

Riqueza zooplanctónica en la boca de la Laguna La Mancha, durante muestreos mensuales y nictímeros

Zooplankton richness at the inlet of the La Mancha lagoon, during monthly and diel samplings

Ángeles Mecalco-Hernández & Manuel Castillo-Rivera*[®]

Recibido: 05 de julio de 2019.

Aceptado: 22 de junio de 2020.

Publicado: agosto de 2020.

RESUMEN

Antecedentes: A pesar de la importancia de las comunidades del zoopláncton como moduladores de los procesos de flujo de energía y ciclos biogeoquímicos, pocos estudios se han realizado en lagunas costeras del suroeste del Golfo de México, existiendo solo dos trabajos formales previos para estos sistemas. **Objetivos:** Contribuir al conocimiento de la riqueza de especies de las comunidades zooplánctónicas costeras de Veracruz, con particular referencia a la laguna La Mancha. **Métodos:** Se realizaron muestreos mensuales, de mayo 2012 a abril 2013, en un sitio cercano a la boca de la laguna, tomando muestras diurnas y nocturnas con el fin de tener una mejor representación de la comunidad. El zoopláncton fue colectado utilizando una red estándar con luz de malla de 150 µm. **Resultados:** Se registraron 57 componentes zooplánctónicos correspondientes a 6 phyla (Cnidaria, Ctenophora, Chaetognatha, Annelida, Arthropoda y Chordata), 25 órdenes y 43 familias. Los componentes mejor representados fueron los crustáceos, dentro de los cuales los copépodos adultos fueron los más diversos con 17 especies. Los adultos de peracáridos también estuvieron relativamente bien representados con 11 especies, mientras que los decápodos estuvieron principalmente integrados por larvas (Penaeidea y Brachyura). Elictiplancton estuvo representado por 12 especies y el resto del zoopláncton incluyó cnidarios, ctenóforos, quetognatos y poliquetas. Dieciocho taxa corresponden a nuevos registros para el sistema, aunque solo dos representan además una ampliación en su intervalo de distribución (*Leucon americanus* y *Microdesmus carri*). **Conclusiones:** Comparado con otros estudios de diferentes sistemas costeros del Atlántico mexicano, la riqueza zooplánctónica reportada en el presente estudio es relativamente alta, estando dominada por copépodos. La curva de acumulación de especies y los valores de los estimadores no-paramétricos de la riqueza de especies, indican que el número de componentes registrados representa adecuadamente la comunidad zooplánctonica del área estudiada.

Palabras clave: ampliación de distribución, estuario, listado de especies, nuevos registros

ABSTRACT

Background: Despite the importance of zooplankton communities as a link in the processes of energy flow and biogeochemical cycles, few studies have been conducted in the coastal lagoons of the southwestern Gulf of Mexico, with only two previous formal works for these systems. **Objectives:** To contribute to the knowledge of the species richness of the coastal zooplankton communities of Veracruz, with particular reference to the La Mancha lagoon. **Methods:** Monthly samplings were conducted from May 2012 to April 2013, at a site near the mouth of the lagoon, taking diurnal and nocturnal samples in order to have a better representation of the community. Zooplankton samples were collected with a surface net (100 cm length, 150 µm mesh size) in 10 min, circular trawls. **Results:** Fifty-seven zooplankton components corresponding to 43 families, 25 orders and 6 phyla (Cnidaria, Ctenophora, Chaetognatha, Annelida, Arthropoda y Chordata) were identified. The main components were the crustaceans, within which the adult copepods were the most diverse with 17 species. Adult peracarids were also relatively well represented with 11 species, while the decapods were characterized mainly by larvae (Penaeidea and Brachyura). Ichthyoplankton was represented by 12 species and the rest of the zooplankton included cnidarians, ctenophores, chaetognaths and polychaetes. Eighteen taxa correspond to new records for the system, although only two represent an extension in their range of distribution (*Leucon americanus* y *Microdesmus carri*). **Conclusions:** The zooplanktonic richness recorded in the present study is relatively high, being dominated by copepods. The curve of the accumulation of species and the values of the non-parametric estimators of the richness, allowing us to determine that the number of components recorded in the present study is a good indicator of the zooplankton richness of the study area.

Keywords: check list, estuary, new records, range distribution

INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras se caracterizan por su elevada productividad tanto primaria como secundaria (Day *et al.*, 2013), además de constituir reservorios importantes de diversidad biológica de comunidades de vertebrados e invertebrados tales como el zooplancton (Souza *et al.*, 2011). Las comunidades del zooplancton tienen una alta riqueza de especies, las cuales se clasifican en dos grupos de acuerdo con sus estrategias de vida. El holopláncton, cuyos organismos desarrollan todo su ciclo de vida como parte del plancton (entre los cuales destacan los copépodos), y el meropláncton, el cual, solo durante una fase de su ciclo de vida forman parte de la comunidad planctónica, ingresando usualmente como estadios larvarios a los sistemas estuarinos en busca de protección (Johnson & Allen, 2012), hasta alcanzar etapas más avanzadas de su desarrollo.

Aunque existen muchos estudios sobre la estructura de comunidades de zooplancton en sistemas costeros en el mar Caribe (Álvarez-Cadena & Segura-Puertas, 1997; Álvarez-Cadena *et al.*, 2007; Castellanos & Suárez-Morales, 1997; Gasca & Castellanos, 1993; Gasca *et al.*, 1994), así como sobre algunos grupos taxonómicos en particular, por ejemplo medusas (Mendoza-Becerril *et al.*, 2009; Ocaña-Luna *et al.*, 2015) e ictioplancton (Flores-Coto *et al.*, 2009; Ocaña-Luna & Sánchez-Ramírez, 2016; Sánchez-Ramírez & Ocaña-Luna, 2015; Sanvicente-Añorve *et al.*, 2000) en el Golfo de México, pocos estudios se han realizado en sistemas lagunares de Veracruz. Así, a pesar de que en el estado de Veracruz existen al menos 19 grandes sistemas estuarinos (Contreras, 2010), la estructura de toda la comunidad del zooplancton de estos sistemas permanece poco estudiada. Uno de los pocos trabajos es el reciente de Benítez-Díaz *et al.* (2014) para la laguna costera de Sontecomapan, Veracruz, en el cual se registran 54 taxa zooplánctonicos correspondientes a una amplia escala zoológica (de Rotifera hasta larvas de pez).

De manera particular, para la laguna La Mancha (sitio RAMSAR: huésped de importancia internacional), en sentido estricto del zooplancton, solo existe un trabajo sobre copépodos de las lagunas costeras de Veracruz (Álvarez-Silva & Gómez-Aguirre, 2000), donde queda incluida La Mancha. Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio es contribuir al conocimiento de riqueza de especies de la comunidad zooplánctonica de la laguna La Mancha, así como de algunos aspectos zoogeográficos, generando un inventario más amplio de las especies presentes en este sistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

La laguna La Mancha es una laguna tropical localizada en la costa central del estado de Veracruz, en el Golfo de México ($19^{\circ}33'55''$ - $19^{\circ}35'44''$ N y $96^{\circ}22'45''$ - $96^{\circ}23'39''$ O), la cual es un sistema somero que posee una extensión de 1.58 km^2 y rodeada por bosque de manglar. Presenta conexión intermitente con el Golfo de México debido al patrón estacional de apertura/cierre de la barrera arenosa, la cual es regulada por las mareas, el viento y la descarga de agua dulce, teniendo influencia sobre los procesos hidrológicos, biológicos y ecológicos del sistema (Lara-Domínguez *et al.*, 2006). El clima es cálido-subhúmedo (Aw₂; García, 2004), definiéndose dos épocas climáticas: secas y lluvias. Durante la temporada de lluvias, la cual se extiende de junio a octubre con promedio de precipitación mensual mayor a 100 mm, la laguna recibe un aporte continuo de agua dulce a través del río Caño

Grande, en contraste, durante la temporada seca, entre los meses de noviembre a mayo, registra un promedio de precipitación mensual menor a 60 mm, presentando condiciones marinas (Mecalco-Hernández *et al.*, 2018). Durante el periodo de estudio, la boca de comunicación con el mar permaneció cerrada de mayo a junio 2012 y de enero a marzo 2013, con una amplitud media anual de marea de 26.11 cm.

