



ISSN 2448-508X

# KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen 26

Número 56

Septiembre-Diciembre 2020

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco  
División Académica de Ciencias Biológicas



»»»» Sección especial:  
COVID

« REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA »



**RESGUARDO, PROTECCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE ESPECIES ENDÉMICAS EN LAS INSTALACIONES DE LA DACBIOL:  
CASO DE MANATÍ (*Trichechus manatus*).**  
División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).  
Villahermosa, Tabasco; México.

*Fotografía: Rafael Sánchez Gutiérrez (Coordinación de Difusión Cultural y Extensión de la DACBIOL).*





# UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE ”

#### DIRECTORIO

L.D. Guillermo Narváez Osorio  
Rector

Dra. Dora María Frias Márquez  
Secretaria de Servicios Académicos

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez  
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

Mtro. Jorge Membreño Juárez  
Secretario de Servicios Administrativos

Mtro. Miguel Armando Vélez Téllez  
Secretario de Finanzas

Dr. Arturo Garrido Mora  
Director de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dra. Ana Rosa Rodríguez Luna  
Coordinadora de Investigación y Posgrado, DACBioI-UJAT

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

Dr. Raúl Germán Bautista Margulís  
Coordinador de Docencia, DACBioI-UJAT

M.C.A. Yessenia Sánchez Alcudía  
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión, DACBioI-UJAT

#### COMITÉ EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina (†)  
Editor fundador

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo  
Editor ejecutivo y encargado

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

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

Lic. Ydania del Carmen Rosado López  
Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez (†)  
Equipo de diseñador

Ing. Armando Hernández Triano  
Soporte técnico institucional

M.Arq.; M.A.C. Marcela Zurita Macías Valadez  
Dra. María Elena Macías Valadez Treviño  
Traductoras

Est. Biól. Gloria Cecilia Arecha Soler  
Biól. José Francisco Juárez López  
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

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

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

ISSN 2448-508X

# 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:



#### Revistas Universitarias ([www.revistas.ujat.mx](http://www.revistas.ujat.mx))

Portal electrónico de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).



#### Repositorio Institucional (<http://ri.ujat.mx>)

Plataforma digital desarrollado con el aval del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), se cuenta con un acervo académico, científico, tecnológico y de innovación de la UJAT.



#### Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal ([www.latindex.ppl.unam.mx](http://www.latindex.ppl.unam.mx))

Red de instituciones que reúnen y diseminan información sobre las publicaciones científicas seriadas producidas en Iberoamérica.



#### PERIÓDICA (<http://periodica.unam.mx>)

Base de datos bibliográfica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con registros bibliográficos publicados América Latina y el Caribe, especializadas en ciencia y tecnología.



#### Nuestra portada:

El agua: sus microorganismos y funciones de división territorial; [Sección especial COVID].

#### Diseño de:

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

#### Fotografías de:

Imágenes obtenidas de textos aquí publicados, así como, expuestas en diversos medios (internet por ejemplo).

KUXULKAB', año 26, No. 56, septiembre-diciembre 2020; 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](mailto:kuxulkab@ujat.mx). Editor responsable: Fernando Rodríguez Quevedo. 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: 27 de abril de 2020.

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:

Tomando la consideración de ustedes con respeto, es agradable presentar el último número de **Kuxulkab'**; el cual, a pesar de las adversidades durante este año, hemos podido completar esta ardua tarea. Éste, se organizó con ocho aportaciones, de las cuales, tres son resultado de investigaciones y experiencias; por otro lado, se destacan cinco escritos que conforman una sección especial dedicada a la actual pandemia del COVID-19, donde se expone la base del virus y su interacción con el entorno natural e histórico.

A continuación, proporcionamos una muy breve sinopsis de las aportaciones que conforman esta publicación:

«**Diversidad fitoplanctónica de embalses continentales del Valle del Yaqui**»; colaboración que presenta una catalogación de las principales microalgas dulceacuícolas susceptibles al cultivo y explotación en la industria económica.

«**La cooperación en cuencas transfronterizas: una oportunidad para la cuenca del río Usumacinta**»; participación donde se identifica las áreas de oportunidad para la gestión de la cuenca del río Usumacinta, esto a través de una revisión no exhaustiva de documentos internacionales.

«**Caracterización del viento en Villahermosa, Tabasco en el período 2008-2018**»; participación en la que los autores, presentan un análisis de información donde se identifica la dirección de viento dominante en la capital del estado de Tabasco.

«**Bacterias versus Virus**»; escrito donde se hace mención las características existentes entre una bacteria y un virus; así como la utilidad que la humanidad ha hecho de ellos.

«**Coronavirus en aves acuáticas**»; texto que reconoce la asociación del coronavirus con los mamíferos y las aves, sobre esta última, describe la interacción (humano-ave) poco estudiada, como es el caso de patos, garzas, gaviotas, por mencionar algunos.

«**¿Cuál es el mecanismo que permite al SARS-CoV-2 entrar a las células humanas?**»; documento que refiere, con visión molecular, la forma en la que este coronavirus se disemina en el ambiente y entra a nuestro organismo.

«**Un trío en equilibrio: biodiversidad-salud-enfermedad**»; aportación que muestra el desequilibrio natural debido a la pérdida de la biodiversidad, lo que incrementa el riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas, principalmente por zoonosis.

«**Una mirada a la historia para la resiliencia ante el COVID-19**»; escrito donde se presenta una panorámica de las pandemias, que, en diferentes periodos ha afectado la salud de miles de personas; trayendo consigo problemas de impacto sociocultural, económico, político y hasta religioso.

Este número es un gran esfuerzo en conjunto: autores, evaluadores, editores asociados, gestor editorial, diseñadores y soporte técnico. Agradecemos a cada uno de ellos su valioso apoyo y entusiasmo de colaborar para la divulgación de la ciencia con estándares de calidad en esta casa de estudios. Esperamos vernos pronto.

