

LAGUNA COSTERA "CABEZA DE CHARCO" (GUERRERO, MÉXICO); COMPOSICIÓN FITOPLANCTÓNICA Y POTENCIAL PARA LA ACUICULTURA

COASTAL LAGOON "CABEZA DE CHARCO" (GUERRERO, MEXICO); PHYTOPLANKTONIC COMPOSITION AND POTENTIAL FOR AQUACULTURE

**Mercedes Samantha Suárez-Dauguet¹, Migdalia Díaz-Vargas^{2*},
Judith García-Rodríguez², Elsay Arce², Marco Franco²**

¹Facultad de Ciencias Biológicas, campus Chamilpa, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

²Laboratorio de Hidrobiología y Acuicultura, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Río Pánuco # 41 Col. Vista Hermosa. Cuernavaca CP 62290, Morelos, México. Tel: 777 316 2354.

*Autor para correspondencia: migdalia@uaem.mx

RESUMEN

Las lagunas costeras se encuentran en zonas litorales con profundidades generalmente someras y son ambientes salobres con un gradiente salino que disminuye hacia las desembocaduras internas de los ríos. Dentro de estos sistemas, uno de los componentes biológicos más importantes es el fitoplancton. La laguna "Cabeza de Charco" se encuentra localizada en la zona sur de la denominada Costa Chica en el municipio de Copala, Guerrero, Mexico y constituye un sistema importante tanto desde el punto de vista ecológico como para la producción pecuaria. En este sentido, el conocimiento de los componentes microalgales que

sustentan la productividad primaria, aporta información para establecer planes de manejo y uso de este tipo de sistemas en la producción de alimento. El análisis de diversidad microalgal de las 91 especies reportadas para esta laguna incluyó a las divisiones: Heterokontophyta, Chlorophyta, Cianobacteria, Euglenophyta y Dinophyta. Los resultados muestran que la laguna "Cabeza de Charco" cuenta con una menor diversidad en las zonas donde se encuentran asentamientos humanos y va aumentando conforme la presencia de estos va disminuyendo. Esta diversidad de microalgas presenta potencial para su uso como alimento vivo en la acuicultura.

Palabras-clave: *Microlagas, Acuicultura, laguna costera, productividad primaria.*

ABSTRACT

Coastal lagoons are found in coastal areas with generally shallow depths and are brackish environments with a saline gradient that decreases towards the internal mouths of the rivers. Within these systems, one of the most important biological components is phytoplankton. The "Cabeza de Charco" lagoon is in the southern area of the so-called Costa Chica in the municipality of Copala, Guerrero, México, and constitutes an important system both from an ecological point of view and for livestock production. In this sense, knowing the microalgal components that support primary productivity will serve to establish management plans and use of this type of systems in food production. The analysis of microalgal diversity of the 91 species reported for the lagoon, included the divisions: Heterokontophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenophyta and Dinophyta. The results show that the "Cabeza de Charco" lagoon has a lower diversity in the areas where human settlements are found, and it increases as their presence decreases. This diversity of microalgae presents potential for use as live food in aquaculture.

Keywords: *Microalgae, Aquaculture, coastal lagoon, primary productivity.*

INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras son depósitos poco profundos que se encuentran en la zona litoral. Estos ecosistemas están separados del mar por una franja estrecha de tierra, que se forma como resultado de depósitos deltaicos o dunas de arena. El viento, oleaje y/o las corrientes favorecen la creación de dunas y crean una comunicación permanente o efímera de la laguna con el mar (Oliva-Martínez et al., 2014). Las lagunas costeras son ambientes salobres que presentan un gradiente salino que disminuye hacia las desembocaduras internas de los ríos y en muchos casos, con base en la época del año. Los factores ambientales en este tipo de sistemas son importantes ya que determinan las

características biológicas de las especies que ahí habitan (Bulit y Díaz, 2009). Los principales factores que definen estos ecosistemas son la profundidad, salinidad, temperatura, luz, transparencia, oxígeno disuelto, nutrientes y pH. La salud de estos ecosistemas se encuentra en función de una adecuada mezcla entre aguas dulces y marinas, ya que, si domina una de ellas, la circulación de nutrientes y la productividad primaria pueden verse afectadas.