Se realizaron muestreos diurnos (10:00 y 14:00 h), crepusculares (06:00 y 18:00) y nocturnos (22:00 y 02:00 h) cada mes, en un sitio cercano a la boca de la laguna (ca. 320 m), durante el periodo de mayo 2012 a abril 2013, con el fin de considerar ciclos de luz/oscuridad, para tener una mejor representación del componente nerítico del sistema. Las muestras se obtuvieron utilizando una red estándar de 30 cm de diámetro, 100 cm de largo y luz de malla de 150 μm , la cual fue arrastrada circularmente 160 metros durante 10 minutos a una velocidad aproximada de 0.5 nudos, a unos 15 cm de la superficie. Un total de 68 muestras fueron preservadas con formaldehído al 4% neutralizado con borato de sodio y posteriormente conservadas en etanol al 70%. En el laboratorio, la identificación de especies fue hecha hasta el nivel de especie cuando fue posible, utilizando claves especializadas para el zooplancton en general (Gosner, 1971; Johnson & Allen, 2012; Trégouboff & Rose, 1957), branquios (Suárez-Morales *et al.*, 1998), copépodos (Campos & Suárez, 1994), peracáridos (Heard *et al.*, 2004, 2007; Kensley & Schotte, 1989; Price, 1982), larvas y juveniles de peces (McEachran & Fechhelm, 2005; Richards, 2006). Para el análisis de aspectos zoogeográficos, también se consideraron dos trabajos que sobre invertebrados en general, se hacen para la laguna La Mancha (Ruiz & López-Portillo, 2006, 2014). La clasificación y nomenclatura de las especies de invertebrados se basó en el Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS, 2020), mientras que los nombres de las especies de peces se verificaron de acuerdo con Froese & Pauly (2020), tomado en cuenta el arreglo sistemático de Nelson *et al.* (2016).

Con el fin de evaluar si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para representar la riqueza real de especies presente en el área de estudio, se realizó una curva de acumulación de especies, la cual fue optimizada aleatorizando el procedimiento a través de 100 permutaciones (Colwell, 2013; Magurran, 2004). Dado que el número de especies que se cuentan en un estudio de biodiversidad suele ser una subestimación parcial de la riqueza total de especies (debido a que muchas especies raras no se detectan), se calcularon estimadores no paramétricos de riqueza de especies como Chao 1, Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 y Bootstrap (Magurran, 2004). La curva de acumulación de especies y los estimadores de riqueza total fueron determinados con el software EstimateS versión 9.1 (Colwell, 2013).

En relación con las variables ambientales, se registraron los intervalos de ocurrencia de cada uno de los taxa, bajo las diferentes condiciones de temperatura, salinidad y oxígeno en las que fueron capturados. Finalmente, para analizar cambios temporales de la riqueza de especies, se aplicó un análisis de varianza de dos vías (ANOVA), para evaluar el efecto de los meses y los períodos del día, así como la interacción entre estos factores ($\alpha < 0.05$).

RESULTADOS

A partir de la revisión de todas las muestras, se identificaron 57 taxa o estadios ontogénicos, 49 de ellos se identificaron hasta especie, 6 hasta género y 2 como estadios ontogénicos (Tabla 1). Del total de éstas

tos, 70% corresponde a grupos holoplanctónicos, mientras que el 30% restante corresponde a meroplancton.

Los crustáceos fueron los mejor representados dentro del elenco sistemático, con 35 taxa y dentro de éstos, el grupo más diverso fue el de los copépodos con 17 taxa, sobresaliendo el orden Calanoida Sars, 1903. Del total de copépodos, 10 ya habían sido reportados para la laguna La Mancha, mientras que *Calanopia americana*, *Temora stylifera*, *Macrosetella gracilis*, *Microsetella rosea*, *Longipedia americana*, *Oncaeaa venusta* y *Caligus rapax*, así como el parásito branquio *Argulus* sp. representan nuevos registros para el sistema. Los peracáridos estuvieron representados por 11 taxa, de los cuales el cumáceo *Leucon americanus*, el tanaídáceo *Tanaid dulongii*, los isópodos *Edotia montosa* y *Eurydice piperata*, el anfípodo *Caprella equilibra* y el misidáceo *Americamysis almyra* representan nuevos registros para la laguna La Mancha. Los decápodos estuvieron representados por seis grupos, constituidos principalmente por larvas zoea de braquiura, postlarvas de peneídos de *Penaeus aztecus* y *P. setiferus*, larvas megalopa de *Callinectes sapidus* y *Callinectes* spp., además del camarón fantasma *Belzebub faxonii*, el cual es nuevo registro para el sistema.

Nueve taxa correspondieron a otros invertebrados (cnidarios, ctenóforos, quetognatos y poliquetos) (Tabla 1), entre los cuales el cnidario hidromedusa *Obelia* sp. y el quetognato *Flaccisagitta enflata*, representan el primer registro para la laguna. Larvas y juveniles de peces fueron representados por 12 taxa, siendo la especie *Microdesmus carri* nuevo registro para el sistema.

El número acumulado de especies colectadas con respecto a los muestreos ordenados cronológicamente (curvas especies-muestras) se muestra en la Figura 1. El número total de especies esperadas según cada uno de los estimadores no paramétricos utilizados para la estimación de la riqueza de especies fue: Chao 1: 59.67, Chao 2: 59.05, Jackknife 1: 61.92, Jackknife 2: 61.04 y Bootstrap: 59.86.

El máximo, mínimo y promedio de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad y oxígeno disuelto (mg L^{-1}) registrados en la laguna durante el período de estudio se muestran en la Tabla 2. Asimismo, en esta tabla se presenta el intervalo de variación en el cual se registraron cada uno de los taxa identificados. Así, del total de registros, seis fueron consideradas estenohalinas (sus capturas fueron a intervalos de salinidad menor a seis unidades): *Chrysaora quinquecirrha*, *Pleurobraquia pileus*, *Temora stylifera*, *Leucon americanus*, *Caprella equilibra* y *Citharichthys spilopterus*. *Pseudodiaptomus pelagicus*, *Tortanus (Acutanus) setacaudatus*, *Microsetella rosea*, *Gammarus* sp., *Melita nítida*, larvas zoea y *Penaeus setiferus* presentaron un comportamiento eurihalino, registrándose en todo el intervalo de variación de la salinidad en la laguna (Tabla 2). *Callinectes* spp., *Acartia (Odontacartia) lilljeborgii* y *Gobiosoma bosc* fueron estenotermas, con capturas a intervalos de variación de temperatura menores a $2.5\ ^{\circ}\text{C}$, mientras que las larvas zoea y *Penaeus setiferus*, mostraron una condición euritérmica registrándose en todo el intervalo de variación de temperatura en la laguna (Tabla 2). Con respecto al oxígeno disuelto, todos los registros se presentaron en concentraciones mayores a $2.3\ \text{mg L}^{-1}$.