*Arturo Garrido Mora*  
DIRECTOR DE LA DACBIOL-UJAT

*Fernando Rodríguez Queredo*  
EDITOR EJECUTIVO DE KUXULKAB'

# Contenido

## **DIVERSIDAD FITOPLANCTÓNICA DE EMBALSES CONTINENTALES DEL VALLE DEL YAQUI 05-14**

PHYTOPLANKTON DIVERSITY OF CONTINENTAL RESERVOIRS IN THE YAQUI VALLEY

*Alba Rocío Ochoa Meza, Julia Icela Galindo Félix & Dalila María Juárez Moreno*

## **LA COOPERACIÓN EN CUENCAS TRANSFRONTERIZAS: UNA OPORTUNIDAD PARA LA CUENCA DEL RÍO USUMACINTA 15-30**

COOPERATION IN TRANSBOUNDARY BASINS: AN OPPORTUNITY FOR THE USUMACINTA RIVER BASIN

*Diana Isabel Contreras Chablé & Luzma Fabiola Nava Jiménez*

## **CARACTERIZACIÓN DEL VIENTO EN VILLAHERMOSA, TABASCO EN EL PERÍODO 2008-2018 31-39**

VILLAHERMOSA-TABASCO WIND CHARACTERIZATION DURING 2008-2018

*Gabriel Gomez Esteban & Mercedes Andrade Velázquez*

### **»» Sección especial COVID**

## **BACTERIAS *versus* VIRUS 41-50**

BACTERIAS *versus* VIRUS

*Marcela Alejandra Cid Martínez*

## **CORONAVIRUS EN AVES ACUÁTICAS 51-59**

CORONAVIRUS IN WATERFOWL

*Gabriel Núñez Nogueira*

## **¿CUÁL ES EL MECANISMO QUE PERMITE AL SARS-CoV-2 ENTRAR A LAS CÉLULAS HUMANAS? 61-70**

WHAT IS THE MECHANISM THAT ALLOWS SARS-CoV-2 TO ENTER HUMAN CELLS?

*Julia María Leshner Gordillo, María Arellano Sosa, Aminta Hernández Marín, Heidi Beatriz Montejo Méndez, Alejandra Valdés Marín, Melina Zapata de la Cruz & Elsi Beatriz Recino Reyes*

## **UN TRÍO EN EQUILIBRIO: BIODIVERSIDAD-SALUD-ENFERMEDAD 71-78**

A TRIO IN BALANCE: BIODIVERSITY-HEALTH-DISEASE

*Coral Jazvel Pacheco Figueroa, Juan de Dios Valdez Leal, Ena Edith Mata Zayas, Lilia María Gama Campillo & Eduardo Javier Moguel Ordóñez*

## **UNA MIRADA A LA HISTORIA PARA LA RESILIENCIA ANTE EL COVID-19 79-92**

AN OVERVIEW IN HISTORY FOR RESILIENCE COVID-19

*María Elena Macías-Valadez Treviño, Lilia María Gama Campillo, Marcela Zurita Macías-Valadez & Fernando Rodríguez Quevedo*





# DIVERSIDAD FITOPLANCTÓNICA DE EMBALSES CONTINENTALES DEL VALLE DEL YAQUI

## PHYTOPLANKTON DIVERSITY OF CONTINENTAL RESERVOIRS IN THE YAQUI VALLEY

Alba Rocío Ochoa Meza<sup>1✉</sup>, Julia Icela Galindo Félix<sup>2</sup> & Dalila María Juárez Moreno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doctora en ciencias; profesora con actividades de docencia e investigación en el área de acuicultura; Tecnológico del Valle del Yaqui.

<sup>2</sup>Bióloga con especialidad en biotecnología; profesor con actividades de docencia e investigación en el área de acuicultura; Tecnológico del Valle del Yaqui. <sup>3</sup>Ingeniera en Acuicultura; profesora con actividades de docencia e investigación en el área de acuicultura; Tecnológico del Valle del Yaqui.

LGAC: sanidad y manejo de recursos acuícolas y pesqueros; Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui (ITVY): Av. Tecnológico, Block 611, Valle del Yaqui Bâcum; C.P. 85276 (A.P. 197 en Ciudad Obregón); Sonora; México.

✉ aochoa.meza@itvy.edu.mx

ORCID<sup>®</sup> 0000-0001-8108-9876

### Como referenciar:

Ochoa Meza, A.R.; Galindo Félix, J.I. & Juárez Moreno, D.M. (2020). Diversidad fitoplanctónica de embalses continentales del Valle del Yaqui. *Kuxulkab'*, 26(56): 05-14, septiembre-diciembre. DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a26n56.3338>

### Disponible en:

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

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

DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a26n56.3338>

## Resumen

Las microalgas ofrecen un área de creciente explotación por las múltiples aplicaciones en la industria de cosméticos, alimentos, agronomía, farmacéutica, tecnologías verdes, entre otras. En Sonora, en el ambiente dulceacuícola, los trabajos relacionados a la diversidad de microalgas son escasos. El objetivo del presente trabajo es, catalogar las principales microalgas dulceacuícolas susceptibles de cultivo del Valle del Yaqui. Para la obtención de las muestras, se realizaron colectas trimestrales en siete puntos aledaños a la presa Álvaro Obregón (El Oviáchic) el río Yaqui y canales ramales. Las muestras fueron aisladas, escaladas a 250 ml, e identificadas por consulta bibliográfica; siendo los géneros *Scenedesmus*, *Tetradesmus*, *Clorococcum*, *Cosmarium*, *Pediastrum* y *Fragilaria* los más dominantes. Solamente con *Scenedesmus*, se lograron aislamientos y producción masiva en laboratorio. Esto marca la pauta para continuar con las investigaciones en los procesos de aislamiento de microalgas dulceacuícolas para la región del Valle del Yaqui.

**Palabras clave:** Microalgas; *Scenedesmus*; Sonora; México.

## Abstract

Microalgae offer an area of increasing exploitation due to the multiple applications in many industries: of cosmetics, food, agronomy, pharmaceutical, green technologies, among others. In Sonora, in the freshwater environment, work related to the diversity of microalgae is scarce. The aim of this work is to catalog the main freshwater microalgae susceptible to cultivation in the Yaqui Valley. To obtain the samples, quarterly collections were carried out at seven points near the Alvaro Obregon dam (El Oviáchic), the Yaqui river and branch canals. The samples were isolated, scaled to 250 ml, and identified by bibliographic consultation; the genres *Scenedesmus*, *Tetradesmus*, *Clorococcum*, *Cosmarium*, *Pediastrum* and *Fragilaria* were the most dominant. Only with *Scenedesmus*, isolation and massive laboratory production were accomplished. This sets the tone for continuing research on freshwater microalgae isolation processes for the Yaqui Valley region.