Uno de los componentes biológicos más importantes de estos ecosistemas son las microalgas (De la Lanza, 2004). Estos organismos autótrofos juegan un papel fundamental en los procesos biogeoquímicos de diversos compuestos, debido a que incorporan y transforman rápidamente elementos inorgánicos dentro de formas orgánicas. De esta forma, las microalgas generan la materia orgánica requerida para el desarrollo y crecimiento de organismos heterótrofos, lo que los convierte en la base de las redes tróficas e indicadores de la calidad del agua (Varona-Cordero y Gutiérrez, 2006). Las condiciones físicas, químicas y de conservación del medio acuático determinan la composición y distribución de estos organismos, de manera que los trabajos taxonómicos proporcionan información suficiente para evaluar el estado general de los cuerpos de agua (Olivia-Martínez et al., 2014; López et al., 2016).

Tanto la productividad primaria como la secundaria que se generan en la columna de agua de este tipo de sistemas suele ser alta, tanto, que pueden sustentar el desarrollo de pesquerías y la acuicultura, lo que permite generar sustento económico, servicio turístico y gastronómico. El fitoplancton es utilizado como alimento vivo en las primeras etapas de desarrollo de los peces y es la base alimenticia de los macroinvertebrados producidos en la acuicultura (Pérez-Rodríguez, 1997). En este trabajo se evaluó la composición taxonómica del fitoplancton de la laguna "Cabeza de Charco", con la finalidad de aportar información que coadyuve en actividades pesqueras y de acuicultura.

MATERIALES Y MÉTODOS

La laguna Cabeza de Charco se localiza en la costa sur del Océano Pacífico que corresponde al territorio nacional, entre los paralelos 16°30' y 16°40' latitud norte y 98°55' longitud oeste, en la localidad Playa Ventura de la colonia Juan N. Álvarez, la cual pertenece al municipio de Copala, Guerrero. Este cuerpo de agua presenta una extensión de 9.8 km de largo con un promedio de 80 m de ancho, es de aguas someras con una profundidad de 1 a 3 m. En esta laguna desembocan el río San Francisco en la parte oeste (Granados, 1978). Se cataloga como tipo III-A, cuyas características son: depresión inundada en los márgenes internos del borde continental, la antigüedad de la formación de la barrera data del establecimiento del nivel de agua actual, ejes de orientación paralela a la costa, batimétricamente es típicamente somera, con barreras arenosas extremas y múltiples, escurrimiento localizado, su forma y batimetría es modificada por acción de las mareas, oleajes tormentosos y arena; la dinámica (energía) es relativamente baja, excepto en los canales y durante condiciones de tormenta y presenta salinidad variable según las zonas climáticas (Lankford, 1977).

Los muestreos se realizaron en los meses de enero, abril y octubre del 2019, en tres sitios establecidos a lo largo de la laguna denominados estaciones E1, E2 y E3. Para la recolecta del material biológico se utilizó un copo para fitoplancton con abertura de poro de 60 micras, colocando la muestra en frascos opacos con capacidad de 100 ml, cada una de las muestras fueron fijadas con formol al 4% para su posterior análisis (García, 2004). Para el trabajo de laboratorio, se siguió la técnica propuesta por García (2004), donde se utiliza un microscopio Leica ICC50 HD con cámara, a la par del registro fotográfico de los organismos reconocidos mediante una primera revisión en fresco y posteriormente la preparación de laminillas permanentes siguiendo la técnica de limpieza por digestión ácida, propuesta por Johansen *et al.* (1983)

para el grupo de las diatomeas. Para el resto de los grupos fitoplanctónicos se emplearon las técnicas de Haste y Fryxell (1970), Simonsen (1974) y Haste (1978).

La identificación de especies se realizó con claves taxonómicas y trabajos especializados, así como base de datos electrónicos (Figueroa-Torres *et al.*, 2008; Pineda-López *et al.*, 2009; Esqueda-Lara y Hernández-Becerril, 2010; Ponce-Márquez *et al.*, 2019; Guiry y Guiry, 2019; Plankton*Net, 2019; WoRMS, 2019). La clasificación utilizada fue la propuesta por Guiry y Guiry (2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las lagunas costeras presentan características muy particulares como son: la presencia de una biota local abundante, una notable exportación de materiales biogénicos hacia la zona costera y una retención significativa de nutrientes y materia orgánica en los sedimentos. Estas condiciones las hacen ecosistemas altamente productivos y son hábitats idóneos para el desarrollo del fitoplancton. En el presente estudio el número de especies reconocidas fue de 91, distribuidas en cinco divisiones, 10 clases, 25 órdenes, 40 familias y 54 géneros (Cuadro 1).