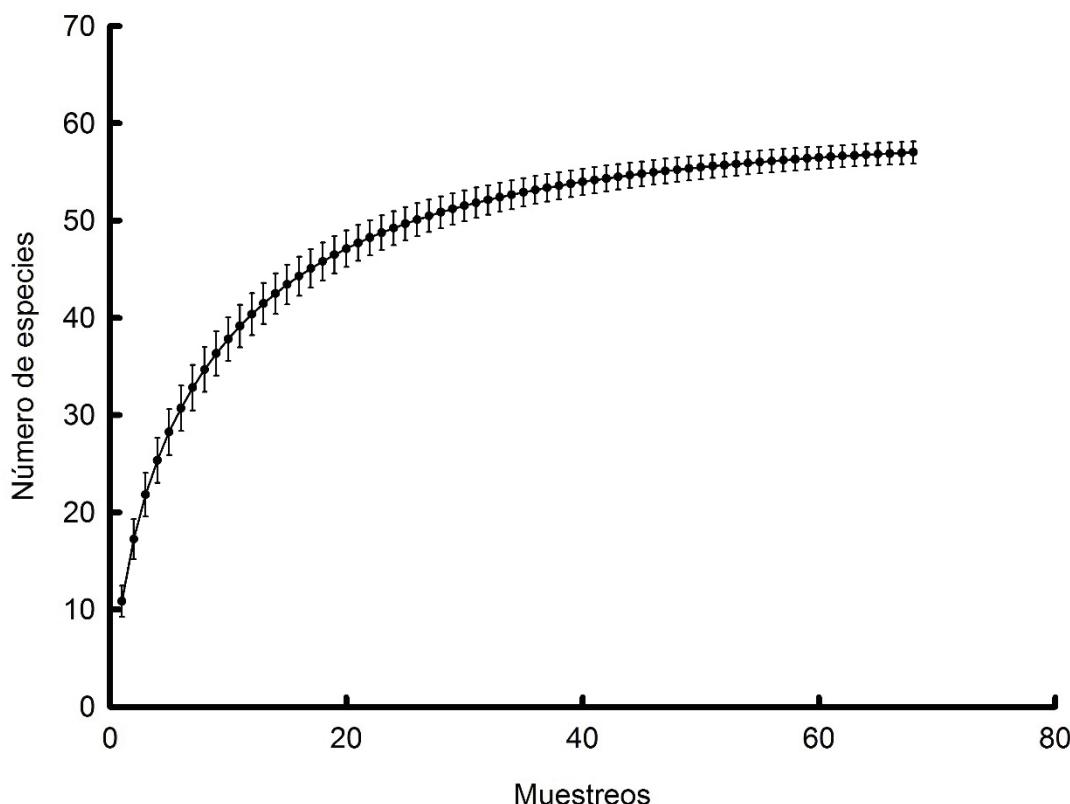


Figura 1. Curva de acumulación de especies para los ciclos de muestreos de zooplancton realizados en la laguna La Mancha, señalando promedios y error estándar.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de las especies identificadas.

Phylum/Clase	Subclase	Orden/Infraorden	Familia	Especie	Autor y año
Cnidaria Scyphozoa	Discomedusae	Semaeostomeae	Pelagiidae	<i>Chrysaora quinquecirrha</i> <i>Aurelia aurita</i>	(Desor, 1848) (Linnaeus, 1758)
Hydrozoa	Hydroidolina	Leptothecata	Ulmidae	<i>Obelia</i> sp.*	
Ctenophora Tentaculata	Cydiippida		Campanulariidae	<i>Pleurobrachia pileus</i>	(O. F. Müller, 1776)
Chaetognatha Sagittoidea	Aphragmophora		Pleurobrachiidae	<i>Flaccisagitta enflata</i> *	(Grassi, 1881)
Annelida Polychaeta	Errantia	Phyllodocida	Sagittidae	<i>Laonereis culveri</i>	(Webster, 1879)
			Nereidae	<i>Nereis pelágica occidentalis</i>	Hartman, 1945
				<i>Platynereis dumerilii</i>	(Audouin & Milne-Edwards, 1833)
				<i>Arabella</i> sp.	
Anthropoda Crustacea	Branchiura	Eunicida	Oenonidae	<i>Argulus</i> sp.*	Giesbrecht, 1889
	Copepoda	Arguloida	Argulidae	<i>Acartia (Odontacartia) liliiflorae</i>	Dana, 1849
		Calanoida	Acartiidae	<i>Acartia (Acanthacartia) tonsa</i>	Giesbrecht, 1888
			Paracalanidae	<i>Paracalanus aculeatus</i>	Dahl F., 1894
			Pontellidae	<i>Calanopia americana</i> *	Giesbrecht, 1897
				<i>Labiocerera scotti</i>	
				<i>Pseudodiaptomus pelagicus</i>	Herrick, 1884
			Pseudodiaptomidae	<i>Temora stylifera</i> *	(Dana, 1849)
			Tenoridae	<i>Temora turbinata</i>	(Dana, 1849)
				<i>Tortanus (Acutanus) setacaudatus</i>	Williams, 1906
			Tortanidae		
				<i>Oithona nana</i>	Giesbrecht, 1893
			Cyclopoida	<i>Corycaeus (Urocycaeus) latius</i>	(Dana, 1849)
				<i>Oncæa venusta</i> *	Philippi, 1843
				<i>Microsetella rosea</i> *	(Dana, 1847)
				<i>Macrosetella gracilis</i> *	(Dana, 1846)
				<i>Euterpina acutifrons</i>	(Dana, 1847)
				<i>Longipedia americana</i> *	
				<i>Caligus rapax</i> *	Wells, 1980
				<i>Leucon (Leucon) americanus</i> *	Milne-Edwards, 1840
				<i>Tanais dulongii</i> *	Zimmer, 1943
				<i>Eurydice piperata</i> *	(Audouin, 1826)
				<i>Edotia montosa</i> *	Menzies & Frankenberger, 1966
					(Stimpson, 1853)

Tabla 1. Continúa.

Phylum/Clase	Subclase	Orden/Infraorden	Familia	Especie	Autor y año
			Sphaeromatidae	<i>Cassidinidea ovalis</i>	(Say, 1818)
Amphipoda		Aoridae		<i>Grandidierella bonnieroidea</i>	Stephensen, 1947
		Caprellidae		<i>Caprella equilibra*</i>	Say, 1818
		Gammaridae		<i>Gammarus mucronatus</i>	Say, 1818
			<i>Gammarus</i> sp.		
		Melitidae	<i>Melita nitida</i>		S.I. Smith in Verrill, 1873
		Mysidae	<i>Americanysis almyra*</i>		(Bowman, 1964)
		Luciferidae	<i>Betzebul faxoni*</i>		(Borradaile, 1915)
Eucarida	Decapoda	Penaeidae	<i>Penaeus aztecus</i>		Ives, 1891
			<i>Penaeus setiferus</i>		(Linnaeus, 1767)
		Portunidae	<i>Callinectes sapidus</i>		Rathbun, 1896
			<i>Callinectes</i> sp.		
		Brachyura	Larva zoea		
	Elopiformes	Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>		Valenciennes, 1847
	Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchoa mitchilli</i>		(Valenciennes, 1848)
		Eleotridae	<i>Dormitator maculatus</i>		(Bloch, 1792)
	Gobiiformes	Oxudercidae	<i>Eleotris pisonis</i>		(Gmelin, 1789)
			<i>Ctenogobius boleosoma</i>		(Jordan & Gilbert, 1882)
		Gobiidae	<i>Gobionellus oceanicus</i>		(Pallas, 1770)
			<i>Gobiosoma bosc</i>		(Lacepède, 1800)
	Pleuronectiformes		<i>Microdesmus carri*</i>		Gilbert, 1966
	Syngnathiformes	Paralichthyidae	<i>Citharichthys spilopterus</i>		Günther, 1862
	Perciformes	Syngnathidae	<i>Syngnathus laevisanae</i>		Günther, 1870
		Gerreidae	<i>Eucinostomus melanopterus</i>		(Bleeker, 1863)
			<i>Eucinostomus</i> sp.		Huevo de pez

Los nuevos registros para el sistema son denotados con un “**”. Nombres científicos, autor y año, de acuerdo con WoRMS (2020) y Froese & Pauly (2020).

En relación con la variación temporal de la riqueza, ésta mostró diferencias significativas entre meses y entre períodos del día, con una interacción no significativa entre estos factores (Tabla 3). A lo largo del año, los promedios del número de especies tendieron a ser más altos de agosto a diciembre y abril, mientras que los promedios más bajos tendieron a presentarse de mayo a julio y de enero a marzo (Figura 2A). Así, el promedio del número de especies cuando la boca estuvo abierta ($\bar{x}_{ba} = 13.27$) fue mayor al observado cuando la boca estuvo cerrada ($\bar{x}_{bc} = 7.04$). A nivel nictímero, la riqueza de especies fue significativamente más grande en las horas nocturnas que durante las horas crepusculares y del día (Figura 2B).