**Keywords:** Microalgae; *Scenedesmus*; Sonora; Mexico.

Las microalgas son las encargadas del suministro de energía por medio de biomoléculas sintetizadas de elementos menos complejos transformados a través de la fotosíntesis. Estas microalgas son las que mayormente contribuyen a la producción de biomasa en los océanos estuarios lagos y reservorios. La posición de estos organismos, dentro de las redes tróficas forman los pilares o bases debido al aporte de energía de las biomoléculas sintetizadas por estos (Hoff & Snell 2001).

Las microalgas son organismos unicelulares eucariotas o procariotas fotosintéticos, capaces de transformar la energía luminosa en energía química con una eficiencia cuatro veces superior a la de las plantas. Su importancia radica en su papel como productores primarios de la cadena trófica, que las constituyen en las primeras formadoras de materia orgánica. Por su tamaño reducido y variado (5-50  $\mu\text{m}$  en promedio) son de fácil captura y digestión por multitud de organismos que se alimentan en forma directa del fitoplancton (Novelo & Tavera, 2011). Las condiciones óptimas de temperatura, intensidad luminosa, salinidad, nutrientes y potencial de hidrógeno (pH) para el cultivo de microalgas, varían ampliamente de una especie a otra, estos parámetros físicoquímicos, han sido determinados en laboratorio y ayudan a comprender las condiciones óptimas para el desarrollo de las diferentes especies en cultivo.

Actualmente a nivel comercial, los cultivos masivos de microalgas al exterior y los fotobiorreactores cobran mayor importancia para la producción de compuestos químicos de alta pureza, como: biocombustibles, biofertilizantes, intercambiadores iónicos y carotenos; así mismo, para el tratamiento de aguas residuales, obtención de compuestos terapéuticos y como alimento de consumo humano y animal (Contreras-Flores, Peña-Castro, Flores-Cotera & Cañizares-Villanueva, 2003). En condiciones normales todas las clases de microalgas poseen invariablemente la clorofila-a, que confiere el color verde a las algas y al menos un pigmento accesorio, y que puede enmascarar en ocasiones a la clorofila-a. La clorofila-b se encuentra en las plantas verdes, la clorofila-c en diatomeas, dinoflagelados y algas pardas, y la clorofila-d en las algas rojas. Cultivadas bajo condiciones adecuadas de iluminación, temperatura, salinidad y concentración de nutrientes, las microalgas representan una excelente fuente de pigmentos carotenoides (Borowitzka & Borowitzka, 1988).

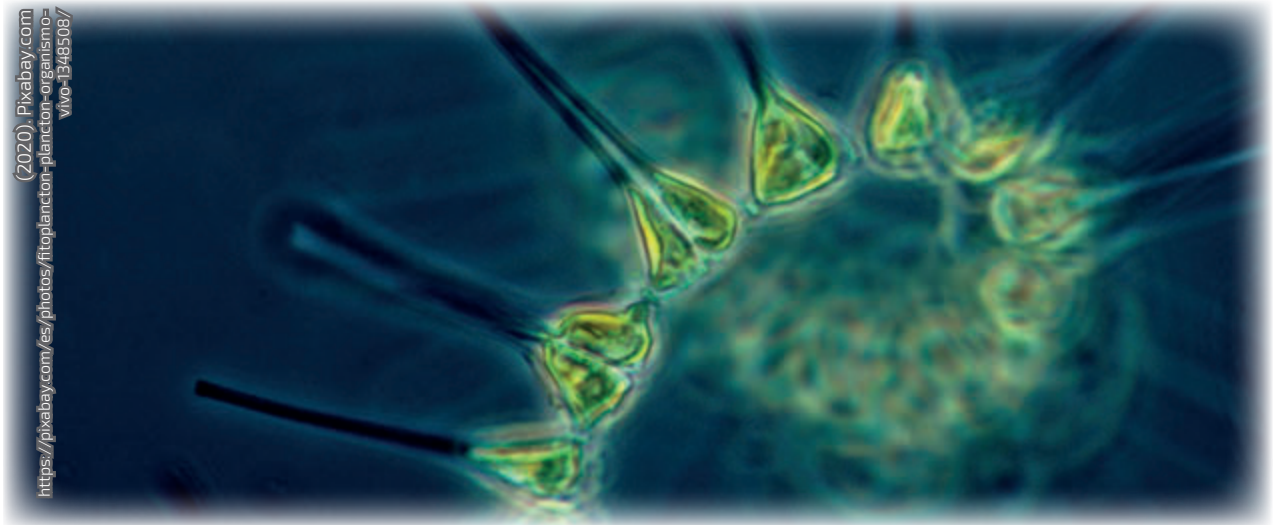
En México se encuentran reportados más de 800 taxas (Garduño-Solórzano, Rodríguez-Palacio, Martínez-García, Quintanar-Zúñiga, Lozano-Ramírez, Campos-Contreras & Monsalvo-Reyes, 2011), que exhiben multitud de formas, tamaños y colores, las cuales, junto con las plantas superiores, constituyen, como hemos señalado, el soporte fundamental de la vida. Desde la antigüedad, las microalgas han sido aprovechadas por los seres humanos, en la antigua china se utilizaba el género *Nostoc* como alimento (Arrieta Bolaños, 2008), en México el pueblo azteca colectaba masas de microalgas para la elaboración de panecillos (Perumal, Balaji Prasath, Santhanam, Ananth, Shenbaga Devi & Dinesh Kumar, 2012). En los últimos años, se ha incentivado la investigación de estos microorganismos, principalmente por ser fuentes de sustancias de un alto valor bioactivo (García-Galaz, Gutiérrez-Millán, Acedo-Félix, Burgos-Hernández, López-Torres, Valdés-Covarrubias & Burboa-Zazueta, 2013).

