



ISSN 2448-508X

KUXULKAB'

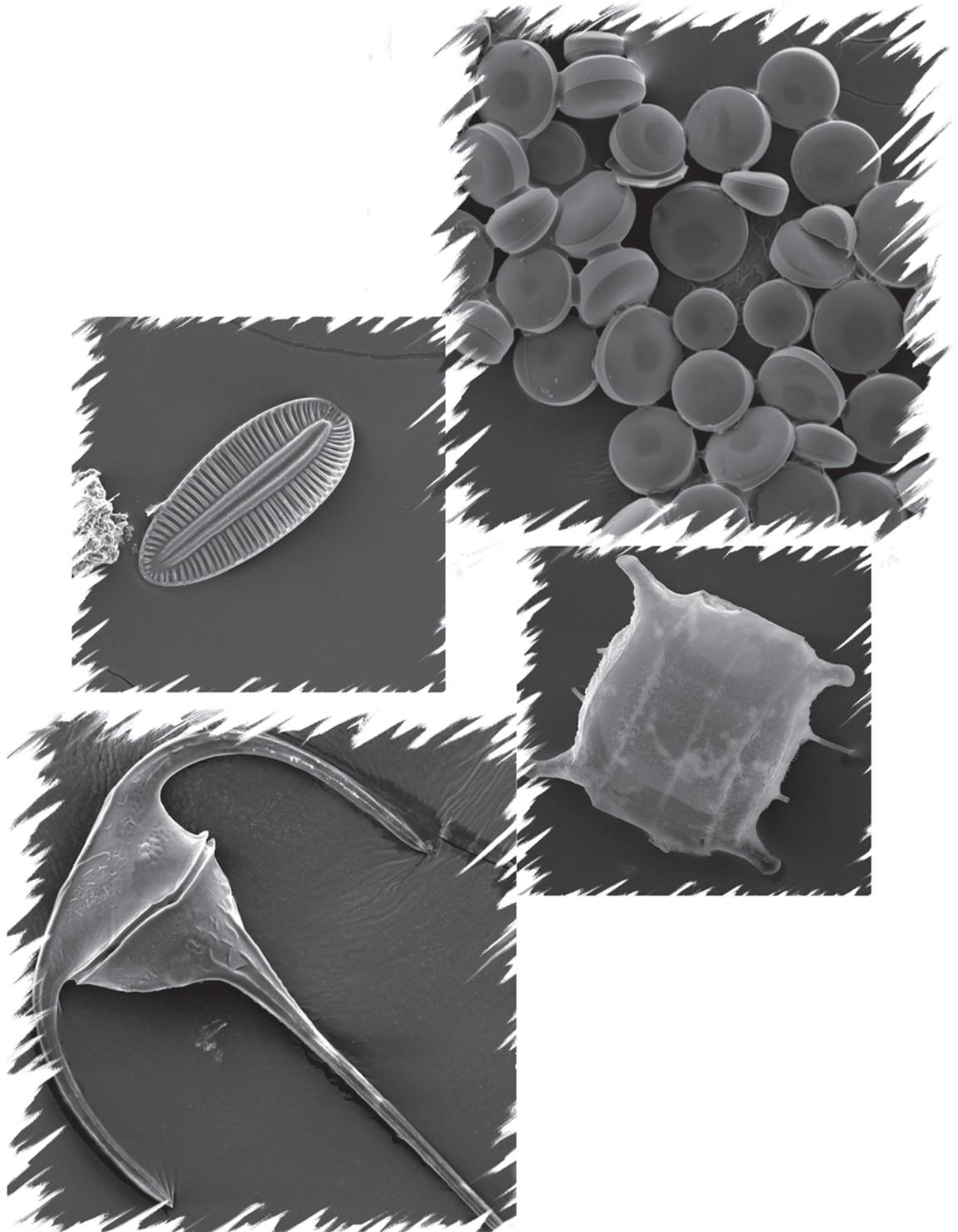
-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen 23

Número 46

Mayo-Agosto 2017

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas



« REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA »



VISTA AÉREA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS (CICEA).
División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Juan Pablo Quiñonez Rodríguez.



DIRECTORIO

Dr. José Manuel Piña Gutiérrez
Rector

Dra. Dora María Frias Márquez
Secretaria de Servicios Académicos

M. en C. Raúl Guzmán León
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

M. en A. Rubicel Cruz Romero
Secretario de Servicios Administrativos

L.C.P. Elena Ocaña Rodríguez
Secretaria de Finanzas

M.C.A. Rosa Martha Padrón López
Directora de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dra. Raúl Germán Bautista Margulis
Coordinador de Investigación y Posgrado, DACBioI-UJAT

M. en A. Arturo Enrique Sánchez Maglioni
Coordinador Administrativo, DACBioI-UJAT

M. en C. Andrés Arturo Granados Berber
Coordinador de Docencia, DACBioI-UJAT

Biól. Blanca Cecilia Priego Martínez
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión, DACBioI-UJAT

COMITÉ EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina (†)
Editor fundador

Dra. Lilia María Gama Campillo
Editor en jefe

Dra. Carolina Zequeira Larios
Dra. María Elena Macías Valadez Treviño
Editores asociados

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Editor ejecutivo

M.C.A. Ma. Guadalupe Rivas Acuña
L.D.C. Rafael Sánchez Gutiérrez
Correctores de estilo

M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez
Corrector de pruebas

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez
Lic. Ydania del Carmen Rosado López
Diseñadores

L.Comp. José Juan Almeida García
Soporte técnico institucional

L.C.I. Francisco García Ulloa
Est. Lic. Idiomas, Ana Yuseth Pérez del Ángel
Traductores

Pas. Ing. Ambiental, Manuel Alberto Ek Pozo
Est. Ing. Ambiental, Adrián Hernández Magaña
Est. Lic. Biología Diana Beatriz Montero Hernández
Apoyo técnico

CONSEJO EDITORIAL (EXTERNO)

Dra. Julieta Norma Fierro Gossman
Instituto de Astronomía, UNAM - México

Dra. Tania Escalante Espinosa
Facultad de Ciencias, UNAM - México

Dr. Ramón Mariaca Méndez
El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR San Cristóbal, Chiapas - México

M. en C. Mirna Cecilia Villanueva Guevara
Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco - México

Dr. Julián Monge Nájera
Universidad Estatal a Distancia (UNED) - Costa Rica

Dr. Jesús María San Martín Toro
Universidad de Valladolid (UVA) - España

KUXULKAB'

La revista KUXULKAB' (vocablo chontal que significa «tierra viva» o «naturaleza») es una publicación cuatrimestral de divulgación científica la cual forma parte de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; aquí se exhiben tópicos sobre la situación de nuestros recursos naturales, además de avances o resultados de las líneas de investigación dentro de las ciencias biológicas, agropecuarias y ambientales principalmente.

