- Furness RW & P Monaghan. 1987.** Seabird ecology, 164 pp. Chapman and Hall, London.
- Gallardo JC. 2003.** Estudio preliminar de la comunidad de aves del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y zonas adyacentes, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Veracruzana, Xalapa, 57 pp.
- Gallardo JC, E Velarde & V Macías. 2009.** Birds (Vertebrata: Aves) of the Gulf of México. In: Felder D, D Camp & W Tunnell (eds). *The Gulf of Mexico, its origin, water and marine life*, pp. 1321-1342. Texas A & M University Press, Texas.
- García DJA. 2009.** Avifauna marina y acuática de la laguna de Tamiahua, Veracruz: aspectos ecológicos y perspectivas de conservación. Tesis de Licenciatura, Universidad Veracruzana, Xalapa, 97 pp.
- Giaccardi M, P Yorio & ME Lizurume. 1997.** Patrones estacionales de abundancia de la gaviota cocinera (*Larus dominicanus*) en un basural patagónico y sus relaciones con el manejo de residuos urbanos y pesqueros. *Ornitología Neotropical* 8: 77-84.
- Greenberg R & PPMarra. 2005.** Birds of two worlds: the ecology and evolution of migration, 488 pp. Johns Hopkins University Press, London.
- Gutiérrez-Vivanco J. 2010.** Variación espacio-temporal de parámetros físico-químicos clorofila-a y nutrientes en la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana, Tuxpan, 76 pp. <<https://www.uv.mx/pozarica/mmecm/files/2012/10/TESIS-JORDAN-GTZ.pdf>>
- Hammer O, DAT Harper & PD Ryan. 2001.** Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontología Electronica* 4: 1-9. <https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>
- Howell SNG & S Webb. 2004.** A guide to the birds of Mexico and Northern Central America, 851 pp. Oxford University Press, Oxford.

- Jaquemet S, M Le Corre & H Weimerskirch. 2004.** Seabird community structure in a coastal tropical environment: importance of natural factors and fish aggregating devices (FADs). *Marine Ecology Progress Series* 268: 281-292.
- Magno S. 1971.** Avifauna argentina. Familia Laridae. Gaviotas y Gaviotines. *Hornero* 11(2): 65-84.
- Magno S. 1973.** Avifauna argentina. Familia Laridae. Subfamilia Sterninae. Gaviotines. *Hornero* 11(03): 145-168.
- Magurran AE. 1988.** Ecological diversity and its measurement, 179 pp. Princeton University Press, Princeton.
- Martínez-Abraín A, D Oro, J Carda & X del Señor. 2002.** Movements of Yellow-Ledged Gulls *Larus [cachinnans] michahellis* from two small western Mediterranean colonies. *Atlantic Seabirds* 4: 101-108.
- Mendo PWL. 2012.** Aspectos ecológicos de la avifauna en cinco kilómetros de la playa de Tuxpan, Veracruz, durante la época de nortes. Tesis de Licenciatura, Universidad Veracruzana, Tuxpan, 72 pp.
- Mendoza MK. 2015.** Riqueza, abundancia y grupos funcionales de alimentación de la avifauna asociada a la línea costa de Tuxpan, Veracruz. Tesis de Licenciatura, Universidad Veracruzana, Tuxpan, 41 pp.
- Montejo DJ & A McAndrews. 2006.** Listado de las aves de Veracruz, México. En: Boletín de Divulgación 1: 1-26. Endémicos Insulares Asociación Civil, Veracruz.
- Morales-Vera TE, FD Ruz-Rosado, E Velarde & EO Keith. 2017.** Estado de las poblaciones de anidación de aves marinas en Arrecife Alacranes, Golfo de México. *Marine Ornithology* 45: 175-185.
- Moreno CE, F Barragan, E Pineda & NP Pavón. 2011.** Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1249-1261.
- Olsen KM & H Larsson. 2004.** Gulls of North America, Europe, and Asia, 610 pp. Princeton University Press, London.
- Peña MV. 2014.** Influencia de cuencas hidrológicas exorreicas en la distribución y permanencia de un depredador tope *Tursiops truncatus*, en la zona costera norte veracruzana. Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana, Tuxpan, 102 pp.
- Peterson RT & EL Chalif. 2008.** Aves de México: Guía de campo identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y el Salvador, 459 pp. Editorial Diana, Ciudad de México.
- Reyes OJL. 2014.** Estructura comunitaria de la vegetación litoral del municipio de Tuxpan, Veracruz. Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana, Tuxpan, 96 pp.
- Sibley DA. 2017.** The Sibley field guide to birds of Eastern North America, 438 pp. Alfred A. Knopf, New York.
- 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, 500 pp. Ithaca, New York. <<https://www.canoco.com>>
- Tunnell JW Jr & BR Chapman. 1988.** First record of Red-footed boobies nesting in the Gulf of Mexico. *American Birds* 42: 380-381.
- Tunnell JW Jr & BR Chapman. 2000.** Seabirds of the Campeche Bank Islands, Southeastern Gulf of Mexico. *Atoll Research Bulletin* 482: 1-50.
- Velarde E, E Ezcurra, A Cisneros-Mata & MF Lavín. 2004.** Seabird ecology, El Niño anomalies, and prediction of sardine fisheries in the Gulf of California. *Ecology Application* 14: 607-615.
- Velarde GME, VA Martínez & AJC Gallardo. 2007.** Las aves del sistema arrecifal Veracruzano. En: Granados BA, ALG Abarca & HJM Vargas (eds). *Investigaciones Científicas en el sistema Arrecifal Veracruzano*, pp. 27-50. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche.
- Velarde GME, R Sanay-González, H Perales-Valdivia, M Rojas-Espinoza, FD Ruz-Rosado & O Gutiérrez-Benítez. 2015.** Distribución y abundancia de aves marinas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. En: Granados-Barba A, L Ortiz-Lozano, D Salas-Monreal & C González-Gándara (eds). *Aportes al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano: hacia el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México*, pp. 231-248. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche.

Recibido el 26 de mayo 2022

Aceptado el 30 de mayo 2023