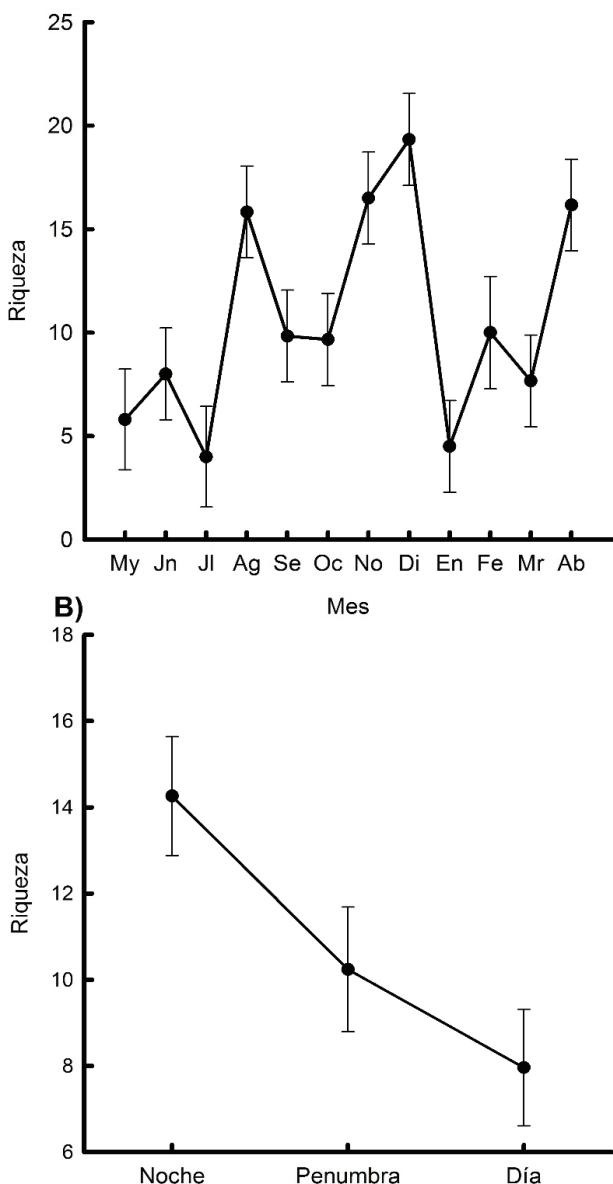


Figura 2. Valores promedio y error estándar por mes (A) y período del día (B), de la riqueza de especies.

DISCUSIÓN

Aunque el estudio formal del plancton en aguas mexicanas inició hace más de medio siglo, la mayoría de los estudios realizados corresponden principalmente a investigaciones en aguas epicontinentales y marinas, con referencia a la sistemática y distribución solo de algunos grupos del zooplancton (Suárez-Caabro & Gómez-Aguirre, 1965; Suárez-Morales, 2003), principalmente sobre cnidarios (Martell-Hernández *et al.*, 2014; Mendoza-Becerril *et al.*, 2009; Ocaña-Luna *et al.*, 2015), copépodos (López-Salgado & Suárez-Morales, 1998; López-Salgado *et al.*, 2000; Suárez-Morales & Gasca, 1998), e ictioplancton (Flores-Coto *et al.*, 2009; Ocaña-Luna & Sánchez-Ramírez, 2016; Sánchez-Ramírez & Ocaña-Luna, 2015; Sanvicente-Añorve *et al.*, 2000).

En este sentido, a pesar que la composición de especies de toda la comunidad zooplancótica ha sido extensamente abordada en sistemas costeros del Caribe mexicano (Álvarez-Cadena & Segura-Puertas, 1997; Álvarez-Cadena *et al.*, 2007; 2009; Castellanos & Suárez-Morales, 1997; Gasca & Castellanos, 1993; Gasca *et al.*, 1994), relativamente pocos esfuerzos se han hecho en la zona costera del oeste central del Golfo de México (López-Salgado & Suárez-Morales, 1998) y menos aún en las lagunas costeras de la región suroccidental, salvo algunas excepciones, como son los casos de las lagunas de Sontecomapan (Benítez-Díaz *et al.*, 2014) y Términos (Suárez-Caabro & Gómez-Aguirre, 1965).

Para la laguna La Mancha, a pesar de que se han realizado muchos estudios sobre fauna acuática, la gran mayoría de esta literatura ha permanecido en tesis o resúmenes de reuniones científicas (Contreras, 2010; Ruiz & López-Portillo, 2006). Así, en el estricto sentido de estudios zooplancóticos, para este sistema sólo se han registrado 13 especies de copépodos (Álvarez-Silva & Gómez-Aguirre, 2000), de las cuales ocho fueron registradas en el presente estudio (*A.illijeborgii*, *A. tonsa*, *P. aculeatus*, *P. pelagicus*, *T. turbinata*, *T. setacaudatus*, *C. laetus* y *E. acutifrons*), mientras que cinco no lo fueron (*Centropages velificatus*, *Labidocera aestiva*, *Cymbasoma* sp., *Ergasilus versicolor* y *Diosaccus tenuicornis*). Por lo que el presente estudio, a pesar de tener la limitación de haberse desarrollado en una sola localidad del sistema (boca), representa el primer reporte de la composición de especies del zooplancton para la laguna La Mancha y uno de los pocos reportes con estas características para lagunas costeras del suroccidente del Golfo de México.

En diferentes sistemas costeros del Golfo de México y Caribe mexicano se han reportado entre 30 y 80 grupos zooplancóticos, de los cuales, entre 10 y 30 se han determinado hasta especie (Álvarez-Cadena *et al.*, 2007; 2009; Benítez-Díaz *et al.*, 2014; Castellanos & Suárez-Morales, 1997; Gasca *et al.*, 1994), dependiendo estas cifras del nivel de determinación taxonómica hasta el que se reporten (Phylum, Orden, Familia, Género o Especie). Así, la composición del zooplancton reportada en el presente estudio, con 57 grupos, de los cuales 55 taxa fueron determinados hasta género o especie, muestra una riqueza relativamente alta para el sistema. Así, los 57 componentes zooplancóticos registrados correspondieron a 43 familias, 25 órdenes y 6 phyla. La ocurrencia de una gran diversidad de invertebrados pertenecientes a una amplia escala zoológica acentúa la importancia de los estuarios como sitios de reproducción y crianza para muchas de estas especies (Day *et al.*, 2013).

Tabla 2. Máximo (Max), mínimo (Min) y promedio (\bar{x}) de la temperatura, salinidad y oxígeno registrada para la laguna La Mancha y para cada una de las especies registradas, durante el periodo de estudio.