El objetivo fundamental de la revista es transmitir conocimientos con la aspiración de lograr su más amplia presencia dentro de la propia comunidad universitaria y fuera de ella, pretendiendo igualmente, una vinculación con la sociedad. Se publican trabajos de autores nacionales o extranjeros en español, con un breve resumen en inglés, así como también imágenes caricaturescas.

KUXULKAB' se encuentra disponible electrónicamente y en acceso abierto en la siguiente dirección: www.revistas.ujat.mx; por otro lado se halla citada en:

PERIÓDICA (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias):
www.dgbiblio.unam.mx

LATINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal):
www.latindex.unam.mx/index.html

Nuestra portada:

Diatomeas y dinoflagelados, microorganismos de una laguna tabasqueña.

Diseño de:

Fernando Rodríguez Quevedo; División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT.

Fotografías de:

Imágenes cortesía de Campos, Cortés & Rivas; obtenidas de su manuscrito publicado en Kuxulkab' 23(46) del 2017.

KUXULKAB', año 23, No. 46, mayo-agosto 2017; es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI). Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura; Col. Magisterial; Villahermosa, Centro, Tabasco, México; C.P. 86040; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; <http://www.revistas.ujat.mx>; kuxulkab@ujat.mx. Editor responsable: Lilia María Gama Campillo. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-090610320400-203; ISSN: 2448-508X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Editor ejecutivo, Fernando Rodríguez Quevedo; Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5; entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039; Villahermosa, Centro, Tabasco; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; Fecha de la última modificación: 06 de mayo del 2017.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBioI y mucho menos de la UJAT. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



Editorial

Estimados lectores:

En esta ocasión **KUXULKAB'**, en su número 46 (mayo-agosto de 2017), presenta cinco artículos que muestran diversos temas de estudio, investigación y reflexión respecto a las ciencias ambientales, las cuales se desarrollan en la región, el sureste de México para ser más puntual. A continuación, brindamos una descripción breve sobre las aportaciones expuestas en este número de la revista.

«Análisis Espacial Multicriterio enfocado a la gestión de proyectos de agua potable en el municipio de Huimanguillo, Tabasco», presenta un análisis de alternativas en el tema del agua para la toma de decisiones.

«Las necesidades de agua y saneamiento en Villa Unión y comunidades adyacentes en Centro, Tabasco», documento donde se expone la importancia del manejo sustentable del agua (potable y residual).

«Mezclas asfálticas: una alternativa para el tratamiento de residuos», una propuesta interesante para aprovechar y revalorizar los residuos que se generan en algunos procesos de manufactura.

«Microalgas planctónicas en la laguna costera «El Carmen», Cárdenas, Tabasco, México», un acercamiento a la riqueza de unos organismos poco estudiados de las lagunas costeras de Tabasco.

«Iluminados por la oscuridad: el hombre y su impacto en la contaminación lumínica», una reflexión de cómo hemos perdido la posibilidad de admirar el cielo por la contaminación lumínica.

Aprovecho para agradecer, tanto a los autores, su confianza en **KUXULKAB'** para difundir su trabajo mediante la divulgación científica; a los dictaminadores que contribuyen a garantizar su calidad; a los editores asociados que atendieron con profesionalismo el proceso editorial de la revista así como el seguimiento a la dictaminación de los textos, y a nuestro editor ejecutivo por su apoyo invaluable en las tareas imprescindibles que permiten, cuatrimestralmente publicar nuestra revista, y finalmente reitero la invitación a divulgar, a través de **KUXULKAB'**, los conocimientos que día a día estén generando en sus espacios de trabajo.

Lilia María Gama Campillo
EDITOR EN JEFE DE KUXULKAB'

Rosa Martha Padrón López
DIRECTORA DE LA DACBIOL-UJAT

Contenido

ANÁLISIS ESPACIAL MULTICRITERIO ENFOCADO A LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE HUIMANGUILLO, TABASCO 05-11

SPATIAL MULTICRITERIA ANALYSIS FOR THE MANAGEMENT OF PROJECTS ON DRINKING WATER IN THE MUNICIPALITY OF HUIMANGUILLO, TABASCO

Oscar Iturralde Mota

LAS NECESIDADES DE AGUA Y SANEAMIENTO EN VILLA UNIÓN Y COMUNIDADES ADYACENTES EN CENTRO, TABASCO 13-22

NEEDS OF WATER AND SANITATION IN VILLA UNIÓN AND ADJACENT COMMUNITIES IN CENTRO, TABASCO

Santa de la O Ledesma, Gaspar López Ocaña & Ernesto Rodríguez Rodríguez

MEZCLAS ASFÁLTICAS: UNA ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS 23-28

ASPHALT MIXTURES: AN ALTERNATIVE FOR WASTE TREATMENT

Liliana Hernández Acosta, Kristell del Carmen Jiménez Zapata, Verónica Isidra Domínguez Rodríguez & Randy Howard Adams Schroeder

MICROALGAS PLANCTÓNICAS EN LA LAGUNA COSTERA «EL CARMEN», CÁRDENAS, TABASCO, MÉXICO 29-40

PLANKTONIC MICROALGAE IN THE COASTAL LAGOON «EL CARMEN», CÁRDENAS, TABASCO, MÉXICO

Bernardita Campos Campos, María del Carmen Cortés Lara & Ma. Guadalupe Rivas Acuña

ILUMINADOS POR LA OSCURIDAD: EL HOMBRE Y SU IMPACTO EN LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA 41-46

ILUMINATED BY DARKNESS: THE IMPACT OF MAN ON LIGHT POLLUTION

Esvarado Samaniego Hernández & Liliana Pampillón González

MICROALGAS PLANCTÓNICAS EN LA LAGUNA COSTERA «EL CARMEN», CÁRDENAS, TABASCO, MÉXICO

PLANKTONIC MICROALGAE IN THE COASTAL LAGOON «EL CARMEN», CÁRDENAS, TABASCO, MÉXICO

Bernardita Campos Campos^{1✉}, María del Carmen Cortés Lara² & Ma. Guadalupe Rivas Acuña³

¹Licenciada en Biología, Maestra en Ingeniería y Protección Ambiental (MIPA) por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT); profesora-investigadora de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBio), UJAT; imparte asignaturas como: *biología, protozoarios, algas y briofitas*.