En trabajos referentes a la diversidad del fitoplancton en lagunas costeras de México se han reportado registros similares a este estudio (Campos-Campos *et al.*, 2012; Poot-Delgado *et al.*, 2015; Ulloa *et al.*, 2017; Herrera-Silveira *et al.*, 2019). La comunidad fitoplanctónica en estos ambientes está dominada por especies de cuatro grupos principales: Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria y Dinophyta (Quinlan y Philips, 2007; Badylak *et al.*, 2007; Novelo y Tavera, 2011; Campos-Campos *et al.*, 2012; Poot-Delgado *et al.*, 2015; Salcedo-Garduño *et al.*, 2019), los cuales concuerdan con lo obtenido para la Laguna "Cabeza de Charco". El grupo dominante en la mayoría de los cuerpos de agua, en cuanto a número de especies es Bacillariophyceae, lo que

coincide con el presente estudio (Varona-Cordero y Gutiérrez, 2006); esta dominancia indica principalmente que las condiciones ambientales, como el aporte de agua continental por la descarga de los ríos, el efecto de la mezcla por el viento y la marea, aunado a la morfología de los sistemas propician condiciones adecuadas para su

establecimiento. Los resultados confirman a este grupo como dominante de los ecosistemas acuáticos y que, como se señala en la literatura, es un grupo que presenta una amplia distribución (Novelo, 2012; Rivera et al., 2003; Avendaño y Caballero, 2020).

Cuadro 1. Microalgas presentes y reconocidas en la laguna costera "Cabeza de Charco" durante el periodo de estudio y por estación (E) de muestreo.

Clase	Género	Especie	E1	E2	E3
Bacillariophyceae	<i>Achnantheidium</i>	<i>A. exiguum</i>	X		
	<i>Amphora</i>	<i>A. veneta</i> var. <i>capitata</i>			X
		<i>A. copulata</i>			X
		<i>Aneumastus</i>	<i>A. tusculus</i>	X	
	<i>Anomoeoneis</i>	<i>A. sphaerophora</i>	X		
	<i>Campylodiscus</i>	<i>Campylodiscus</i> sp.			X
	<i>Craticula</i>	<i>C. halophila</i>		X	X
	<i>Cylindrotheca</i>	<i>C. closterium</i>	X	X	X
	<i>Cymatopleura</i>	<i>Cymatopleura</i> sp.	X	X	
	<i>Cymbella</i>	<i>Cymbella</i> sp.	X		X
		<i>C. neocistula</i>	X		X
	<i>Diploneis</i>	<i>D. nitescens</i>	X		X
		<i>D. ovalis</i>	X		X
		<i>D. notabilis</i>	X		X
	<i>Fragilaria</i>	<i>Fragilaria</i> sp.1	X		X
		<i>Fragilaria</i> sp.2	X		X
		<i>F. capucina</i>	X		X
		<i>F. crononensis</i>	X		X
	<i>Gomphoneis</i>	<i>Gomphoneis</i> sp.		X	
	<i>Gomphonema</i>	<i>G. mexicanum</i>	X	X	X
	<i>Gyrosigma</i>	<i>Gyrosigma</i> sp.		X	
	<i>Hantzschia</i>	<i>H. amphioxys</i>	X		
	<i>Navicula</i>	<i>Navicula</i> sp.1	X	X	
<i>Navicula</i> sp.2		X	X		