«Fitoplancton<sup>1</sup>:  
denominado  
al plancton  
fotosintético, por  
ejemplo, las algas  
unicelulares y las  
cianobacterias.  
El plancton<sup>2</sup>  
son pequeños  
organismos  
fotosintéticos  
marinos o de agua  
dulce (fitoplancton)  
y animales  
(zooplancton) que  
flotan en el agua»

<sup>1</sup>Lawrence (2003, p. 262; 2014, p. 240)

<sup>2</sup>Lawrence (2003, p. 482; 2014, p. 440)





La biodiversidad de microalgas a nivel mundial es escasamente conocida (17 %) sin indagar las propiedades que pueden presentar cada cepa, el papel que desempeña en el mantenimiento, el funcionamiento global de los ecosistemas así como, de las propiedades que benefician a la industria alimentaria, farmacéutica, nutracéutica, cosmetológica y biotecnológica (Guamán Bumeo & González Romero, 2016).

En el noroeste de México la producción de microalgas, está centrada en la alimentación de las larvas de camarón en los laboratorios comerciales; esta actividad, trabaja con un número reducido de especies. Las más importantes son las diatomeas céntricas como '*Chaetoceros sp.*' y '*Thalassiosira pseudonana*' por mencionar algunas, con una concentración media cercana a  $1 \times 10^6$  células/ml y con una producción de biomasa orgánica altamente variable en cada laboratorio, probablemente en relación con las condiciones estacionales y con fuertes diferencias entre laboratorios, que se explica principalmente por las diferencias entre sistemas de cultivo y en las rutinas diarias (López-Elías, Voltolina, Nieves-Soto & Figueroa-Ortiz, 2004).

### Generalidades

**Características citológicas.** Estas son importantes para distinguir a los diferentes grupos de algas. La división se basa en diferenciar entre procariotes y eucariotes. Las células procariotas carecen de organelos con membrana (como las cianobacterias); el resto de algas son eucariotas, se caracterizan por presentar una pared celular compuesta de polisacáridos y de contener organelos rodeados por una membrana. Además, poseen una estructura de cloroplastos (tilacoides), presencia de flagelos y una estructura donde se encuentra el material genético de la célula rodeado por una doble membrana, denominada núcleo (Guamán Bumeo & González Romero, 2016).

Entre los componentes celulares de las microalgas eucariotas destacan los cloroplastos que son los orgánulos donde se encuentran ubicados los pigmentos fotosintéticos; los ribosomas 80S y 70S; gránulos de reserva (gotas de aceite, gránulos de almidón, etcétera); muchos flagelados dulceacuícolas contienen vacuolas contráctiles para el control de la presión osmótica aunque este no es el único mecanismo de osmorregulación en microalgas, ya que pueden acumular diferentes sustancias, como glicerol, galactósil glicéridos, manitol o prolina, en función de la salinidad. Algunas microalgas están rodeadas solamente por la membrana plasmática, que puede estar envuelta en mucílago, pero la mayoría de las microalgas están rodeadas de pared celular (Villa Carvajal, Solbas & García-Reverter, 2010).

**Composición de la pared celular.** La cobertura externa de las algas, típicamente, forma una estructura continua llamada pared celular, la cual de acuerdo a la microalga toma diferentes nombres, en euglenoides se le conoce como película, teca en dinoflagelados, periplasto en las criptomonadas y frústulo en las diatomeas (Wehr, 2007). En general, la pared celular está compuesta de una estructura esquelética o fibrilar y una matriz amorfa. El componente esquelético más común es la celulosa, aunque también pueden estar presentes otras macromoléculas como la pectina, peptidoglicano y proteínas (Guamán Bumeo & González Romero, 2016).

**Nutrición.** La mayoría de grupos de algas suelen ser fotoautótrofos, o quimioautótrofos principalmente, ya que su metabolismo depende del aparato fotosintético, usando la luz solar y el CO<sub>2</sub> como recurso de energía. Algunos grupos de algas contienen especies heterotróficas sin coloración y pueden obtener el carbono orgánico del ambiente, ya sea tomando sustancias disueltas practicando la fagocitosis o incluso mediante la absorción de nutrientes por el plasma. Las algas auxotróficas, por el contrario, no pueden sintetizar los componentes esenciales como las vitaminas del complejo B12 o ácidos grasos, y tienen que importarlos (Wehr, 2007; Lee, 2008; Prathima Devi, Venkata Subhash & Venkata Mohan, 2012).

La fijación fotosintética del carbono, el uso de alimentos como fuente de nutrientes principales (nitrógeno, fósforo y hierro) y factores de crecimiento (vitaminas, aminoácidos esenciales y ácidos grasos esenciales) contribuyen al desarrollo de las microalgas, especialmente en ambientes extremos, donde los recursos son limitados. Las algas se pueden clasificar en cuatro grupos de acuerdo a sus estrategias metabólicas (Wehr, 2007):

1) Heterotróficos obligados: son principalmente heterotróficos, pero son capaces de sobrevivir por fototrofia cuando las concentraciones de alimento limitan el crecimiento heterotrófico (*'Gymnodium gracilentum'*, Dinophyta).

«Eucariota o eucariontes, uno de los tres dominios o superreinos en que se clasifican los organismos vivos, los dos restantes son las bacterias y arqueas. En los eucariontes se comprenden todos los organismos cuyas células poseen un núcleo rodeado de membrana, en el que el ADN, se organiza en cromosomas. Se contemplan los protozoos, algas, hongos, mohos mucilaginosos, plantas y animales»

Lawrence (2003, p. 239; 2014, p. 219)

«Procariotas o procariontes, microorganismos unicelulares cuyas células son pequeñas y sencillas, carecen de membrana nuclear y otros orgánulos membranosos típicos de las células animales, vegetales, fúngicas, algales o de protozoos»

Lawrence (2003, p. 504; 2014, p. 460)

2) Fototróficos obligados: el principal modo de nutrición es la fototrofia, pero pueden crecer por fagotrofia y osmotrofia cuando la luz es un limitante (*'Dinobryon divergens'*, Heterokontophyta).

3) Mixotróficos facultativos: pueden crecer como fotótrofos y como heterótrofos (*'Fragilidium subglobosum'*, Dinophyta).

4) Mixotróficos obligados: el principal modo de nutrición es la fototrofia, pero la fagotrofia y/o la osmotrofia provee las sustancias esenciales para el crecimiento (las algas fotoauxotróficas son incluidas en este grupo), (*'Euglena gracilis'*, Euglenophyta).