²Bióloga y Maestra en Oceanografía Costera; profesora-investigadora del Centro de Investigaciones Costeras, Centro Universitario de la Costa (CUC), Universidad de Guadalajara campus Puerto Vallarta (UDG).

³Maestra en Ciencias Ambientales por la UJAT; profesora-investigadora y curadora de la colección de algas del Herbario UJAT en la DACBio-UJAT; imparte las asignaturas: *biología celular y algas y briofitas*.

^{1,3}Herbario UJAT (DACBio-UJAT): Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya; C.P. 86039; Villahermosa, Tabasco; México.

²Centro Universitario de la Costa (CUC), Universidad de Guadalajara (UDG): Av. Universidad #203, delegación Ixtapa; C.P. 48280; Puerto Vallarta, Jalisco; México.

✉ acui61@hotmail.com

Como referenciar:

Campos Campos, B.; Cortés Lara, M.C. & Rivas Acuña, M.G. (2017). Microalgas planctónicas en la laguna costera «El Carmen», Cárdenas, Tabasco, México. *Kuxulkab'*, 23(46): 29-40, mayo-agosto. DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a23n46.2556>

Disponible en:

<http://www.revistas.ujat.mx>

<http://www.revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab>

DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a23n46.2556>

Resumen

Se realizaron tres muestreos en la laguna costera «El Carmen» (Cárdenas, Tabasco) en octubre de 2015, febrero y julio de 2016. Se ubicaron cinco localidades para la obtención del material biológico, se realizaron arrastres subsuperficiales durante 2.5 min en cada localidad con una red para fitoplancton de 60 µm de abertura de malla. Las muestras recolectadas se fijaron con una solución de Lugol ácido. Se identificaron 59 taxones ubicados en cuatro grupos: Cianobacteria, Bacillariophyta (diatomeas), Chlorophyta y Dinophyta, incluidas en siete clases, 31 familias, 42 géneros y 46 especies. Bacillariophyta fue el phylum más abundante con 44 taxones. Se identificaron siete microalgas asociadas a Florecimientos Algales Nocivos (FAN). La mayor riqueza se registró en las localidades con influencia marina y zonas de mezcla. Los datos derivados de este trabajo permiten actualizar la información existente sobre la composición fitoplanctónica de la laguna El Carmen.

Palabras clave: Laguna costera; plancton; Lugol; FAN.

Abstract

Three samples were taken in the coastal lagoon «El Carmen» (Cárdenas, Tabasco) in October 2015, February and October 2016. Five localities were located to obtain the biological material, subsurface trawls were carried out for 2.5 min in each locality with a network for phytoplankton of 60 µm of mesh opening. The collected samples were fixed with a solution of Lugol acid. 59 taxa were identified in four groups: Cyanobacteria, Bacillariophyta (diatoms), Chlorophyta and Dinophyta, included in seven classes, 31 families, 42 genera and 46 species. Bacillariophyta was the most abundant phylum with 43 taxa. Seven microalgae associated with Harmful Algal Blooms (FAN) were identified. The greatest wealth was recorded in localities with marine influence and mixing zones. The data derived from this work allow updating existing information on the phytoplankton composition of the El Carmen lagoon.

Keywords: Coastal lagoon; plankton; Lugol; FAN.

El estado de Tabasco cuenta con 183.86 kilómetros de cordón litoral, 29,800 hectáreas de superficie estuarina, además de presentar dos lagunas costeras: el sistema lagunar *Carmen-Pajonal-Machona* y la *Laguna Mecoacán*; que representan un excelente hábitat de reclutamiento y crecimiento para especies de importancia comercial (De la Lanza & Rodríguez, 1991) y donde el fitoplancton juega un papel importante al proveer la primera fuente de alimento para la vida acuática, así como por su capacidad de capturar bióxido de carbono (Luján de Fabricius, 2000). Así mismo, son utilizados como indicadores biológicos de eutrofización, principalmente en estuarios y zonas costeras (Moreno, 2000; Moreira, Seisdedos, Leal, Comas, Delgado, Regadera, Alonso, Muñoz & Abate, 2007). Sin embargo, su estudio ha sido escaso tanto en ambientes costeros como dulceacuícolas (De la Lanza & Rodríguez, 1991; Osorio & López, 2005; Cruz, 2006, 2012; Campos, Custodio, Torres, Rivas & Cruz, 2012; Esqueda, Sánchez, Valdés, Salcedo, Franco & Florido, 2016).

La laguna «El Carmen», es un cuerpo acuático litoral que tiene comunicación permanente con el mar, y donde confluyen dos masas de agua de diferentes características, la oceánica y continental; lo que permite sostener un intercambio de nutrientes y materia orgánica, necesarios para conservar una adecuada productividad biológica (Herrera, Morales & Cortés, 2011). Dentro de las principales actividades que se realizan en este sistema acuático se mencionan el turismo, la pesca y la ostricultura, las cuales han sido acompañadas por diversos estudios enfocados al recurso ostrícola, estudios bio-ecológicos y de contaminación principalmente (Gold, Zavala, Zapata & Ceja, 1997; Herrera *et al.*, 2011; Castañeda, Navarrete, Lango, Galaviz & Landero, 2014), entre otros. Sin embargo, son escasos los estudios enfocados a las microalgas, entre los cuales se pueden citar el de Contreras (1985), quien reporta dinoflagelados y diatomeas de los géneros *Skeletonema*, *Coscinodiscus*, *Ceratium*, *Peridinium*, entre otros; Mier y Terán, Castro, Mayor & Brito, 2006; Borbolla, Colín, Vidal & May, 2006 relacionados con Florecimientos Algales Nocivos (FAN).

Por lo anterior, el objetivo principal de este documento es aportar información actualizada respecto a la composición fitoplanctónica presente en la laguna «El Carmen» del municipio de Cárdenas, en el estado de Tabasco.

¿Dónde se encuentra la laguna?

La laguna «El Carmen», se localiza en el norte de Tabasco, en el litoral del Golfo de México, formando parte del sistema lagunar *Carmen-Pajonal-Machona*, está localizada entre los 18° 18' 30" y los 18° 14' 30" de latitud Norte y los 93° 44' 30" de latitud Oeste. Tiene un área de 92 km², con 15 km de longitud y 6 km de ancho. Su profundidad es variable con promedios de 1.0 a 1.3 m excepto en el canal donde la profundidad varía de 4.3 a 5.6 m en promedio. El fondo es en gran parte limo-arcilloso. La vegetación circundante se caracteriza por especies de mangle negro y mangle rojo (Sánchez & Gómez, 2016). Recibe aportes de agua dulce de los ríos *San Felipe* y *Arroyo Zapote* (Ramos, 2006).