		<i>N. radiosa</i>	X	X	
	<i>Neidium</i>	<i>N. affine</i>	X		
	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia</i> sp.1	X	X	X
		<i>Nitzschia</i> sp.2	X	X	X
		<i>Nitzschia</i> sp.3	X	X	X
		<i>Nitzschia</i> sp.4	X	X	X
		<i>N. sigmoidea</i>	X	X	X
		<i>N. amphibia</i>	X	X	X
		<i>N. apiculata</i>	X	X	X
		<i>N. fonticola</i>	X	X	X
		<i>N. clausii</i>	X	X	X
	<i>Plagiotropis</i>	<i>P. arizonica</i>	X		X
	<i>Pinnularia</i>	<i>P. gibba</i>	X	X	
		<i>P. lundii</i>	X	X	
	<i>Pleurosigma</i>	<i>Pleurosigma</i> sp.	X		
		<i>P. fasciola</i>	X		
	<i>Pseudonitzschia</i>	<i>Pseudonitzschia</i> sp.		X	
	<i>Sephallophora</i>	<i>S. blackfordensis</i>	X		X
	<i>Surirella</i>	<i>S. robusta</i>	X		
		<i>Surirella</i> sp.	X		
	<i>Synedra</i>	<i>S. gailonii</i>	X		
		<i>S. ulna</i>	X		X
	<i>Tryblionella</i>	<i>Tryblionella</i> sp.			X
	<i>Epithemia</i>	<i>Epithemia</i> sp.			X
	<i>Rhopalodia</i>	<i>R. gibba</i>	X	X	X
		<i>R. gibberula</i>	X	X	X
	<i>Ulnaria</i>	<i>U. ulna</i>	X	X	
		<i>U. contracta</i>	X	X	
		<i>U. acus</i>	X	X	
Coscinodiscophyceae	<i>Aulacoseira</i>	<i>Aulacoseira</i> sp.	X		
Mediophyceae	<i>Cyclotella</i>	<i>C. meneghiniana</i>	X	X	X
	<i>Closterium</i>	<i>C. delpontei</i>	X		
	<i>Cosmarium</i>	<i>Cosmarium</i> sp.		X	X
		<i>C. circulare</i> var. <i>minus</i>		X	X
		<i>C. margaritifерum</i>		X	X
	<i>Mougeotia</i>	<i>Mougeotia</i> sp.	X		
Zygnematophyceae		<i>Staurastrum</i> sp.1	X	X	
		<i>Staurastrum</i> sp.2	X	X	

	<i>Staurastrum</i>	<i>Staurastrum</i> sp.3	X	X
		<i>S. gracile</i>	X	X
		<i>S. planctonicum</i>	X	X
		<i>S. crenulatum</i>	X	X
		<i>S. convergens</i>	X	X
	<i>Staurodesmus</i>	<i>S. dickiei</i>	X	X
	<i>Ankistrodesmus</i>	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	X	X
	<i>Coelastrum</i>	<i>C. pseudomicroporun</i>	X	
	<i>Desmodesmus</i>	<i>Desmodesmus</i> sp.		X
Chlorophyceae	<i>Eudorina</i>	<i>Eudorina</i> sp.		X
	<i>Pediastrum</i>	<i>P. tetras</i>	X	
		<i>S. acutiformis</i>	X	X
	<i>Scenedesmus</i>	<i>S. arcuatus</i> var. <i>platydiscus</i>	X	X
Ulvophyceae	<i>Ulothrix</i>	<i>U. tenerrima</i>	X	
Trebouxiophyceae	<i>Oocystis</i>	<i>Oocystis</i> sp.		X
		<i>Anabaena</i> sp.1	X	X
	<i>Anabaena</i>	<i>Anabaena</i> sp.2	X	X
	<i>Lyngbya</i>	<i>L. major</i>		X
	<i>Microcystis</i>	<i>M. flos-aquae</i>	X	
	<i>Spirulina</i>	<i>S. subsalsa</i>	X	
	<i>Trichodesmium</i>	<i>T. erythraeum</i>	X	X
	<i>Euglena</i>	<i>E. tornata</i>		X
	<i>Lepocinclis</i>	<i>L. acus</i>		X
		<i>Phacus</i> sp.1		X
Euglenophyceae	<i>Phacus</i>	<i>Phacus</i> sp.2		X
		<i>P. longicauda</i>		X
	<i>Protoperidinium</i>	<i>P. brevipes</i>	X	
Dinophyceae		<i>C. hirundinella</i>		X
	<i>Ceratium</i>	<i>C. kofoidii</i>		X

La E1 registró la mayor diversidad al tener 68 especies, seguida por la E2 con 48 y por último la E3 con 45 (Cuadro 1). De las 91 especies, 12 se reconocieron en las tres estaciones; se considera que estas diferencias se presentan debido a las características de cada estación de

muestreo. La E1 se encuentra muy próxima a la desembocadura del río San Francisco con el mar, zona además influenciada por los escurrimientos de la laguna de Chautengo, que se ubica a seis kilómetros de distancia y donde las divisiones Heterokontophyta y Chlorophyta fueron dominantes. En las

estaciones E2 y E3 la influencia de los asentamientos humanos y sus actividades, reflejan la disminución de las especies registradas (De la Lanza, 2004). Las condiciones de estas estaciones son someras y la presencia considerable de plantas acuáticas interfiere en la penetración de la luz, en consecuencia, la productividad primaria del fitoplancton es menor en comparación a la E1. Esta situación se ha registrado en otros sistemas semejantes a este, donde además coincide con un mayor registro de organismos durante la temporada de lluvias, ya que, para el desarrollo de las microalgas, el ambiente acuático debe tener características particulares que les permita establecerse y ciertas corrientes que contribuyan con la dispersión (López et al., 2016; Campos et al., 2017, Esqueda-Lara, et al., 2021).