	Temperatura			Salinidad			Oxígeno		
	Max	Min	\bar{x}	Max	Min	\bar{x}	Max	Min	\bar{x}
Laguna La Mancha	33.4	21.1	26.9	39	6	20.57	8.8	2.3	5.5
<i>Chrysaora quinquecirrha</i>	31.30	24.30	27.80	27.00	24.30	25.65	4.80	4.40	4.60
<i>Aurelia aurita</i>	31.10	24.20	27.50	39.00	8.00	24.80	6.70	2.80	5.10
<i>Obelia</i> sp.*			26.20			26.20			6.10
<i>Pleurobrachia pileus</i>	27.60	24.50	25.70	27.60	24.50	25.70	7.40	6.10	6.60
<i>Flaccisagitta enflata</i> *	31.30	23.80	26.40	39.00	14.50	25.70	7.40	2.80	5.20
<i>Laeonereis culveri</i>	29.60	23.90	25.83	34.00	24.10	28.45	6.10	4.50	5.23
<i>Nereis occidentalis</i>	26.80	24.10	24.97	39.00	24.10	29.67	6.00	4.30	4.87
<i>Platynereis dumerilii</i>	27.50	24.20	26.10	39.00	14.00	26.43	6.20	5.00	5.76
<i>Arabella</i> sp.	29.60	23.80	25.70	39.00	14.00	27.60	6.20	4.30	5.20
<i>Argulus</i> sp.*			23.90			34.00			6.10
<i>Acartia</i> (<i>Odontacartia</i>) <i>lilljeborgi</i>	24.40	23.80	24.10	39.00	23.80	29.10	6.10	4.30	5.10
<i>Acartia</i> (<i>Acanthacartia</i>) <i>tonsa</i>	31.60	21.10	26.00	39.00	8.50	23.50	7.30	2.80	5.20
<i>Paracalanus aculeatus</i>	31.30	24.20	26.30	39.00	24.30	30.40	6.70	4.40	5.50
<i>Calanopia americana</i> *	29.60	23.80	25.50	39.00	12.00	27.90	6.10	4.30	5.10
<i>Labidocera scotti</i>	28.70	23.80	26.10	27.00	12.00	21.00	6.20	2.80	4.80
<i>Pseudodiaptomus pelagicus</i>	31.60	21.10	26.50	39.00	6.00	20.40	8.80	2.80	5.60
<i>Temora stylifera</i> *	29.60	24.00	25.90	30.00	24.00	26.00	5.30	4.20	4.70
<i>Temora turbinata</i>	33.40	21.60	26.50	39.00	10.00	24.70	7.30	2.30	5.00
<i>Tortanus setacaudatus</i>	31.80	21.10	26.70	39.00	6.00	19.60	8.80	2.80	5.80
<i>Oithona nana</i>	31.60	23.80	26.40	38.00	10.00	22.30	7.30	4.20	5.40
<i>Corycaeus laetus</i>	29.60	23.80	25.70	39.00	12.00	26.40	6.70	4.20	5.10
<i>Oncaeа venusta</i> *	29.60	23.80	25.30	39.00	23.80	30.20	6.70	4.20	5.30
<i>Microsetella rosea</i> *	31.30	23.80	27.12	39.00	6.00	20.88	8.80	4.20	5.59
<i>Macrosetella gracilis</i> *			24.20			39.00			6.00
<i>Euterpina acutifrons</i>	31.20	24.00	26.40	38.00	24.00	28.70	6.20	4.20	4.90
<i>Longipedia americana</i> *			24.10			24.10			4.50
<i>Caligus rapax</i> *	30.20	23.80	25.32	39.00	14.50	25.14	6.00	4.40	4.82
<i>Leucon americanus</i> *	29.60	24.40	27.00	30.00	24.40	27.20	5.30	4.30	4.80
<i>Tanaid a dulongii</i> *	30.20	23.80	25.90	39.00	14.50	26.90	6.20	4.30	4.90
<i>Eurydice piperata</i> *	29.60	24.10	26.90	38.00	16.00	26.80	6.40	2.80	4.90
<i>Edotia montosa</i> *	29.60	21.10	25.40	30.00	13.00	23.90	7.10	2.80	5.20
<i>Cassidinidea ovalis</i>	31.80	27.90	29.90	25.00	8.00	17.30	5.30	4.30	4.90
<i>Grandidierella bonnieroides</i>	30.20	23.80	25.20	38.00	8.00	25.40	6.10	4.30	4.80
<i>Caprella equilibra</i> *	29.60	23.90	26.75	34.00	30.00	32.00	6.10	5.30	5.70
<i>Gammarus mucronatus</i>	30.20	21.10	25.54	27.00	6.00	20.71	7.30	4.30	5.77
<i>Gammarus</i> sp.	30.20	21.10	26.01	39.00	6.00	20.83	7.14	2.80	5.10
<i>Melita nítida</i>	30.20	21.10	26.00	39.00	6.00	20.80	7.10	2.80	5.10
<i>Americanysis almyra</i> *	30.20	21.10	26.60	25.00	6.00	15.90	7.10	4.30	5.70
<i>Belzebub faxoni</i> *	33.40	24.20	27.90	39.00	12.00	23.40	6.20	2.30	4.30
<i>Penaeus aztecus</i>	29.60	24.60	27.66	38.00	10.00	22.90	5.50	4.60	5.08
<i>Penaeus setiferus</i>	33.40	21.10	27.00	39.00	6.00	20.10	8.80	2.30	5.30
<i>Callinectes sapidus</i>	31.80	23.90	26.90	39.00	9.50	22.80	6.10	2.80	4.70
<i>Callinectes</i> sp.	24.60	24.40	24.50	38.00	24.40	31.20	4.60	4.30	4.45
Larva zoea	33.40	21.10	27.10	39.00	6.00	20.00	8.80	2.30	5.40

Tabla 2. Continúa.

	Temperatura			Salinidad			Oxígeno		
	Max	Min	\bar{x}	Max	Min	\bar{x}	Max	Min	\bar{x}
<i>Megalops atlanticus</i>	27.90	23.90	25.90	34.00	25.00	29.50	6.10	5.00	5.50
<i>Anchoa mitchilli</i>	30.20	27.40	28.58	25.00	9.50	15.30	5.90	2.80	4.62
<i>Dormitator maculatus</i>	29.60	24.20	27.43	39.00	9.50	23.29	6.00	4.60	5.33
<i>Eleotris pisonis</i>	29.60	24.60	27.90	30.00	9.50	21.37	5.90	4.30	5.17
<i>Ctenogobius boleosoma</i>	30.20	24.40	28.20	30.00	9.50	17.80	5.90	2.80	4.50
<i>Gobionellus oceanicus</i>	29.60	24.60	28.15	38.00	9.00	18.00	5.90	3.80	5.02
<i>Gobiosoma bosc</i>	30.20	27.90	29.00	30.00	8.00	19.00	5.30	2.80	4.36
<i>Microdesmus carri*</i>	30.20	26.60	28.60	29.00	8.00	16.33	6.94	3.50	4.93
<i>Citharichthys spilopterus</i>	29.60	24.60	27.10	30.00	24.60	27.30	5.30	4.30	4.80
<i>Syngnathus louisianae</i>			27.90			25.00			5.00
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	29.60	26.60	27.88	30.00	12.00	20.75	5.30	2.80	4.15
<i>Eucinostomus</i> sp.	28.30	27.90	28.10	25.00	10.00	17.50	5.50	5.00	5.25
Huevo de pez	31.30	21.10	25.90	39.00	8.00	24.70	7.40	4.20	5.50

Los nuevos registros para el sistema son denotados con un “*”.

Los componentes zooplanctónicos mejor representados fueron los crustáceos, dentro de los cuales los copépodos fueron los más diversos con 17 especies, dominando los copépodos calanoideos de los géneros *Acartia* (principalmente *A. tonsa*), *Calanopia*, *Pseudodiaptomus* y *Temora*, como se ha registrado en otros sistemas costeros tanto del Golfo de México (Benítez-Díaz *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2017; Suárez-Caabro & Gómez-Aguirre, 1965), como del Caribe mexicano (Álvarez-Cadena *et al.*, 2007; 2009; Castellanos & Suárez-Morales, 1997). Los peracáridos también estuvieron relativamente bien representados con 11 especies. Aunque los cumáceos, tanaídáceos, isópodos, anfípodos, así como la mayoría de los poliquetos, tienden a estar principalmente asociados al bentos, muchos pueden ascender por la columna de agua, por movimientos migratorios verticales (principalmente nocturnos) y por efecto de transporte de agua de fondo hacia la superficie (Gasca & Castellanos, 1993; Johnson & Allen, 2012). Los decápodos estuvieron constituidos solo por seis componentes, principalmente larvas zoea y megalopa, y su gran abundancia en sistemas costeros, se ha relacionado con los procesos reproductivos dentro del sistema (Gasca & Castellanos, 1993; Gasca *et al.*, 1994).