El clima es tropical lluvioso muy cálido (Am (f) W" (f) g), húmedo con lluvias en verano. Las temperaturas más bajas se registran durante diciembre y enero, oscilando entre los 22 y 24 °C y en contraste las temperaturas más altas son de abril a junio fluctuando entre los 28 y 30 °C (Solano, 1995).

«Plancton: pequeños organismos fotosintéticos marinos o de agua dulce (fitoplancton) y animales (zooplancton) que flotan en el agua

Lawrence (2003, 2014)

«Eutrofización (eutrofización): enriquecimiento de los ambientes acuáticos de agua dulce por medio de nutrientes vegetales inorgánicos (nitrato, fosfato)»

Lawrence (2003, 2014)

«Fitoplancton:
plancton
fotosintético
en general,
incluidas las algas
unicelulares y la
cianobacterias»

Lawrence (2003, 2014)

La investigación y el análisis

La recolecta de fitoplancton se realizó durante octubre del 2015, febrero y julio del 2016, en cinco localidades de muestreo considerando para su ubicación las zonas de mezcla y los aportes fluviales: boca Santa Ana (1), arroyo Zapote (2), laguna La Palma (3), río San Felipe (4) y Laguna Pajonal (5). Los muestreos se llevaron a cabo en las tres temporadas marcadas para el estado de Tabasco de acuerdo con lo mencionado por De la Lanza & Gómez (1999) considerando un muestreo por temporada (figura 1).

El material biológico para el análisis cualitativo se recolectó *in situ* con una red para fitoplancton de 60 μm de abertura de poro. Se realizaron arrastres subsuperficiales durante 2.5 minutos en cada localidad, las muestras obtenidas se colocaron en frascos de plástico de boca ancha de 250 ml y se preservaron con una solución de Lugol ácido (Karlson, Cusack & Bresnan, 2010), las cuales se almacenaron en neveras con hielo para su transporte y posterior análisis en el laboratorio.

La observación e identificación de los organismos encontrados, se realizó con un microscopio óptico modelo DM500 adaptado con una cámara digital ICC50HD marca Leica Micosystems. Adicionalmente y para lograr una mejor determinación taxonómica, algunas muestras fueron deshidratadas para su observación en microscopio electrónico marca TESCAN, Vega2//modelo LMU serie VG5280880MX e



Figura 1. Localidades de muestreo.



Figura 2. Especies de dinoflagelados de los géneros *Dinophysis* y *Gonyaulax*: '*Dinophysis caudata*' (izquierda), '*Gonyaulax poligrama*' (derecha); fotografías obtenidas a través de microscopio de luz (ML).

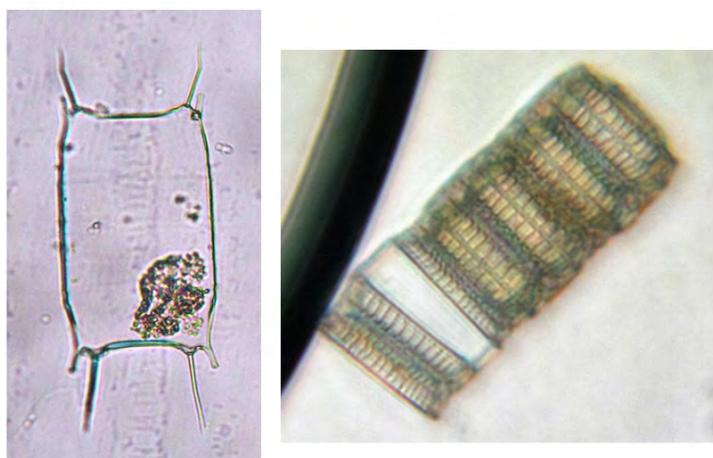


Figura 3. Especies de diatomeas de los géneros *Odontella* y *Paralia*: '*Odontella sinensis*' (izquierda), '*Paralia sulcata*' (derecha); fotografías obtenidas a través de microscopio de luz (ML).

identificar ornamentaciones de la pared celular como estrías, poros areolas, espinas, rafe, entre otras. Para la identificación de los organismos se utilizaron las claves taxónomicas de Cupp (1943); Licea, Santoyo & Figueroa, 1995; Thomas, 1997; Perry, 2003; Al-Kandai, Al-Yamani & Al-Rifaie, (2009); Parra, Rodríguez & Hernández, (2011).

Resultados y discusión

Seregistraron un total de 60 taxones, correspondientes a cuatro grupos principales: *Cyanobacteria*, *Chlorophyta*, *Bacillariophyta* y *Dinophyta* (Tabla 1).

Las Bacillariophyta presentaron el mayor número de taxones con 44 en total (figura 3, 5, 6, 7, 8, 9); seguido por Dinophyta con 14 (figura 2, 4, 10); mientras que los grupos Chlorophyta y Cyanobacteria fueron los menos representados (Tabla 2). Las diatomeas obtuvieron el mayor porcentaje (72 %) de los taxones registrados en las tres temporadas, lo cual coincide con lo reportado por Contreras (1985); Al-Kandari et al. (2009); que mencionan a las diatomeas como la flora fitoplanctónica predominante en las lagunas costeras ya que pueden integrar hasta el 90 % de la comunidad.

La localidad *Boca de Santa Ana*, es una zona de mezcla de agua marina y limnética, en la cual se presentó el mayor número de taxones registrado (36). De igual forma, en la localidad laguna *La Palma* se documentaron 23 especies, seguido de la *Laguna Pajonal* con 21, *arroyo Zapote* con 17 y el *río San Felipe* con 10 (Tabla 3). Es importante mencionar que los aportes de agua dulce y marina fluctuaron estacionalmente en respuesta a las mareas, vientos y precipitación, lo que favorece el intercambio de agua, nutrientes, materia orgánica y el desplazamiento de organismos, como lo señalan (Herrera, Martínez & Diaz, 1990); Troccoli, Herrera & Comin, 2004).

Aunado a lo anterior, el mayor número de taxones se registró en la temporada de lluvias, ocasionado posiblemente por el traslado o transporte de organismos por los vientos o las mareas predominantes en el momento de la recolecta, seguida de la época de secas y nortes. La composición fitoplanctónica de las lagunas costeras, como lo cita Santoyo (1994), es muy diversa y su variación depende de las condiciones que presente en un momento determinado este espacio ecológico.