Las especies *Trichodesmium erythraeum*, *Lyngbya major*, *Cylindrotheca closterium* y *Spirulina subsalsa* (Figura 1) estuvieron presentes en la mayoría de las estaciones de muestreo y se reportaron anteriormente en distintos trabajos de investigación, incluso asociadas a florecimientos algales nocivos (Alonso-Rodríguez et al., 2004; Brand-Schmidt et al., 2011; Cortés-Lara et al., 2012; Hernández-Becerril, 2014). Algunas otras especies como *Lepocinclis acus* no cuentan con registro previo para este tipo de sistemas y este trabajo es el primero en reportarla. *Lepocinclis acus* también ha sido registrada en la cuenca baja del río Usumacinta, de igual manera como nuevo registro para ese sistema (Esqueda-Lara et al., 2016).

Considerando que estos sistemas lagunares son de suma importancia al desarrollarse actividades económicas como la pesquería y ostricultura, es importante señalar que varios de los géneros reconocidos en esta laguna son empleados como alimento en el cultivo de especies de interés comercial como peces, bivalvos y

crustáceos debido a su alto valor nutrimental (Hernández-Almeida et al., 2019), dentro de estos géneros están *Spirulina*, *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Desmodesmus*, *Nitzschia*, *Amphora* y *Navicula*; además, la alta productividad primaria generada de manera natural por el fitoplancton, permite la presencia de productores secundarios, originando sistemas altamente productivos con posibilidades para practicar la acuicultura.

CONCLUSIONES

La diversidad de especies de fitoplancton de la laguna costera “Cabeza de Charco” puede estar influenciada por los sistemas acuáticos aledaños. La cercanía y comunicación de la laguna costera “Cabeza de Charco” con el río San Francisco y con la laguna de Chautengo, permiten la distribución de estas especies fitoplanctónicas. La dominancia de la clase Bacillariophyceae no sólo se presenta en ambientes salobres, también en los sistemas con baja salinidad, lo que indica la alta capacidad de las especies de este grupo algal a adaptarse a una gran variedad de condiciones ambientales. La gran diversidad de grupos algales en esta laguna indica que las condiciones ambientales permiten la coexistencia de estos grupos y que se han adaptado a las características propias de este sistema.

El reconocimiento de las especies permitió identificar a distintos géneros que son empleados en acuicultura. En consecuencia, la laguna costera “Cabeza de Charco” es un sistema que presenta un alto potencial para esta actividad y las microalgas pueden ser utilizadas como fuente de alimento de alta calidad nutrimental. Esta situación propicia un área de oportunidad para las poblaciones aledañas y generar recursos económicos.