Muchos factores contribuyen para el desarrollo óptimo de los cultivos de microalgas, algunos de éstos afectan las características del crecimiento. Los recipientes de cultivo más comúnmente usados son de materiales no tóxicos como las cajas de Petri, matraces Erlenmeyer, matraces Ferenback, carboys o garrafas, etcétera, adecuados para cultivos de laboratorio. Para cultivos a gran escala los recipientes de plástico, madera y concreto son los más recomendables, incluyendo los estanques rústicos en áreas rurales son los sistemas más económicos. En cultivos masivos la aireación es un factor muy importante para la homogenización de los nutrientes y para evitar la sedimentación de las microalgas. Las diatomeas suelen acumularse en lugares donde el agua no se mezcla, esto también depende de la forma del recipiente de cultivo que cuando no es adecuado retarda el crecimiento.

Otro factor importante es la penetración de la luz en el cultivo; en los cultivos masivos la profundidad es tan grande que la intensidad de la luz incidente no es suficiente para la fotosíntesis, hasta el fondo del tanque. En los cultivos masivos a la intemperie la penetración de la luz es más efectiva, pero se debe reducir la intensidad de la luz fuerte, cubriendo estos estanques con una malla. En cultivos a gran escala es recomendable la inyección de CO<sub>2</sub> (0.5 %) para contribuir al proceso fotosintético (Hernández-Pérez & Labbé, 2014).

**Pigmentos.** Entre los compuestos de más interés obtenidos de las microalgas, destacan los carotenoides. Se han identificado más de 600 carotenoides producidos naturalmente en plantas, animales y hongos, de los cuales 400 han sido aislados y caracterizados; de éstos sólo un número reducido se utiliza comercialmente destacando entre ellos el β-caroteno y la astaxantina y solo 50 poseen actividad provitamina A. Los carotenoides hidrocarbonados se denominan colectivamente como carotenos y aquellos que contienen oxígeno se denominan xantofilas.

La mayoría de los carotenoides se obtienen mediante síntesis química. Solo dos microalgas unicelulares clorofíceas son fuentes comerciales reconocidas de carotenoides: la microalga flagelada '*Dunaliella salina*', que acumula β-caroteno y el alga verde de agua dulce '*Haematococcus pluvialis*' que produce astaxantina. Existen además otras especies de microalgas y cianobacterias cultivadas comercialmente como son: *Chlorella*, *Spirulina*, *Dunaliella*, *Haematococcus*, *Nostoc*, *Nannochloropsis*, entre otras (Guerrero, Rodríguez, Vargas, García-González, del Campo, Moreno & Rivas, 1999; Derner, Ohse, Villela, Matos de Carvalho & Fett, 2006).

**Reproducción.** Las algas presentan dos tipos de reproducción; sexual y asexual. Algunas especies están destinadas a llevar a cabo ya sea una o la otra; sin embargo, algunas especies presentan los dos tipos de reproducción. Puede ser vegetativa por la división de una sola célula, o por fragmentación de una colonia. De manera asexual, la reproducción se da por la producción de esporas móviles. Y, sexualmente por la unión de gametos (Wehr, 2007; Lee, 2008).

Los ciclos reproductivos de las algas llegan a presentar cambios fisiológicos debido a factores internos del medio ambiente. De las formas de reproducción la más común es la asexual, en el cual se puede empezar a formar una colonia con un fragmento que se halla desprendido. Por lo general la reproducción asexual es más compleja (Merino Moya & Encomendero Yépez, 2012; García-Romeral, Pavía-Gómez, García Sanz, Chirivella-Martorell & Serrano-Aroca, 2017).

### Desarrollo del estudio

El proyecto se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de México campus Valle del Yaqui (ITVY) en el laboratorio de acuicultura del mismo, el espacio para el cultivo de microalgas cuenta con un sistema de iluminación adecuada con lámparas de luz fría de 60 watts, la temperatura se mantuvo en 24±2 °C, los cultivos de microalgas de los cuales se partió para la evaluación de los medios fueron policultivos de microalgas dulceacuícolas del Valle del Yaqui colectadas entre junio y septiembre del 2018.

Los aislamientos se realizaron por diluciones seriadas en medios de cultivo estándar (F/2) y por siembra en placa con agar bacteriológico. La caracterización se realizó por consulta bibliográfica en la base de datos "AlgaeBase-Listing the World's Algae" y artículos, a partir de las observaciones al microscopio óptico marca Optika.

El conteo celular se realizó con un hematocitómetro (cámara de Neubauer), de 0.1 mm de profundidad con dos cámaras. Posteriormente, se evaluó la capacidad de producción en laboratorio de los géneros aislados para establecer las especies susceptibles de explotación.

### Resultados

Dentro de las microalgas colectadas en la región del Valle del Yaqui, se encontraron los siguientes géneros como los más representativos en cuanto a prevalencia.

**'*Tetrademus dimorphus*' (Turpin) M. J. Wynne 2016**

Phyllum: *Chlorophyta*  
 Clase: *Chlorophyceae*  
 Orden: *Sphaeropleales*  
 Familia: *Scenedesmaceae*  
 Género: *Tetrademus*  
 Especie: *dimorphus*

**Morfología general.** El '*T. dimorphus*' es una microalga verde, en forma de frijol de aproximadamente 10 µm de tamaño. Categorizado como una bacteria pesada. Tiene un contenido de lípidos de 16-40 %, siendo una de las especies más utilizadas para la obtención de aceite en la producción de biodiesel. Uno de los problemas con esta microalga es que es muy pesada debido al grosor de sus paredes, y forma sedimentos gruesos si no se mantiene en constante agitación (Guiry & Guiry, 2020).

**'*Scenedesmus quadricauda*' (Turpin) Brébisson 1835**

Phyllum: *Chlorophyta*  
 Clase: *Chlorophyceae*  
 Orden: *Sphaeropleales*  
 Familia: *Scenedesmaceae*  
 Género: *Scenedesmus*  
 Especie: *quadricauda*

**Morfología general.** Colonias formadas de 2-4-8-16 (32) células planas paralelas a lo largo de la pared celular. Las paredes celulares son lisas y pueden presentar una o dos espinas o dientes curvos. Las células son elipsoidales, ovoides o en forma de crestas. La pared celular es suave y no posee espinas. Posee un cloroplasto parietal y usualmente tiene un pirenoide, no son móviles ni filamentosas (Guiry & Guiry, 2020).