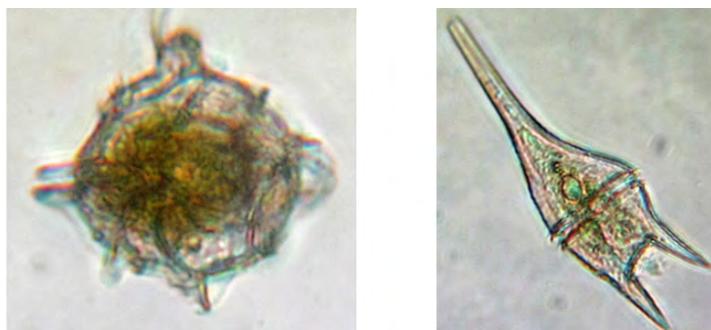


Figura 4. Especies de dinoflagelados de los géneros *Pyrodinium* y *Tripos*: '*Pyrodinium bahamense*' (izquierda), '*Tripos furca*' (derecha); fotografías obtenidas a través de microscopio de luz (ML).

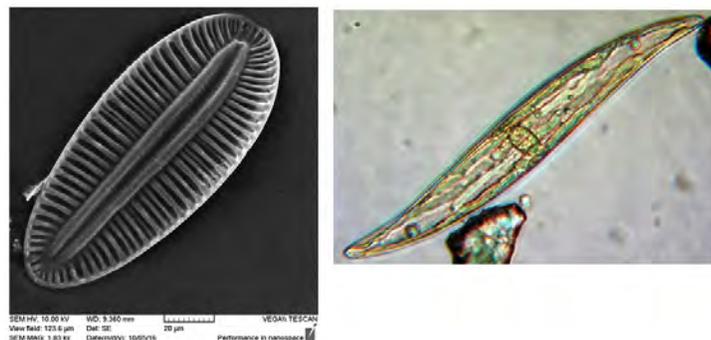


Figura 5. Especies de diatomeas de los géneros *Surirella* y *Pleurosigma*: '*Surirella fastuosa*' (izquierda), fotografía obtenida por microscopio electrónico de barrido (MEB); '*Pleurosigma sp.*' (derecha); fotografías obtenidas a través de microscopio de luz (ML).

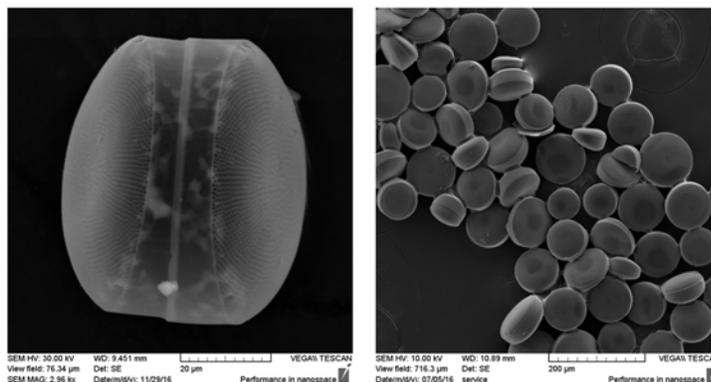


Figura 6. Especie de diatomea: '*Coscinodiscus granii*', fotografía obtenida por microscopio electrónico de barrido (MEB).

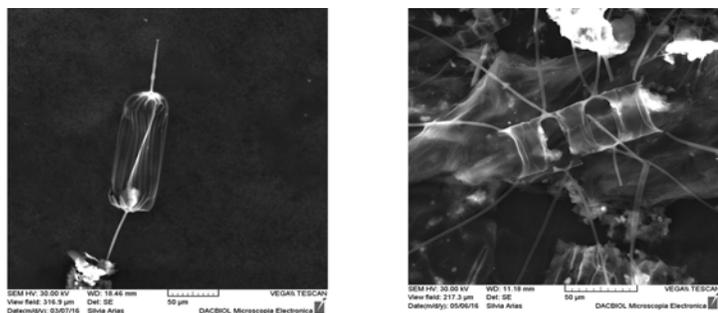


Figura 7. Especies de diatomeas de los géneros *Ditylum* y *Chaetoceros*: '*Ditylum brightwelli*' (izquierda); '*Chaetoceros sp.*' (derecha); fotografías obtenidas por microscopio electrónico de barrido (MEB).

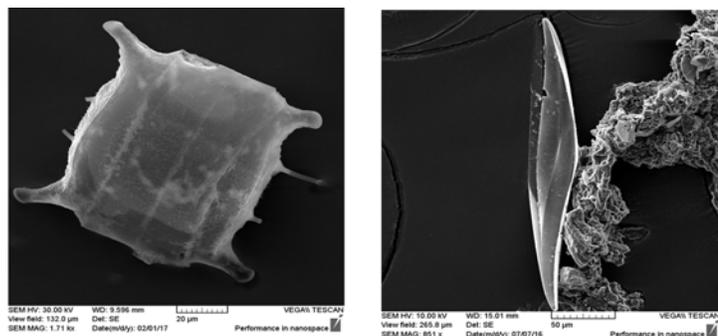


Figura 8. Especies de diatomeas de los géneros *Odontella* y *Pleurosigma*: '*Odontella aurita*' (izquierda); '*Pleurosigma sp.*' (derecha); fotografías obtenidas por microscopio electrónico de barrido (MEB).

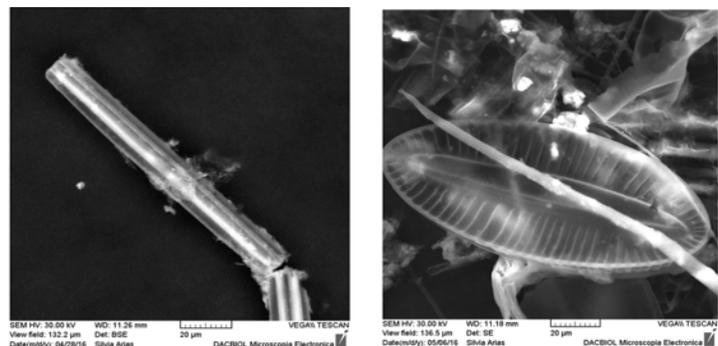


Figura 9. Especies de diatomeas de los géneros *Thalassionema* y *Surirella*: '*Thalassionema nitzschioides*' (izquierda); '*Surirella fastuosa*' (derecha); fotografías obtenidas por microscopio electrónico de barrido (MEB).