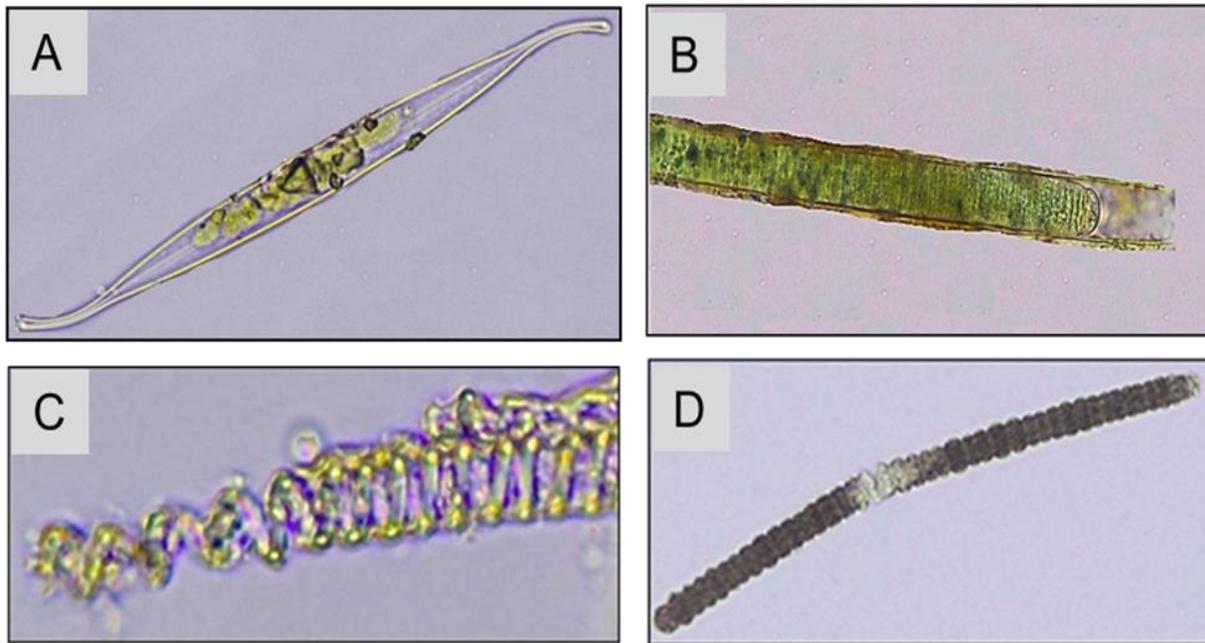


Figura 1. Microalgas presentes en la laguna costera "Cabeza de Charco" durante el periodo de estudio y en todas las estaciones de muestreo. A) *Cylindrotheca closterium*, B) *Lyngbya major*, C) *Spirulina subsalsa*, D) *Trichodesmium erythraeum*.

LITERATURA CITADA

- Alonso-Rodríguez, R., F. Páez-Osuna, y I. Gárate-Lizárraga. 2004. El fitoplancton en la camaronicultura y larvicultura: Importancia de un buen manejo. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Recuperado de <http://www.cesasin.com.mx/Fitoplanc ton%20y%20camaronicultura.pdf>
- Avendaño D. y M. Caballero. 2020. Género *Cyclotella*. En: Diatomeas: Subclase Thalassiosirophyceae, portal internet del Laboratorio de Paleolimnología, Instituto de Geofísica, UNAM. (http://www.geofisica.unam.mx/iframe s/laboratorios/institucionales/paleolimnologia/sitio_web/diatomeas.html).
- Badylak, S., E. J., Philips, P., Baker, J., FaJans, R. Boler. 2007. Distributions of phytoplankton in Tampa Bay estuary, U.S.A. 2002.2003. Bulletin of

Marine Science 80(2): 295-317
https://www.academia.edu/17122696/Distributions_of_phytoplankton_in_Tampa_Bay_Estuary_USA_20022003

- Brand-Schmidt, C.J., J.J. Bustillos-Guzmán, D.J. López-Cortés, E. Nuñez-Vázquez, F.E. Hernández-Sandoval. 2011. El estado actual del estudio de florecimientos algales nocivos en México. Hidrobiológica. 21(3):381-413. Recuperado de <https://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v21n3/v21n3a13.pdf>

- Bulit, C., C. Díaz A. 2009. Patrones de diversidad de los ciliados del plancton en la laguna de Chautengo, Guerrero, México. Hidrobiológica. 19(2):109-118. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v19n2/v19n2a5.pdf>