En relación con el ictioplancton, aunque no se encontró una riqueza específica tan alta como la registrada en otras lagunas costeras del Golfo de México, donde el número de especies oscila entre 39 y 57 (Ocaña-Luna & Sánchez-Ramírez, 2016; Sánchez-Ramírez & Ocaña-Luna, 2015), se determinaron 12 especies, principalmente de los

órdenes Gobiiformes y Clupeiformes. El zooplancton gelatinoso incluyó dos especies de medusas, una de ctenoforo y un género de hidromedusa (*Obelia* sp.), del cual no fue posible determinar taxonómicamente la especie, debido a que los caracteres de identificación a este nivel están basados en el pólipo y no en el estado de medusa (Martell-Hernández *et al.*, 2014). Los poliquetos también incluyeron cuatro especies, mientras que un quetognato y un branquiuro completaron el elenco sistemático.

De todos los componentes registrados, 18 representaron nuevos registros para la laguna La Mancha, los cuales fueron 1 hidromedusa, 1 quetognato, 1 branquiuro, 7 copépodos, 6 peracáridos, 1 decápodo y 1 pez. Para comprender si estos nuevos registros implican además una ampliación en su distribución, se analizaron aspectos zoogeográficos de cada uno de ellos.

Así, para el Golfo de México han sido citadas al menos ocho especies de hidromedusas del género *Obelia*, tres de las cuales tienen una amplia distribución desde el noreste hasta el sureste (Calder & Cairns, 2009). La especie de quetognato *Flaccisagitta enflata* presenta una amplia distribución en el Golfo de México, con alta abundancia desde las costas de Tamaulipas, hasta el mar Caribe (Álvarez-Cadena *et al.*, 2007; Mille-Pagaza & Carrillo-Laguna, 2003). Asimismo, para el Golfo de México han sido registradas al menos diez especies de branquios del género *Argulus* (Poly, 2009).

Cinco de los siete nuevos registros de copépodos, *Calanopia americana*, *Temora stylifera*, *Macrosetella gracilis*, *Microsetella rosea* y *Oncocaea venusta* han sido registrados para sistemas tanto hacia el norte del sistema (López-Salgado & Suarez-Morales, 1998; López-Salgado *et al.*, 2000), como en el Caribe mexicano (Álvarez-Cadena & Segura-Puertas, 1997; Álvarez-Cadena *et al.*, 1998), todas ellas con una amplia distribución en todo el Golfo de México (Suárez-Morales *et al.*, 2009). Similarmente, el copépodo *Longipedia americana* presenta registros tanto en el norte del golfo, como en el Caribe (Johnson & Allen 2012; Suárez-Morales *et al.*, 2009), mientras que *Caligus rapax* ha sido reportada hacia el norte del sistema La Mancha, en laguna de Pueblo Viejo y para el sur, en la laguna de Alvarado (Álvarez-Silva & Gómez-Aguirre, 2000).

Tabla 3. Resultados del ANOVA de dos vías para evaluar el efecto de los meses y los períodos del día sobre la riqueza de especies.

Origen de la variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados medios	F	P
Meses	11	146.193	5.822	< 0.0005
Período del día	2	232.957	9.278	0.001
Interacción	22	16.320	0.650	0.853
Error	32	25.109		

En relación con los nuevos registros de peracáridos, aunque el cumáceo *Leucon americanus* se ha reportado como restringido a la costa este de los Estados Unidos, estando en controversia su límite meridional en el norte del Golfo de México (Heard & Roccatagliata, 2009; Heard *et al.*, 2007; Petrescu & Heard 2010; Roccatagliata, 2004), el presente reporte podría representar además una ampliación en su distribución meridional. El tanaídáceo *Tanais dulongii* (= *T. cavolini*) ha sido registrado para la costa noreste de Estados Unidos (Gosner, 1971), con probable presencia en Florida (Heard *et al.*, 2004) y hacia el sur en las lagunas de Alvarado y Términos, y mar Caribe (Escobar-Briones, 2004; García-Madrigal *et al.*, 2002). Los isópodos *Eurydice piperata* y *Edotea montosa* presentan una distribución que incluye el noreste del Golfo de México y mar Caribe (Kensley & Shotte, 1989; Schotte *et al.*, 2009). Similmente, el anfípodo *Caprella equilibra* se encuentra ampliamente distribuida en todo el Golfo de México (LeCroy *et al.*, 2009; Paz-Ríos *et al.*, 2014), mientras que el misidáceo *Americanysis almyra* (= *Mysis almyra*) se presenta desde la costa norte de los Estados Unidos, hasta el sur del Golfo de México (Escobar-Briones & Soto, 1988; Johnson & Allen, 2012).

Con respecto a los decápodos, el camarón fantasma *Belzebub faxoni* presenta una amplia distribución en el océano Atlántico, desde Nueva Escocia, Canadá, hasta el Río Grande, Brasil (Cházaro-Olvera *et al.*, 2017), y en relación con el ictioplancton, la distribución de *Microdesmus carri* se ha delimitado de manera general, del suroeste de México a Costa Rica (Froese & Pauly, 2020; Lara-Domínguez *et al.*, 2011; McEachran & Fechhelm, 2005), por lo que este nuevo registro además puede representar el límite septentrional en su distribución. Así, de los 18 taxa reportados en el presente estudio como nuevos registros para la laguna La Mancha, solo dos casos representan una ampliación en su distribución geográfica (*Leucon americanus* y *Microdesmus carri*).

En cuanto a los intervalos de las variables ambientales, en los cuales se registraron para cada uno de los taxa encontrados, la información aportada permitirá determinar potenciales nuevos registros de tolerancias fisiológicas a la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, en las que pueden ocurrir las especies.

Las curvas de acumulación de especies permiten extrapolar el número de especies observado en un inventario y de esta manera poder estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Magurran, 2004). En este sentido, la curva de acumulación de especies realizada en el presente trabajo muestra un comportamiento asintótico, es decir, que un incremento en el esfuerzo de muestreo no causaría aumentos sustanciales en la riqueza de especies, resaltando así que la combinación del esfuerzo de muestreo realizado tanto a nivel mensual como por períodos del día permitió tener representada adecuadamente la riqueza de especies de la localidad estudiada. Asimismo, de acuerdo con los métodos no paramétricos para la estimación de la riqueza de especies, el número total de especies esperadas para la laguna podría variar entre 59 y 62, confirmando que el elenco sistemático reportado puede representar adecuadamente esta comunidad zooplánctonica.

En este contexto, en la determinación de riqueza de especies de un sistema, resalta la importancia de considerar muestreos nocturnos a lo largo de un ciclo anual de estudio, ya que esto permite aumentar la probabilidad de capturar especies con hábitos preferentemente nocturnos y por lo tanto obtener una representación más completa de la estructura de la comunidad (Castellanos & Suárez-Morales, 1997; Castillo-Rivera *et al.*, 2005; Marques *et al.*, 2009). De hecho, en el presente

estudio se observó que la riqueza de especies fue significativamente mayor durante la noche que en los otros dos períodos del día.

Similarmente, a nivel estacional la riqueza también mostró diferencias significativas entre meses y aunque esto puede estar relacionado con los procesos de migración estacional inherentes a los ciclos de vida de las especies, en el presente estudio se observó que esta variación estuvo en lo general asociada con el estado de la boca del sistema, existiendo una mayor riqueza de especies cuando ésta permaneció abierta.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, por haber contribuido con el financiamiento del presente estudio, asimismo, a los miembros del Laboratorio de Peces por su colaboración en la toma de muestras y a la cooperativa pesquera de la laguna La Mancha, por su permiso y apoyo en la recolecta de material biológico. Al CONACyT, por la beca de estudios de doctorado otorgada a AMH. Se agradece también la valiosa revisión y sugerencias de los revisores anónimos.