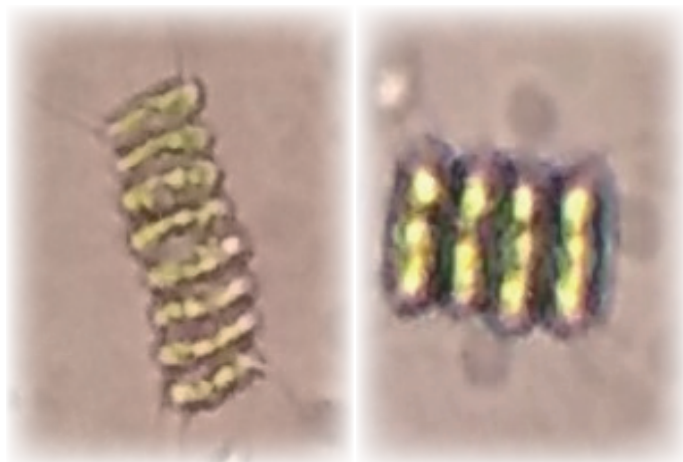
**'*Tetrademus obliquus*' (Turpin) Wynne 2016**

Phyllum: *Chlorophyta*  
 Clases: *Chlorophyceae*  
 Orden: *Sphaeropleales*  
 Familia: *Scenedesmaceae*  
 Género: *Tetrademus*  
 Especie: *obliquus*

**Morfología general.** Es una especie de alga verde del género *Scenedesmus* que se caracteriza por la codificación genética de sus mitocondrias, que traduce el TCA como un codón de parada y el TAG como leucina. (Guiry & Guiry, 2020).

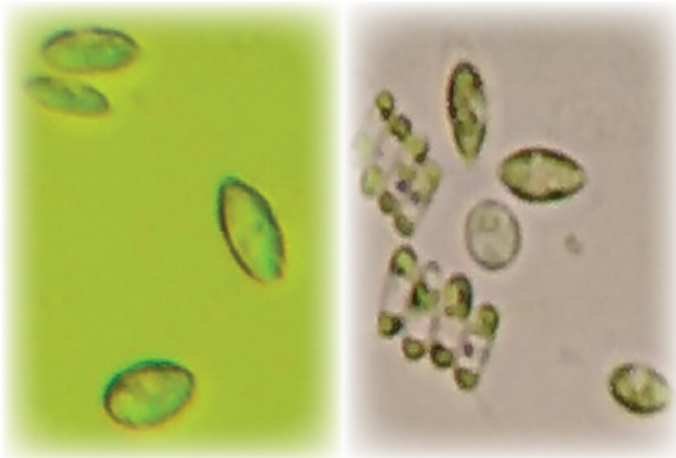


**Fotografía 1.** Fotografía microscópica de '*Tetrademus dimorphus*'.



**Fotografía 2.** Fotografía microscópica de '*Scenedesmus quadricauda*'.





Fotografía 3. Fotografía microscópica de '*Tetradesmus obliquus*'.

**'*Cosmarium* sp.'** Corda, 1834

Phylum: *Charophyta*

Clase: *Zygnematophyceae*

Orden: *Desmidiiales*

Familia: *Desmidiaceae*

Género: *Cosmarium*

**Morfología general.** Células generalmente formadas de dos mitades simétricas (hemisomas), separadas por un istmo estrecho, en medio del cual se encuentra el núcleo. Cada media célula está rodeada por una pared, frecuentemente ornamentada y perforada de poros, por los que escapa un mucus (Bold, Alexopoulos & Delevoryas, 1980; Guiry & Guiry, 2020).

**'*Desmodesmus* sp.'** (Chodat) Friedly y Hegewald, 1999

Phyllum: *Chlorophyta*

Clase: *Chlorophyceae*

Orden: *Sphaeropleales*

Familia: *Scenedesmaceae*

Género: *Desmodesmus*

**Morfología general.** Todas las especies de *Scenedesmus* que poseen espinas en las células externas e intermedias del cenobio fueron recientemente transferidas para el género *Desmodesmus* basándose en la comparación de la secuencia de DNA ribosómico ITS-2 (Bicudo & Menezes, 2006; Guiry & Guiry, 2020).

**'*Chlorococcum* sp.'** Meneghini, 1842

Phyllum: *Chlorophyta*

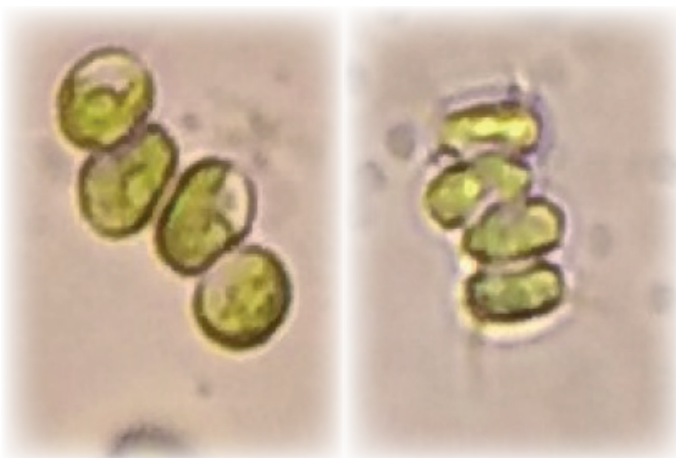
Clase: *Chlorophyceae*

Orden: *Chlamydomonadales*

Familia: *Chlorococcaceae*

Género: *Chlorococcum*

**Morfología general.** Células ovoides, elipsoidales o esféricas, aisladas o en grupos irregulares, de paredes celulares a veces gruesas, con cloroplastos parietales y uno o varios pirenoides y con reproducción por formación de zoósporas biflageladas (Guiry & Guiry, 2020).

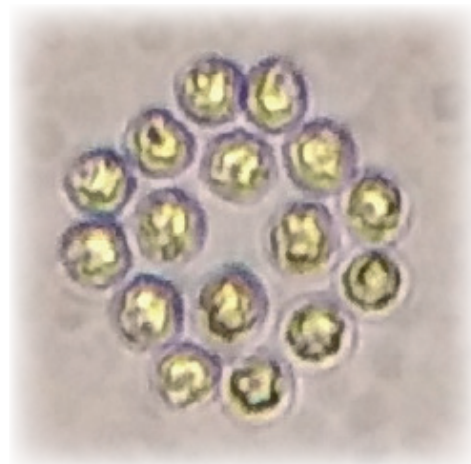


Fotografía 4. Fotografía microscópica de '*Tetradesmus* spp.'.