- Campos-Campos, B.T.N., C. Custodio-Osorio, Ma. Torres-Sauret, Rivas-Acuña y L. Cruz-Rosado. 2012. Registro preliminar de la composición fitoplanctónica de la Laguna Mecoacán, Paraíso, Tabasco, México. *Kuxulkab'* 34: 65-72. <https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/view/246>
- Campos, C.B., M.C. Cortés L., M.G. Rivas A. 2017. Microalgas planctónicas en la laguna costera «El Carmen», Cárdenas, Tabasco, México. *Kuxulkab'*, 23(46): 29-40, DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a23n46.2556>
- Cortés-Lara, M.C., R.L. Cortés-Altamirano, A.L. Cupul-Magaña, L.V. Rodríguez-Nava, F. Vega-Villasante. 2012. Guía de florecimientos microalgales (2000-2011) causantes de mareas rojas en la Bahía de Banderas Jalisco-Nayarit. (1ª ed.). Universidad de Guadalajara. ISBN:978-607-8019-64-91-106. Recuperado de [http://www.cuc.udg.mx/sites/default/files/publicaciones/2012%20-%20Gu%C3%ADA%20de%20florecimientos%20microalgales%20\(2000-2011\)%20causantes%20de%20mareas%20rojas.pdf](http://www.cuc.udg.mx/sites/default/files/publicaciones/2012%20-%20Gu%C3%ADA%20de%20florecimientos%20microalgales%20(2000-2011)%20causantes%20de%20mareas%20rojas.pdf)
- De la Lanza, E.G. 2004. Gran escenario de la zona costera y oceánica de México. CienciaUNAM. cienciaunam.mx. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/644/64407602.pdf>
- Esqueda-Lara, K. y D.U. Hernández-Becerril. 2010. Dinoflagelados microplanctónicos marinos del Pacífico central de México (Isla Isabel, Nayarit y costas de Jalisco y Colima). (1a ed.). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. ISBN: 978-607-02-1330-4
- Esqueda-Lara, K., A. de J. Sánchez, G. Valdés-Lagunes, A. Salcedo M., A.E. Franco-Torres, R. Florido. 2016. Fitoplancton en el humedal tropical Chaschoc en la cuenca baja del río Usumacinta. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87:1177-1188. www.sciencedirect.com Recuperado de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v87n4/1870-3453-rmbiodiv-87-04-01177.pdf>
- Esqueda-Lara, K., V. Carnero-Bravo, F. Varona-Cordero, K.M. Rincones-Reyes, Y. Ahuja-Jiménez, C.G. García-Valdéz, S. Sánchez J. 2021. Fitoplancton en el sistema lagunar tropical Carmen Pajonal Machona, Tabasco. *Hidrobiológica*. 31 (1): 53-68. <https://hidrobiologica.izt.uam.mx/index.php/revHidro/article/view/1542>
- Figuroa-Torres, M.G., D. Santos-Zafra, A.A. Velasco-González. 2008. Ficoflora de Xochimilco, parte 1: Diatomeas y Clorofitas. Serie Académicos CBS. Contribuciones Científicas. Universidad Autónoma Metropolitana. ISBN: 978-970-31-1003-2
- García R., J. 2004. Distribución espacio-tiempo del fitoplancton del lago Zempoala, Morelos, México, durante un ciclo anual. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. 36 pp.
- Guiry M., D. y M. Guiry, G. 2019. AlgaeBase. Publicación electrónica mundial, Universidad Nacional de Irlanda, Galway. Recuperado de <https://www.algaebase.org>
- Granados R., J.G. 1978. Contribución al conocimiento de la comunidad de copépodos (Crustácea-Copepoda) de los Bordos, Guerrero, México. Trabajo de tesis. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Haste, G.R. 1978. Diatoms. En A. Sournia (ed). *Phytoplankton Manual*. París, UNESCO.

- Haste, G.R. and G.A. Fryxell. 1970. Diatom cleaning and mounting for light and electron microscopy. *Amer. Micros. Soc. Trans.* 89: 469-474. <https://s8f705176d80f6c50.jimcontent.com/download/version/1284327013/module/2091877803/name/Diatoms%20Cleaning%20%20Mounting%20%20Hasle%20%20Fryxell%201960.pdf>
- Hernández-Almeida, O.U., K.M. Estrada-Gutiérrez, D.A. Siqueiros-Beltrones, E.A. Inda-Díaz. 2019. Composición de especies de diatomeas en la dieta *in situ* del ostión de placer *Crassostrea corteziensis* en un sistema estuarino. *Hidrobiológica* 29 (3): 109-127. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972019000300109
- Hernández-Becerril, D.U. 2014. Biodiversidad de algas planctónicas marinas (Canobacteria, Prasinophyceae, Euglenophyta, Chrysophyceae, Dictyochophyceae, Eustigmatophyceae, Parmophyceae, Paphidophyceae, Cryptophyta, Haptophyta, Dinoflagellata) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 44-53 DOI: 10.7550/rmb.32037. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532014000200005
- Herrera-Silveira, J.A., J.W. Lara-Domínguez, A. Day, S. Yáñez-Arancibia, C.T. Morales-Ojeda, B. Hernández, G. Paul-Kemp. 2019. Ecosystem functioning and sustainable management in coastal systems with high freshwater input in the southern Gulf of Mexico and Yucatan Peninsula. In: Wolansky, E., J.W. Day, M. Elliot and R. Ramachandra (eds.). *Coasts and estuaries: the future*. Elsevier, Amsterdam, pp. 377-397. DOI:10.1016/b978-0-12-814003-1.00022-8
- Johansen, J. R., S.R. Rushforth, R. Orbendorfer, N. Fungladda, J.A. Grimes. 1983. The Algal Floral of Selected wetwalls in Zion National Park, Utah, USA. *Nova Hedwigia*, 38: 765-808.
- Lankford, R. 1977. Coastal Lagoons of Mexico: Their Origin and Classification. In: Wiley, M., Ed., *Estuarine Processes*, pp 182-215. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-751802-2.50022-9>
- López M., J.L., M.M. Manzano S, M.A. Hurtado O, P. Piña V., O.U. Hernández A., Z.O. Guzón, F.E. Hernández S. 2016. Fitoplancton: pequeños centinelas del océano. *Ciencia UNAM*. cienciaunam.mx Recuperado de <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/online/Fitoplanton.pdf>
- Novelo, E. 2012. Consideraciones sobre las algas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* 15(2):85-96. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2012000200002
- Novelo, E. y R. Tavera. 2011. Un panorama gráfico de las algas de agua dulce de México. *Hidrobiológica* 21(3). Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972011000300010
- Oliva-Martínez, M.G., J.L. Godínez-Ortega, C.A. Zuñiga-Ramos. 2014. Biodiversidad del fitoplancton de aguas continentales en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85 (Supl. ene), S54-S61. Recuperado de <https://doi.org/10.7550/rmb.32706>
- Pérez-Rodríguez, R. 1997. *Moluscos de la Plataforma Continental del Atlántico Mexicano*. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. ISBN: 970-654-158-6