REFERENCIAS

- ÁLVAREZ-CADENA, J. N. & L. SEGURA-PUERTAS. 1997. Zooplankton variability and copepod species assemblages from a tropical coastal lagoon. *Gulf Research Reports* 9: 345-355. DOI:10.18785/grr.0904.12
- ÁLVAREZ-CADENA, J. N., E. SUÁREZ-MORALES & R. GASCA. 1998. Copepod assemblages from a reef-related environment in the Mexican Caribbean Sea. *Crustaceana* 70: 411-433. DOI:10.1163/156854098X00527
- ÁLVAREZ-CADENA, J. N., U. ORDÓÑEZ-LÓPEZ, D. VALDÉS-LOZANO, A. R. ALMARAL-MENDÍVIL & A. UICAB-SABIDO. 2007. Estudio anual del zooplankton: composición, abundancia, biomasa e hidrología del norte de Quintana Roo, mar Caribe de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 421-430.
- ÁLVAREZ-CADENA, J. N., U. ORDÓÑEZ-LÓPEZ, A. R. ALMARAL-MENDÍVIL & A. UICAB-SABIDO. 2009. Composition and abundance of zooplankton groups from a coral reef lagoon in Puerto Morelos, Quintana Roo, Mexico, during an annual cycle. *Revista de Biología Tropical* 57(3): 647-658. DOI:10.15517/rbt.v57i3.5481
- ÁLVAREZ-SILVA, C. & S. GÓMEZ-AGUIRRE. 2000. Listado actualizado de la fauna de Copépodos (Crustacea) de las Lagunas Costeras de Veracruz. *Hidrobiológica* 10: 161-164.
- BENÍTEZ-DÍAZ, M. M. I., M. E. CASTELLANOS-PAÉZ, G. GARZA-MOURIÑO, M. J. FERRARA-GUERRERO & M. PAGANO. 2014. Spatiotemporal variations of zooplankton community in a shallow tropical brackish lagoon (Sontecomapan, Veracruz, Mexico). *Zoological studies* 53:59. DOI:10.1186/s40555-014-0059-6
- CALDER, D. R. & S. D. CAIRNS. 2009. Hydroids (Cnidaria: Hydrozoa) of the Gulf of Mexico. In: Felder D. L. & D. K. Camp (eds.). *Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity*. Texas A y M University Press, pp. 381-394.
- CAMPOS, A. & E. SUÁREZ. 1994. *Copépodos pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe: Biología y sistemática*. CIQRO, CONACYT, Chetumal. 711 p.
- CASTELLANOS, I. & E. SUÁREZ-MORALES. 1997. Observaciones sobre el zooplankton de la zona arrecifal de Mahahual, Quintana Roo (Mar

- Caribe). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 68(2): 237-252.
- CASTILLO-RIVERA, M., R. ZÁRATE-HERNÁNDEZ & S. ORTIZ-BURGOS. 2005. Variación nictímera y estacional de la abundancia, riqueza y especies dominantes de peces, en un ambiente salobre de sustrato blando. *Hidrobiológica* 15: 227-238.
- CHÁZARO-OLVERA, S., M. ORTIZ, I. WINFIELD, J. A. PÉREZ-RAMOS & C. MEINERS-MANDUJANO. 2017. Distribución, densidad, proporción sexual y fecundidad de *Belzebub faxoni* (Decapoda, Luciferidae) en el Sistema Arrecifal Veracruzano, SO del Golfo de México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 52(3): 467-478. DOI:10.4067/S0718-19572017000300005
- COLWELL, R. K. 2013. Estimate S: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>
- CONTRERAS, E. F. 2010. *Ecosistemas Costeros Mexicanos*. CONABIO-UAM, D. F. 514 p.
- DAY, J. W., B. C. CRUMP, W. M. KEMP & A. YÁÑEZ-ARANCIBIA. 2013. *Estuarine Ecology*. John Wiley & Sons, New Jersey. 568 p.
- ESCOBAR-BRIONES, E. 2004. Tanaidacea. In: Llorente-Bousquets, J. E., J. J. Morrone, O. Yáñez-Ordóñez & I. Vargas-Fernández (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Facultad de Ciencias UNAM, D. F., pp. 497-511.
- ESCOBAR-BRIONES, E. & L. A. SOTO. 1988. Mysidacea from Términos Lagoon, Southern Gulf of Mexico, and description of a new Species of *Taphromysis*. *Journal of Crustacean Biology* 8(4): 639-655. DOI:10.1163/19372408X00477
- FLORES-COTO, C., M.L. ESPINOSA-FUENTES, L. SANVICENTE-ANORVE Y F. ZAVALA-GARCÍA. 2009. Ictioplancton del sur del Golfo de México. Un compendio. *Hidrobiológica* 19 (1): 49-76.
- FROESE, R. & D. PAULY. 2020. FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en línea en: <http://www.fishbase.org> (downloaded January 27, 2020).
- GARCÍA, E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM, D. F. 217 p.
- GARCÍA-MADRIGAL, M. S., C. CAMPOS-VÁZQUEZ & N. E. GONZÁLEZ. 2002. Sección de Crustáceos de la Colección de referencia de bentos costero de ECOSUR. *Universidad y Ciencia* 36: 140-148.
- GASCA, R. & I. CASTELLANOS. 1993. Zooplancton de la Bahía de Chetumal, Mar Caribe, México. *Revista de Biología Tropical* 41: 619-625.
- GASCA, R., E. SUÁREZ-MORALES & L. VÁSQUEZ-YEOMAS. 1994. Estudio comparativo del zooplancton (biomasa y composición) en dos bahías del Mar Caribe Mexicano. *Revista de Biología Tropical* 42: 595-604.
- GOSNER, K. L. 1971. *Guide to Identification of marine and estuarine invertebrates*. John & Sons, Inc, New York. 693 p.
- HEARD, R. W. & D. C. ROCCATAGLIATA. 2009. Cumacea (Crustacea) of the Gulf of Mexico. In: Felder D. L. & D. K. Camp (eds.). *Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity*. Texas A y M University Press, pp. 1001-1011.
- HEARD, R. W., T. HANSKNECHT & K. LARSEN. 2004. An illustrated identification guide to Florida Tanaidacea (Crustacea: Peracarida) occurring in depths of less than 200 M. Department of Environmental Protection, Division of Water Resource Management camb. Tallahassee, 163 p.
- HEARD, R. W., D. C. ROCCATAGLIATA & I. PETRESCU. 2007. An illustrated guide to Cumacea (Crustacea: Malacostraca: Peracarida) from Florida coastal and shelf waters to depths of 100 m. Department of environmental protection, Tallahassee. 8 p.
- JOHNSON, W. S. & D. M. ALLEN. 2012. *Zooplankton of the Atlantic and Gulf Coast: A Guide to Their Identification and Ecology*. JHU Press, Baltimore. 452 p.
- KENSLEY, B. F. & M. SCHOTTE. 1989. *Guide to the marine isopod crustaceans of the Caribbean*. Smithsonian Institution Press, Washington. 308 p.
- LARA-DOMÍNGUEZ, A. L., J. W. DAY, A. YÁÑEZ-ARANCIBIA & E. SÁINZ-HERNÁNDEZ. 2006. A dynamic characterization of water flux through a tropical ephemeral inlet, La Mancha lagoon, Gulf of Mexico. In: Singh V. P. & Y. J. Xu (eds.). *Coastal Hydrology and Processes*. Water Resources Publications, Chelsea, pp. 413-422.
- LARA-DOMÍNGUEZ, A. L., J. FRANCO-LÓPEZ, C. BEDIA-SÁNCHEZ, L. ABARCA-ARENAS, S. DÍAZ-RUIZ, A. AGUILRE-LEÓN, C. GONZÁLEZ-GÁNDARA & M. CASTILLO-RIVERA. 2011. Diversidad de peces en los ambientes costeros y plataforma continental. In: Cruz Aragón, C. (ed.). *La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. CONABIO, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C., Xalapa. 679 p.
- LCROCQ, S. E., R. GASCA, I. WINFIELD, M. ORTIZ & E. ESCOBAR-BRIONES. 2009. Amphipoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico. In: Felder D. L. & D. K. Camp (eds.). *Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity*. Texas A y M University Press, pp. 941-972.
- LIU, H., X. ZHANG, Q. YANG, T. ZUO & A. QUIGG. 2017. Mesozooplankton dynamics in relation to environmental factors and juvenile fish in a subtropical estuary of the Gulf of Mexico. *Journal of Coastal Research* 33(5): 1038-1050. DOI:10.2112/JCOASTRES-D-16-00155.1
- LÓPEZ-SALGADO, I. & E. SUÁREZ-MORALES. 1998. Copepod assemblages in surface waters of the Western Gulf of Mexico. *Crustaceana* 71(3): 312-330.
- LÓPEZ-SALGADO, I., R. GASCA & E. SUÁREZ-MORALES. 2000. La comunidad de copépodos (Crustacea) en los giros a mesoescala en el occidente del Golfo de México (julio, 1995). *Revista de Biología Tropical* 48: 169-179.
- MAGURRAN, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Oxford. 215 p.
- MARQUES, S. C., U. AZEITEIRO, F. MARTINHO, I. VIEGAS & M. A. PARDAL. 2009. Evaluation of estuarine mesozooplankton dynamics at a fine temporal scale: The role of seasonal, lunar and diel cycles. *Journal of Plankton Research* 31(10): 1249-1263. DOI:10.1093/plankt/fbp068
- MARTELL-HERNÁNDEZ, L. F., M. SÁNCHEZ-RAMÍREZ & A. OCAÑA-LUNA. 2014. Distribution of planktonic cnidarian assemblages in the southern Gulf of Mexico, during autumn. *Revista Chilena de Historia Natural* 87: 18. DOI:10.1186/s40693-014-0018-y