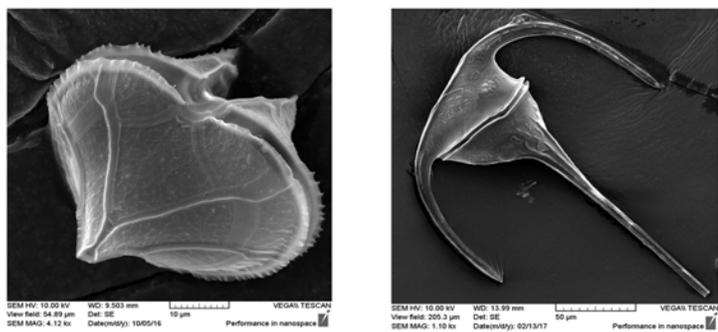


Figura 10. Especies de dinoflagelados de los géneros *Protoperidinium* y *Tripos*: '*Protoperidinium depressum*' (izquierda); '*Tripos tripos*' (derecha); fotografías obtenidas por microscopio electrónico de barrido (MEB).

Así mismo, se registraron siete taxones identificados como formadores de florecimientos algales nocivos y tóxicos: '*Skeletonema costatum*', '*Dinophysis caudata*', '*Ceratium furcoides*', '*Alexandrium sp.*', '*Pyrodinium bahamense*', '*Prorocentrum lima*' y '*Prorocentrum micans*' (Alonso et al., 2008).

Finalmente, los resultados obtenidos en este trabajo permiten generar información acerca de la composición fitoplanctónica de la laguna «El Carmen», aportando de manera significativa al conocimiento de este grupo biológico.

Cabe resaltar la importancia ecológica de las comunidades fitoplanctónicas en los sistemas acuáticos, por ser la base de la cadena trófica, bioindicadores de la calidad del agua, depuradoras del ambiente, productores de oxígeno y algunas especies formadoras de florecimientos algales que pueden llegar a causar intoxicaciones o mortalidad masiva de peces, moluscos, aves, tortugas, hasta en casos extremos, la intoxicación severa de seres humanos, y daños a la economía costera.

Conclusiones

La comunidad fitoplanctónica de la laguna «El Carmen» está representada por cuatro grupos principales: *Cyanobacteria*, *Chlorophyta*, *Bacillariophyta* y *Dinophyta*. La localidad Boca de Santa Ana, en la temporada de lluvias, registró el mayor número de taxones, ya que es una zona de mezcla de agua marina y limnética, que propicia el desarrollo de estos organismos, y dentro de los cuales, se ubican siete taxones formadores de florecimientos algales tóxicos.

Se recomienda continuar con los muestreos que permitan conocer la diversidad de especies y sus fluctuaciones a lo largo de un ciclo anual para inferir el grado de conservación de dicho ecosistema lagunar.

Tabla 1. Riqueza fitoplanctónica en las tres temporadas muestreadas en la laguna «El Carmen», Tabasco México.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i>	<i>sp</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Closterium</i>	<i>sp</i>
	Coccinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Thalassiosira</i>	<i>eccentrica</i>
Stephanodiscaceae			<i>Cyclotella</i>	<i>sp</i>	
Skeletonemataceae			<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>	
Coccinodiscaceae			<i>Coccinodiscus</i>	<i>centralis</i>	
				<i>granii</i>	
<i>radiatus</i>					
Melosirales	Paraliales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	<i>sp</i>	
			<i>Paralia</i>	<i>sulcata</i>	
			<i>Odontella</i>	<i>aurita</i>	
<i>mobilensis</i>					
<i>sinensis</i>					
Hemiaulales	Hemiaulaceae		<i>Eucampia</i>	<i>zodiacus</i>	
			<i>Hemiaulus</i>	<i>sp</i>	
Lithodermiales	Lithodermiaceae		<i>Ditylum</i>	<i>brightwelli</i>	
			<i>Rhizosolenia</i>	<i>imbricata</i>	
<i>robusta</i>					
<i>alata</i>					
<i>calcar-avis</i>					
<i>flaccida</i>					
Chaetocerotales	Chaetocerotaceae		<i>Guinardia</i>	<i>sp</i>	
			<i>Chaetoceros</i>	<i>curvisetus</i>	
Leptocylindriales	Leptocylindraceae		<i>Leptocylindrus</i>	<i>danicus</i>	
			<i>Asterionellopsis</i>	<i>gracialis</i>	
Fragiliales	Fragilariaceae		<i>Fragilaria</i>	<i>sp</i>	
			<i>Licmophora</i>	<i>abbreviata</i>	
			<i>Thalassionematales</i>	<i>nitzschioides</i>	
Fragilariophyceae	Fragilariaceae		<i>Thalassionemataceae</i>	<i>Thalassionema</i>	
			<i>Thalassiothrix</i>	<i>frovenfeldii</i>	
			<i>mediterranea</i>		

Tabla 2. Número de taxones por grupo taxonómico en las tres temporadas muestreadas en la laguna «El Carmen», Tabasco, México

No.	Bacillaroophyta	No. de especies	Dinophyta	No. de especies	Chlorophyta	No. de especies	Cianobacteria	No. de especies
1	<i>Amphora</i>	1	<i>Alexandrium</i>	1	<i>Closterium</i>	1	<i>Oscillatoria</i>	1
2	<i>Asterionellopsis</i>	1	<i>Amphisolenia</i>	1				
3	<i>Bacillaria</i>	1	<i>Dinophysis</i>	1				
4	<i>Chaetoceros</i>	2	<i>Gonyaulax</i>	1				
5	<i>Coscinodiscus</i>	3	<i>Prorocentrum</i>	2				
6	<i>Cyclotella</i>	1	<i>Protoberidinium</i>	4				
7	<i>Cylindrotheca</i>	1	<i>Pyrodinium</i>	1				
8	<i>Diploneis</i>	1	<i>Tripos</i>	3				
9	<i>Ditylum</i>	1						
10	<i>Eucampia</i>	1						
11	<i>Fragilaria</i>	1						
12	<i>Grammatophora</i>	2						
13	<i>Guinardia</i>	1						
14	<i>Gyrosigma</i>	1						
15	<i>Hemiaulus</i>	1						
16	<i>Leptocylindrus</i>	1						
17	<i>Licmophora</i>	1						
18	<i>Mastoglia</i>	1						
19	<i>Melosira</i>	1						
20	<i>Meuniera</i>	1						
21	<i>Navicula</i>	1						
22	<i>Nitzschia</i>	2						
23	<i>Odontella</i>	3						
24	<i>Paralia</i>	1						
25	<i>Pleurosigma</i>	1						
26	<i>Pseudo-nitzschia</i>	1						
27	<i>Rhizosolenia</i>	4						
28	<i>Skeletonema</i>	1						
29	<i>Surirella</i>	1						
30	<i>Thalassionema</i>	1						
31	<i>Thalassiosira</i>	1						
32	<i>Thalassiothrix</i>	3						
	Total	44		14		1		1

Tabla 3. Presencia y ausencia de taxones en la laguna «El Carmen» durante las temporadas muestreadas: Barra Santa Ana (1), Arroyo Zapote (2), Laguna la Palma (3), Río San Felipe (4), Laguna Pajonal (5).