**'Pediastrum sp.' Meyen, 1829**

Phyllum: *Chlorophyta*  
 Clase: *Chlorophyceae*  
 Orden: *Sphaeropleales*  
 Familia: *Hydrodictyaceae*  
 Género: *Pediastrum*

**Morfología general.** Cenobios estrellados, planos, de 8-16-64 células. Las células marginales suelen presentar prolongaciones y las internas pueden estar separadas por hiatos. Las paredes pueden estar ornamentadas. Cloroplasto parietal con un pirenóide (Guiry & Guiry, 2020).



**Fotografía 5.** Fotografía microscópica de '*Chlorococcum spp.*'

**'Fragilaria sp.' Lyngbye, 1819**

Phyllum: *Bacillariophyta*  
 Clase: *Bacillariophyceae*  
 Orden: *Fragilariales*  
 Familia: *Fragilariaceae*  
 Género: *Fragilaria*

**Morfología general.** Suele ser una diatomea colonial, formando filamentos de células unidas mecánicamente por protuberancias en la cara y en el centro de sus válvulas. Las diatomeas individuales aparecen hinchadas en sus centros donde están unidas a la cinta colonial (Seckbach & Kociolek, 2011). *Fragilaria* tiene un pseudorfeño, en lugar de un verdadero surco longitudinal en sus válvulas. Las válvulas son simétricas con estrías transversales (Sime, 2004; Guiry & Guiry, 2020).



**Fotografía 6.** Fotografía microscópica de '*Cosmarium*'.

**Conclusiones**

La diversidad de microalgas en la región del Valle del Yaqui es amplia; sin embargo, no todas las especies reportadas fueron capaces de lograr escalamientos a nivel laboratorio. Actualmente se continúa con el desarrollo de nuevas estrategias de aislamiento y medios de cultivo selectivos para lograr escalar la mayoría de los géneros reportados, así mismo establecer las aplicaciones que están pudiesen presentar, únicamente el género *Scenedemus* fue posible escalar hasta volúmenes de 5 litros en laboratorio.



**Fotografía 7.** Fotografía microscópica de '*Pediastrum*'.

## Referencias

- Arrieta Bolaños, E.R.** (2008). Aplicaciones biotecnológicas de las microalgas. *Revista del Colegio de Microbiólogos y Químicos de Costa Rica*, 14(1): 08-13, enero-marzo. Recuperado de «[https://www.researchgate.net/publication/266730483\\_Aplicaciones\\_biotecnologicas\\_de\\_las\\_microalgas\\_Biotechnologic\\_uses\\_of\\_microalgae](https://www.researchgate.net/publication/266730483_Aplicaciones_biotecnologicas_de_las_microalgas_Biotechnologic_uses_of_microalgae)»
- Bicudo, C.E. & Menezes, M.** (2006) *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições*. Brazil: Editora Rima. Recuperado de «[https://www.researchgate.net/publication/272563598\\_Generos\\_de\\_Algas\\_de\\_Aguas\\_Continentais\\_do\\_Brasil\\_chave\\_para\\_identificacao\\_e\\_descricoes](https://www.researchgate.net/publication/272563598_Generos_de_Algas_de_Aguas_Continentais_do_Brasil_chave_para_identificacao_e_descricoes)»
- Bold, H.C.; Alexopoulos, C.J. & Delevoryas, T.** (1980). *Morphology of plants and fungi*, (5<sup>th</sup> ed.; p. 912). New York; USA: Harper and Row. Recovered from «<https://www.abebooks.com/MORPHOLOGY-PLANTS-FUNGI-Bold-Harold-Constantine/1238270104/bd>»
- Borowitzka, M.A. & Borowitzka, L.J.** (1988). *Micro-algal biotechnology*, (p. 488). Cambridge University Press.
- Contreras-Flores, C.; Peña-Castro, J.M.; Flores-Cotera, L.B. & Cañizares-Villanueva, R.O.** (2003). Avances en el diseño conceptual de fotobiorreactores para el cultivo de microalgas. *Interciencia*, 28(8): 450-456. Recuperado de «<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33908304>»
- Derner, R.B.; Ohse, S.; Villela, M.; Matos de Carvalho, S. & Fett, R.** (2006). Microalgas, produtos e aplicações. *Ciência Rural*, 36(6): 1959-1967. DOI «<https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000600050>»
- García-Galaz, A.; Gutiérrez-Millán, L.E.; Acedo-Félix, E.; Burgos-Hernández, A.; López-Torres, M.; Valdés-Covarrubias, M. & Burboa-Zazueta, M.G.** (2013). Las algas y otros organismos marinos como fuente de moléculas bioactivas. *Biociencia*, 15(1): 25-32. DOI «<https://doi.org/10.18633/bt.v15i1.132>»
- García-Romeral, J.; Pavía-Gómez, M.; García Sanz, T.; Chirivella-Martorell, J. & Serrano-Aroca, Á.** (2017). Principios de biotecnología y bioingeniería en el cultivo de microalgas: importancia, problemas tecnológicos, tipos y sistemas de cultivos, crecimiento, factores limitantes, selección, aislamiento, escalado y caracterización bioquímica. *Nereis*, (9): 115-130. Recuperado de «<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6041049.pdf>»
- Garduño-Solórzano, G.; Rodríguez-Palacio, M.C.; Martínez-García, M.; Quintanar-Zúñiga, R.E.; Lozano-Ramírez, C.; Campos-Contreras, J.E. & Monsalvo-Reyes, A.C.** (2011). Cultivos de microalgas del Lago de Catemaco, Veracruz. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal*, 2(2): 67-80. Recuperado de «[https://www.researchgate.net/publication/335727952\\_Articulo\\_original\\_de\\_investigacion\\_Cultivos\\_de\\_microalgas\\_del\\_Lago\\_de\\_Catemaco\\_Veracruz\\_Microalgae\\_cultures\\_from\\_Catemaco\\_Lake\\_Veracruz\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/335727952_Articulo_original_de_investigacion_Cultivos_de_microalgas_del_Lago_de_Catemaco_Veracruz_Microalgae_cultures_from_Catemaco_Lake_Veracruz_Mexico)»
- Guamán Bumeo, M.C. & González Romero, N.P.** (2016). *Catálogo de microalgas y cianobacterias de agua dulce del Ecuador*, (p. 143). Quito, Ecuador: Corporación para la Investigación Energética, Laboratorio de Biotecnología Energética. Recuperado de «<http://energia.org.ec/cie/wp-content/uploads/2017/09/Catlogo-de-Microalgas-y-Cianobacterias-del-Ecuador.pdf>»
- Guerrero, M.G.; Rodríguez, H.; Vargas, M.A.; García-González, M.; del Campo, J.A.; Moreno, J. & Rivas, J.** (1999). Las microalgas como productoras de pigmentos con interés comercial. *Biotecnología y Aplicaciones de Microorganismos Pigmentados*, 215-232. Recuperado de «<https://core.ac.uk/download/pdf/61907495.pdf>»
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M.** (2020). *AlgaeBase - Listing the World's Algae* [Web]. National University of Ireland, Galway. «<https://www.algaebase.org>»
- Hernández-Pérez, A. & Labbé, J.I.** (2014). Microalgas, cultivo y beneficios. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(2): 157-173. DOI «<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572014000200001>»
- Hoff, F.H. & Snell, T.W.** (2001). *Plankton culture manual*, (5<sup>th</sup> ed.; p. 160). Dade City, Fla.; USA: Florida AquaFarms Inc.
- Lawrence, E.** (Comp.). (2014). *Diccionario de Biología*, (Trad. Henderson's Dictionary of Biology; p. 622). México: Editorial Trillas. ISBN 978-607-17-2057-3
- Lawrence, E.** (Edit.). (2003). *Diccionario Akal de Términos Biológicos*, (12<sup>va</sup> 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.
- Lee, R.E.** (2008). Glossary. In: *Phycology* (pp. 521-533). Cambridge: Cambridge University Press. DOI «[10.1017/CBO9780511812897.029](https://doi.org/10.1017/CBO9780511812897.029)»
- López-Elías, J.A.; Voltolina, D.; Nieves-Soto, M. & Figueroa-Ortiz, L.** (2004). Producción y composición de microalgas en laboratorios comerciales del noroeste de México. En: Cruz Suárez, L.E.; Ricque Marie, D.; Nieto López, M.G.; Villarreal, D.; Scholz, U. & González, M.; *Avances en nutrición acuícola VII* (Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, 16-19 noviembre, 2004). Hermosillo, Sonora; México: UANL. Recuperado de «[https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion\\_acuicola/VII/archivos/33AntonioLopezElias.pdf](https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/VII/archivos/33AntonioLopezElias.pdf)»
- Merino Moya, J.F. & Encomendero Yépez, E.L.** (2012). Producción de microalgas usando subproductos mariculturales. *Pueblo Continente*, 23(2): 399-404. Recuperado de «<http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/viewFile/14/14>»
- Novelo, E. & Tavera, R.** (2011). Un panorama gráfico de las algas de agua dulce de México. *Hidrobiológica*, 21(3): 333-341. Recuperado de «<http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v21n3/v21n3a10.pdf>»