- McEACHRAN, J. D. & J. D. FECHHELM. 2005. *Fishes of the Gulf of Mexico*. University of Texas, Austin. 1004 p.
- MECALCO-HERNÁNDEZ, A., M. CASTILLO-RIVERA, L. SANVICENTE-AÑORVE, C. FLORES-COTO & C. ÁLVAREZ-SILVA. 2018. Variación estacional y nocturna en la distribución del zoopláncton dominante en una laguna costera tropical. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 53: 39-49. DOI:10.4067/S0718-19572018000100039
- MENDOZA-BECERRIL, M., A. OCÀA-LUNA & M. SÀNCHEZ-RAMÍREZ. 2009. Primer registro de *Phialella quadrata* y ampliación del límite de distribución de ocho especies de hidromedusas (Hydrozoa) en el Océano Atlántico Occidental. *Hidrobiológica* 19: 257-267.
- MILLE-PAGAZA, S. & J. CARRILLO-LAGUNA. 2003. Distribución y abundancia de los quetognatos de la plataforma Tamaulipecana y océano adyacente en abril de 1987. *Hidrobiológica* 13: 223-229.
- NELSON, J. F., T. C. GRANDE & M. V. H. WILSON. 2016. *Fishes of the world*. John Wiley & Sons Inc, New Jersey. 707 p.
- OCÀA-LUNA, A. & M. SÀNCHEZ-RAMÍREZ. 2016. Estructura de la comunidad ictioplanctónica en la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87(1): 123-132. DOI:10.1016/j.rmb.2016.01.018
- OCÀA-LUNA, A., M. SÀNCHEZ-RAMÍREZ & R. AGUILAR-DURÁN. 2015. Macro-medusas y ctenóforos del sistema arrecifal veracruzano y lagunas costeras asociadas. In: A. Granados-Barba, 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*. Universidad Autónoma de Campeche. Campeche, pp. 121-138.
- PAZ-RÍOS, C. E., J. M. GUERRA-GARCÍA & P. L. ARDISSON. 2014. Caprellids (Crustacea: Amphipoda) from the Gulf of Mexico, with observations on *Deutella mayeri*, redescription of *Metaprotella hummeliwicki*, a taxonomic key and zoogeographical comments. *Journal of Natural History* 48 (41-42): 2517-2578. DOI:10.1080/00222933.2014.931481
- PETRESCU, I. & R. W. HEARD. 2010. New leuconids from the Gulf of Mexico (Crustacea: Cumacea: Leuconidae). *Travaux du Muséum National d'Histoire naturelle "Grigore Antipa"* 53: 71-90. DOI:10.2478/v10191-010-0005-8
- POLY, W. J. 2009. Branchiura (Crustacea) of the Gulf of Mexico. In: Felder D. L. & D. K. Camp (eds.). *Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity*. Texas A y M University Press, pp. 1001-1011.
- PRICE, W. W. 1982. Key to the shallow water Mysidacea of the Texas coast with notes on their ecology. *Hydrobiologia* 93: 9-21.
- RICHARDS, W. J. 2006. *Early stages of Atlantic fishes. An identification guide for the western central North Atlantic*. Taylor y Francis, Florida. 2640 p.
- ROCCATAGLIATA, D. C. 2004. Cumacea. In: Llorente-Bousquets, J. E., J. J. Morrone, O. Yáñez-Ordóñez & I. Vargas-Fernández (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Facultad de Ciencias UNAM. México, pp. 471-481.
- RUIZ, M. & J. LÓPEZ-PORTILLO. 2006. Los invertebrados. In: P. Moreno-Casasola (ed.). *Entornos veracruzanos: la costa de La Mancha*. Instituto de Ecología. A. C. Veracruz, pp. 341-361.
- RUIZ, M. & J. LÓPEZ-PORTILLO. 2014. Variación espacio-temporal de la comunidad de macroinvertebrados epibiontes en las raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en la laguna costera de La Mancha, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical* 62(4): 1309-1330. DOI:10.15517/rbt.v62i4.12582
- SÀNCHEZ-RAMÍREZ, M. & A. OCÀA-LUNA. 2015. Estructura y variación estacional de la comunidad ictioplanctónica en una laguna hipersalina del oeste del Golfo de México: Laguna Madre, Tamaulipas. *Hidrobiología* 25: 175-186.
- SANVICENTE-AÑORVE, L., C. FLORES-COTO & X. CHIAPPA-CARRARA. 2000. Temporal and spatial scales of ichthyoplankton distribution in the southern Gulf of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 51: 463-475. DOI:10.1006/ecss.2000.0692
- SCHOTTE, M., J. C. MARKHAM & G. D. F. WILSON. 2009. Isopoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico. In: Felder D. L. & D. K. Camp (eds.). *Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity*. Texas A y M University Press, pp. 973-986.
- SOUZA, L. C., C. W. BRANCO, P. DOMINGOS & S. L. C. BONECKER. 2011. Zooplankton of an urban coastal lagoon: composition and association with environmental factors and summer fish kill. *Zoología* 28: 357-364. DOI:10.1590/S1984-46702011000300010
- SUÁREZ-CAABRO, J. A. & S. GÓMEZ-AGUIRRE. 1965. Observaciones sobre el plancton de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Bulletin of Marine Science* 15: 1072-1120.
- SUÁREZ-MORALES, E. 2003. Bibliografía comentada y perspectivas en el estudio de los copépodos pelágicos del Golfo de México y zonas adyacentes del Atlántico Noroccidental. In: Barreiro, M. T., M. E. Meave, M. Signoret & G. Figueroa (eds.). *Planctología Mexicana*. Sociedad Mexicana de Planctología A.C./ UAM Iztapalapa/ ECO-SUR. México, pp. 143-156.
- SUÁREZ-MORALES, E. & R. GASCA. 1998. Updated checklist of the free-living marine copepoda (Crustacea) of Mexico. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica* 69: 105-119.
- SUÁREZ-MORALES, E., R. GASCA, I. H. KIM & I. CASTELLANOS. 1998. A new geographic and host record for *Argulus flavescens* Wilson, 1916 (Crustacea, Arguloida), from southeastern Mexico. *Bulletin of Marine Science* 62: 293-6.
- SUÁREZ-MORALES, E., J. W. FLEEGER & P. A. MONTAGNA. 2009. Free-Living Copepoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico. In: Felder D. L. & D. K. Camp (eds.). *Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity*. Texas A y M University Press, pp. 841-869.
- TRÉGOUBOFF, G. & M. ROSE. 1957. *Manual de planctonologie Méditerranéenne*. Illustrations. Centre National de la Recherche Scientifique, París. 582 p.
- WoRMS (EDITORIAL BOARD). 2020. World Register of Marine Species. Disponible en línea en: <http://www.marinespecies.org> (downloaded February 05, 2020).