- Pineda-López, R., E. Díaz-Pardo, M. Martínez. 2009. Biota Acuática de Arroyos y Ríos (Cuencas Lerma-Chapala y Pánuco) Manual de Identificación. Universidad Autónoma de Querétaro. ISBN: 978-607-7740-5-4
- Plankton*Net Data 2019. Provider at the Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research. Recuperado de <https://planktonnet.awi.de>
- Ponce-Márquez, M.E., R. Ramírez-Rodríguez, M. Ramírez-Vázquez. 2019. Algas de la Cantera Oriente, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel: Guía de campo y laboratorio. (1a ed.). Universidad Autónoma Nacional de México. ISBN: 978-60-30-1430-4
- Poot-Delgado, C., Y.B. Okolodkov, J.A. Aké-Castillo, O.J. Rendón-von. 2015. Annual cycle of phytoplankton with emphasis on potentially harmful species in oyster beds of Términos Lagoon, southeastern Gulf of Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 50(3): 465-477. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47943353006>
- Quinlan, E.I. y E.J. Phlips. 2007. Phytoplankton assemblages across the marine to low salinity transition zone in a blackwater dominated estuary. *Journal of Plankton Research* 29: 401-416. <https://academic.oup.com/plankt/article/29/5/401/1496683>
- Rivera, P., F. Cruces, I. Vila. 2003. *Cyclotella ocellata* Pantocsek (Bacillariophyceae): primera cita en Chile y comentarios sobre su variabilidad morfológica. *Gayana Bot.* 60(2): 123-131.
- https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-66432003000200007&script=sci_abstract
- Salcedo-Garduño, M.G., M.R. Castañeda-Chávez, F. Lango-Reynoso, C.A. Sosa-Villalobos, C. Landeros-Sánchez, I. Galaviz-Villa. 2019. Influence of physicochemical parameters on phytoplankton distribution in the lagoon system of Mandinga, Mexico. *Revista Bio Ciencias* 6: e427. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-33802019000100129
- Simonsen, R. 1974. The diatom plankton of the Indian Ocean Expedition of R. V. Meteor 1964-1965. *Meteor. Forsch., Reih. D.* 19:1-66.
- Ulloa, M.J., P. Álvarez-Torres, K.P. Horak-Romo, R. Ortega-Izaguirre. 2017. Harmful algal blooms and eutrophication along the mexican coast of the Gulf of Mexico large marine ecosystem. *Environmental Development* 22: 120-128. DOI:10.1016/j.envdev.2016.10.007 https://www.researchgate.net/publication/309885319_Harmful_algal_blooms_and_eutrophication_along_the_mexican_coast_of_the_gulf_of_mexico_large_marine_ECOSYSTEM
- Varona-Cordero, F. y F.J. Gutiérrez M. 2006. Composición estacional del fitoplancton de dos lagunas costeras del Pacífico tropical. *Hidrobiológica*, 16(2): 159-174. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972006000200006&lng=es&tlng=es.
- WoRMS Editorial Board. 2019. Registro mundial de especies marinas. Recuperado de <http://www.marinespecies.org>