**Perumal, P.; Balaji Prasath, B.; Santhanam, P.; Ananth, S.; Shenbaga Devi, A. & Dinesh Kumar, S.** (2012). Isolation and culture of microalgae. In: Santhanam, P. (ed.); *Workshop on Advances in Aquaculture Technology*, (pp. 166-181). Recovered from «[https://www.researchgate.net/profile/Dr\\_S\\_Dinesh\\_Kumar2/publication/220049482\\_Isolation\\_and\\_Culture\\_of\\_Microalgae/links/0922b4f522030051a8000000/Isolation-and-Culture-of-Microalgae.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Dr_S_Dinesh_Kumar2/publication/220049482_Isolation_and_Culture_of_Microalgae/links/0922b4f522030051a8000000/Isolation-and-Culture-of-Microalgae.pdf)»

**Prathima Devi, M.; Venkata Subhash, G. & Venkata Mohan, S.** (2012) Heterotrophic cultivation of mixed microalgae for lipid accumulation and wastewater treatment during sequential growth and starvation phases: effect of nutrient supplementation. *Renewable Energy*, 43: 276-283. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.11.021>»

**Seckbach, J. & Kocielek, P. (Eds.)**. (2011). *The Diatom World*, (Vol. 19; p. 534). Netherlands: Springer. DOI «10.1007/978-94-007-1327-7»; «<https://www.springer.com/gp/book/9789400713260>»

**Sime, I.** (2004). Book review: The freshwater algal flora of the British Isles: An identification guide to freshwater and terrestrial algae, edited by David M. John, Brian A. Whitton and Alan J. Brook (Cambridge University Press, Cambridge, 2002, 702pp. ISBN 0-521-77051-3). *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*, 14(1): 105. DOI «<https://doi.org/10.1002/aqc.579>»

**Villa Carvajal, M.; Solbas, A. & García-Reverter, J.** (2010). Nuevos alimentos funcionales a partir de microalgas. *Alimentación, equipos y tecnología*, 29(252): 53-58.

**Wehr, J.D.** (2007). Book review: Algae, anatomy, biochemistry, and biotechnology by Barsanti, L. & Gualtieri, P. *Journal of Phycology*, (43): 412-414. DOI «<https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2007.00335.x>»





**RESGUARDO, PROTECCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE ESPECIES ENDÉMICAS EN LAS INSTALACIONES DE LA DACBioI:  
UMA DE PSITÁCIDOS.**

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).  
Villahermosa, Tabasco; México.

*Fotografía: Rafael Sánchez Gutiérrez (Coordinación de Difusión Cultural y Extensión de la DACBioI).*

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

DACBIol



**FACHADA PRINCIPAL DE LAS OFICINAS ADMINISTRATIVAS E INGRESO PRINCIPAL AL «CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS (CICEA)»**

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).  
Villahermosa, Tabasco; México.

*Fotografía: Rafael Sánchez Gutiérrez.*



**KUXULKAB<sup>1</sup>**

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.