Taxa	Localidad 1	Localidad 2	Localidad 3	Localidad 4	Localidad 5
Cianobacteria <i>Oscillatoria sp</i>			x	x	x
Chlorophyta <i>Closterium sp</i>				x	
Bacillariophyta <i>Thalassiosira eccentrica</i>	x				
<i>Ciclotella sp</i>		x			
<i>Skeletonema costatum</i>	x				x
<i>Coscinodiscus centrali</i>	x				x
<i>Coscinodiscus granii</i>	x	x	x		x
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	x	x			x
<i>Melosira sp</i>	x				x
<i>Paralia sulcata</i>	x				
<i>Odontella aurita</i>					x
<i>Odontella mobiliensis</i>					x
<i>Odontella sinensis</i>			x		
<i>Eucampia zodiacus</i>	x				
<i>Hemiaulus sp</i>	x		x		
<i>Ditylum brightwelli</i>	x	x	x		x
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	x		x		
<i>Rhizosolenia robusta</i>	x		x		
<i>Rhizosolenia alata</i>			x		x
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>	x				
<i>Guinardia fláccida</i>			x	x	
<i>Chaetoceros sp</i>	x	x	x		
<i>Chaetoceros curvicutus</i>	x				
<i>Leptocylindrus danicus</i>			x		
<i>Asterionellopsis gracialis</i>	x	x			
<i>Fragilaria sp</i>	x				x
<i>Licmophora abbreviata</i>	x				
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	x				x
<i>Thalassiothrix fravenfeldi</i>	x				x
<i>Thalassiothrix mediterranea</i>	x				
<i>Thalassiothrix longisima</i>	x	x			
<i>Grammatophora marina</i>	x				x
<i>Grammatophora oceánica</i>	x				x
<i>Mastoglia sp</i>		x			

Tabla 3 (continuación). Presencia y ausencia de taxones en la laguna «El Carmen» durante las temporadas muestreadas: Barra Santa Ana (1), Arroyo Zapote (2), Laguna la Palma (3), Río San Felipe (4), Laguna Pajonal (5).

Taxa	Localidad 1	Localidad 2	Localidad 3	Localidad 4	Localidad 5
<i>Diploneis sp</i>	x			x	
<i>Meuniera membranacea</i>	x				x
<i>Navicula sp</i>		x		x	
<i>Pleurosigma sp</i>	x	x	x	x	
<i>Gyrosigma sp</i>		x			
<i>Amphora ovalis</i>		x			
<i>Bacillaria paxillifera</i>	x	x			
<i>Cylindrotheca closterium</i>	x				x
<i>Nitzschia longissima</i>	x		x		
<i>Nitzschia sigma</i>	x		x		x
<i>Pseudo-nitzschia sp</i>			x		x
<i>Surirella fastuosa</i>				x	
Dinophyta	x		x		
<i>Prorocentrum micans</i>					
<i>Prorocentrum lima</i>			x		
<i>Dinophysis caudata</i>	x		x		
<i>Tripos furca</i>	x	x	x	x	x
<i>Tripos brevis</i>					x
<i>Tripos fusus</i>	x				
<i>Alexandrium sp</i>		x			
<i>Pyrodinium bahamense</i>	x	x			
<i>Gonyaulax poligramma</i>			x		
<i>Protoperidinium depresum</i>			x	x	
<i>Protoperidinium claudicans</i>			x		
<i>Protoperidinium divergens</i>			x		
<i>Protoperidinium conicum</i>				x	
<i>Amphisolenia sp</i>		x			
Total	36	17	23	10	21

Referencias

- Al-Kandai, M., Al-Yamani, F. Y., & Al-Rifaie, K.** (2009). *Marine phytoplankton atlas of Kuwait's waters*. Kuwait: Kuwait Institute for Scientific Research. Recuperado el 22/agosto/2017 de «<http://www.kisr.edu.kw/pubs/en/books/99906-42-24-2.pdf>»
- Alonso Rodríguez, R.; Hernández Becerril, D. & Gárate Lizárraga, I.** (2008). *Catálogo de microalgas de las lagunas costeras de Sinaloa*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMYL), El Colegio de Sinaloa; Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Sinaloa, A. C. (CESASIN); Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).
- Borbolla Sala, M.E.; Colín Osorio, F.A.; Vidal Pérez, M.D. & May Jiménez, M.** (2006). Marea roja de Tabasco 2005, *Karenia Brevis*. *Salud en Tabasco*, 12(2): 423-433. Recuperado el 18/junio/2017 de «<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48712204>»
- Campos Campos, B.; Custodio Osorio, T.N.; Torres Sauret, C.; Rivas Acuña, M.G. & Cruz Rosado, L.** (2012). Registro preliminar de la composición fitoplanctónica de la Laguna Mecocacán, Paraíso, Tabasco, México. *Kuxulkab'*, 18(34), 65-72
- Castañeda Cháves, M.D.; Navarrete Rodríguez, G.; Lango Reynoso, F.; Galaviz Villa, I. & Landero Sánchez, C.** (2014). Heavy metals in oysters, shrimps and crab from lagoon systems in the Southern Gulf of México. *Journal of Agricultural Science*, 6(3): 108-117. Recuperado el 22/septiembre/2017 de «<http://dx.doi.org/10.5539/jas.v6n3p108>»
- Contreras, F.** (1985). *Las lagunas costeras mexicanas*. Mexico: Centro de Ecodesarrollo Secretaría de Pesca.
- Cortés Lara, M.; Cortés Altamirano, R.; Cupul Magaña, A.L.; Rodríguez Nava, L.V. & Vega Villasante, F.** (2012). *Guía de florecimientos microalgales (2000-2011) causantes de mareas rojas en la Bahía de Banderas Jalisco-Nayarit*. Guadalajara, Jalisco; México: Universidad de Guadalajara (UDG), Centro Universitario de la Costa (CUCosta); Prometeo Editores S.A. de C.V.
- Cruz Rosado, L.** (2006). *Distribución espacial y abundancia del fitoplancton en temporada de estiaje en el Vaso Cencali, Laguna de las Ilusiones, Villahermosa, Tabasco; México*, (Tesis Licenciatura en Biología, publicada). Tabasco, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Cruz Rosado, L.** (2012). Variación espacial y temporal del fitoplancton en la Laguna de las Ilusiones, Villahermosa, Tabasco, México, (Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales, publicada). Tabasco, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Cupp, E.E.** (1943). *Marine plankton diatoms of the North America*. Berkeley: University of California.
- De la Lanza, G. & Rodríguez Medina, M.** (1991). Análisis ecológico de la productividad primaria en la Laguna de Términos Campeche, México. *Universidad y Ciencia*, 8(15): 15-28
- De la Lanza, G. & Gómez Aguirre, S.** (1999). Físicoquímica del agua y cosecha de fitoplancton en una laguna costera tropical. *Ciencia Ergo*, 6(2): 147-153. Recuperado el 28/octubre/2016 de «<http://cienciaergosum.uaemex/index.php/ergosum/article/view/3898>»
- Esqueda Lara, K.; Sánchez, A.D.; Valdés Lagunes, G.; Salcedo, M.Á.; Franco Torres, Á.E. & Florido, R.** (2016). Fitoplancton en el humedal tropical Chaschoc en la cuenca baja del río Usumacinta. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, (87): 1177-1188. Recuperado el 21/febrero/2017 de «<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42548632002>»
- Gold Bouchot, G.M.; Zavala, C.; Zapata Pérez, O. & Ceja Moreno, V.** (1997). Hydrocarbon concentrations in oysters (*Crassostrea virginica*) and recet sediments from three coastal lagoons in Tabasco, Mexico. *Bull. Environmental Contamination and Toxicology*, 59: 430-437
- Herrera Silveira, J.A., Morales Ojeda, S.M. & Cortés Balan, T.O.** (2011). *Eutrofización en los sistemas costeros de México*, (Vol. 1). México: Global Environmental Facility (GEF); United Nations Industrial Development Organization (UNIDO); National Ocean and Atmospheric Administration (NOAA) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Herrera Silveira, J.; Martínez B., M. & Diaz Arce, V.** (1990). Variaciones del fitoplancton en cuatro lagunas costeras del estado de Yucatán, México. *Biol. Trop. (supl. 1)*, (47): 47-56
- Karlson, B.; Cusack, C. & Bresnan, E.** (2010). *Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis*, (55^{ta} ed.). Paris: IOC Manuals and Guides.
- Lawrence, E.** (Edit.). (2003). *Diccionario Akal de Términos Biológicos*, (12^{va} Ed.; Henderson's Dictionary of Biological Terms, R. Codes Valcarce & Fco. J. Espino Nuño, Trad.; p. 688). Madrid, España: Ediciones Akal. ISBN 84-460-1582X.
- Lawrence, E.** (Comp.). (2014). *Diccionario de Biología*, (Trad. Henderson's Dictionary of Biology; p. 622). México: Editorial Trillas.
- Licea Duran, S.; Santoyo, H. & Figueroa, G.** (1995). *Dinoflagelados del Golfo de Baja California*. México, D.F.: Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Luján de Fabricius, A.** (2000). Las algas indicadoras de la calidad del agua. *Interciencia*, 4(4): 1-4. Recuperado el 23 de marzo de 2016, de «http://www.produccion-animal.com.ar/agua_cono_sur_de_america/20-algas.pdf»

Mier y Terán Suárez, J.; Castro Georgana, V.; Mayor Nucamendi, H.F. & Brito López, J.A. (2006). Florecimientos Algales en Tabasco. *Salud en Tabasco*, 12(1): 413-422. Recuperado el 25/septiembre/2015 de «<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48712102>»

Moreira, Á.; Seisededos, M.; Leal, S.; Comas, A.; Delgado, G.; Regadera, R.; Alonso, C.; Muñoz, A. & Abatte, M. (2007). Composición y abundancia del fitoplancton de la Bahía de Cienfuegos, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 28(2): 97-109. Recuperado el 18/octubre/2017 de «<http://www.rim.uh.cu/index.php/RIM/article/view/78>»

Moreno Ruíz, J.L. (2000). Fitoplancton. En: E.G. De la Lanza, P.S. Hernández & J.L. Carbajal Pérez; *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación: bioindicadores*, (pp. 43-108). México: Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP); Comisión Nacional del Agua (CNA); Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto de Biología; Plaza y Valdés, S.A. de C.V. (PYV).

Osorio Sánchez, J.J. & López Pérez, R. (2005). *Diversidad y distribución del fitoplancton de la laguna el Balsón, Tabasco, México*, (Tesis de Licenciatura en Biología, publicada). Tabasco, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Parra Toriz, D.; Rodríguez, M.D. & Hernández Becerril, D.U. (2011). Dinoflagelados (Dinophyta) de los ordenes Prorocentrales y Dinophysiales del sistema arrecifal Veracruzano, México. *Biol. Trop.*, 1(59): 501-514

Perry, R. (2003). *A guide to the marine plankton of Southern California*. California: UCLA Ocean Globe.

Ramos Palma, J.L. (2006). *Variación temporal de la comunidad de peces del sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, después de la apertura de Boca de Panteones, Tabasco, México*, (Tesis de Licenciatura en Biología, publicada). Tabasco, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Sánchez Soto, S. & Gómez Martínez, U.N. (2016). Primer registro de un ejemplar de '*Chelonia mydas*' (Linnaeus, 1758) en la Laguna el Carmen, Tabasco, México. *Novedad Zoogeográfica (Cuad. Herpetol.)*: 81-83

Santoyo Reyes, H. (1994). Fitoplancton y productividad. En: G. De la Lanza Espino & C. Cáceres Martínez; *Lagunas costeras y el litoral Mexicano*, (pp. 221-246). Baja California Sur: Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Solano Flores, R. (1995). *Evaluación de la densidad poblacional de 'Crassostrea virginica' en el sistema lagunar, Carmen-Pajonal-Machona, Cárdenas, Tabasco*, (Tesis de Licenciatura en Biología, publicada). Tabasco, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Thomas, C. (1997). *Identifying marine phytoplankton*. United States of America: Academic Press.

Troccoli Ghinaglia, L.; Herrera Silveira, J.A. & Comin, F.A. (2004). Structural variations of phytoplankton in the coastal seas of Yucatán, México. *Hydrobiologia*, (519): 85-102



JARDINES DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS (CICEA) Y EJEMPLAR DE COCODRILO DE PANTANO (*Crocodylus moreletii*) QUE HABITA EN SU ENTORNO.
División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Rafael Sánchez Gutiérrez.

«La disciplina es no perder de vista lo que se desea alcanzar»

DACBiol



CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS TROPICALES (CICART).
División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Rafael Sánchez Gutiérrez.



KUXULKAB'

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

☎ +52 (993) 358 1500, 354 4308 ext. 6415
✉ kuxulkab@ujat.mx • kuxulkab@outlook.com
🌐 www.revistas.ujat.mx

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039.
Villahermosa, Tabasco. México.

