RedFAN
Red Temática sobre Florecimientos Algales Nocivos

CONACYT

No.8

BOLETÍN INFORMATIVO

JUNIO 2019

1 Inmunoensayo enzimático tipo ELISA para la cuantificación de la cianotoxina anatoxina-a

7 Propiedades bio-ópticas de un florecimiento del dinoflagelado *Lingulodinium polyedrum* en la Bahía de Todos Santos (Ensenada, BC)

10 *Distribución de Clorofila a, nutrientes, temperatura y salinidad en la zona costera del estado de Campeche, México*

12 El día que Gabriel García Márquez estuvo a punto de morir

14 Un verano científico

15 V Congreso de la SOMEFAN 2019 en Puerto Vallarta, Jalisco

17 19th ICHA October 11-16, 2020. La Paz, B.C.S. Mexico

19 Catálogo de microalgas marinas en Veracruz

RedFAN
Red Temática sobre Florecimientos Algales Nocivos
CONACYT
No. 8 BOLETÍN INFORMATIVO JUNIO 2019

Inmunoensayo enzimático tipo ELISA
para la cuantificación de la cianotoxina anatoxina-a

J.P. Aldaba-Ramosa, C. Espinosa-De la Rosa[a], G. Quiñones-Reyesa, J.V. Mercader[b], C. Agullóc, A. Abad-Somovilla[c] y A. Abad-Fuentes[b]

[a] U. Académica de Ciencias Químicas-UAZ. Campus UAZ-Siglo XXI, ejido La Escondida km 7, Zac., México.
[b] Dpto. de Biotecnología IATA-CSIC. Avda. Agustín Escardino 7, 46980-Paterna, Valencia, España.
[c] Dpto. de Química Orgánica. Dr. Moliner 50, 46100-Burjassot, Valencia, España.

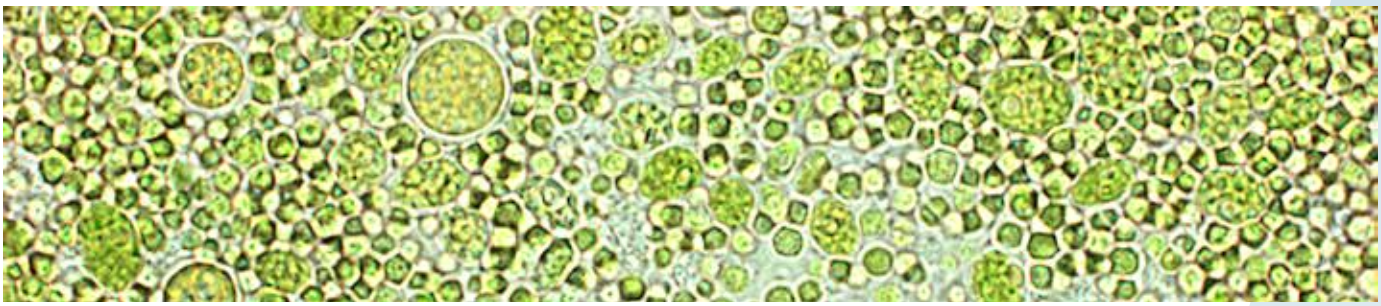


Foto: Andrea García Casillas

Introducción

Las biotoxinas son agentes químicos no infecciosos de origen biológico que pueden ser producidas por todo tipo de organismos, desde microorganismos como bacterias, hongos y algas, hasta animales y/o plantas superiores. Estas sustancias pueden ser nocivas a dosis muy bajas, y algunas de ellas incluso extremadamente tóxicas[1]. Un grupo especialmente importante de biotoxinas son las cianotoxinas, las cuales son producidas por cianobacterias.

Las cianobacterias son organismos procariotas fotosintéticos que originalmente fueron clasificados como algas debido a que contienen pigmentos fotosintéticos (clorofila *a* y pigmentos accesorios como ficocianinas, aloficocianinas y ficoeritrinas); son muy versátiles, con capacidad para desarrollarse en ambientes tanto terrestres como acuáticos y en condiciones extremas de temperatura y salinidad

En condiciones normales forman parte del fitoplancton estacional típico en ríos, lagos y embalses. Sin embargo, cuando se presentan condiciones eutrofizantes, es decir, un enriquecimiento de las aguas superficiales en sustancias nutritivas como nitrógeno y fósforo, provenientes principalmente de desechos de fertilizantes y descargas de aguas residuales, junto con temperaturas elevadas, se rompe el equilibrio poblacional y se produce un incremento masivo de la población de cianobacterias, pasando a ser la población dominante y generando problemas tanto ambientales como de salud. Estos fenómenos, conocidos en la literatura científica como florecimientos o blooms, en terminología anglosajona, se consideran actualmente más frecuentes e intensos que antaño debido a la actividad humana y al calentamiento global[2].

Existen diferentes tipos de cianotoxinas que difieren entre sí, tanto por su naturaleza química como por su acción tóxica (Figura 1). Por su modo de acción se agrupan dentro de tres clases principales: neurotoxinas (anatoxina-a, anatoxina-a(s), saxitoxina), hepatotoxinas (microcistinas, cilindrospermopsinas y nodularinas) y dermatotoxinas (lingbyatoxina A, aplisiatoxinas y lipopolisacáridos)[3].

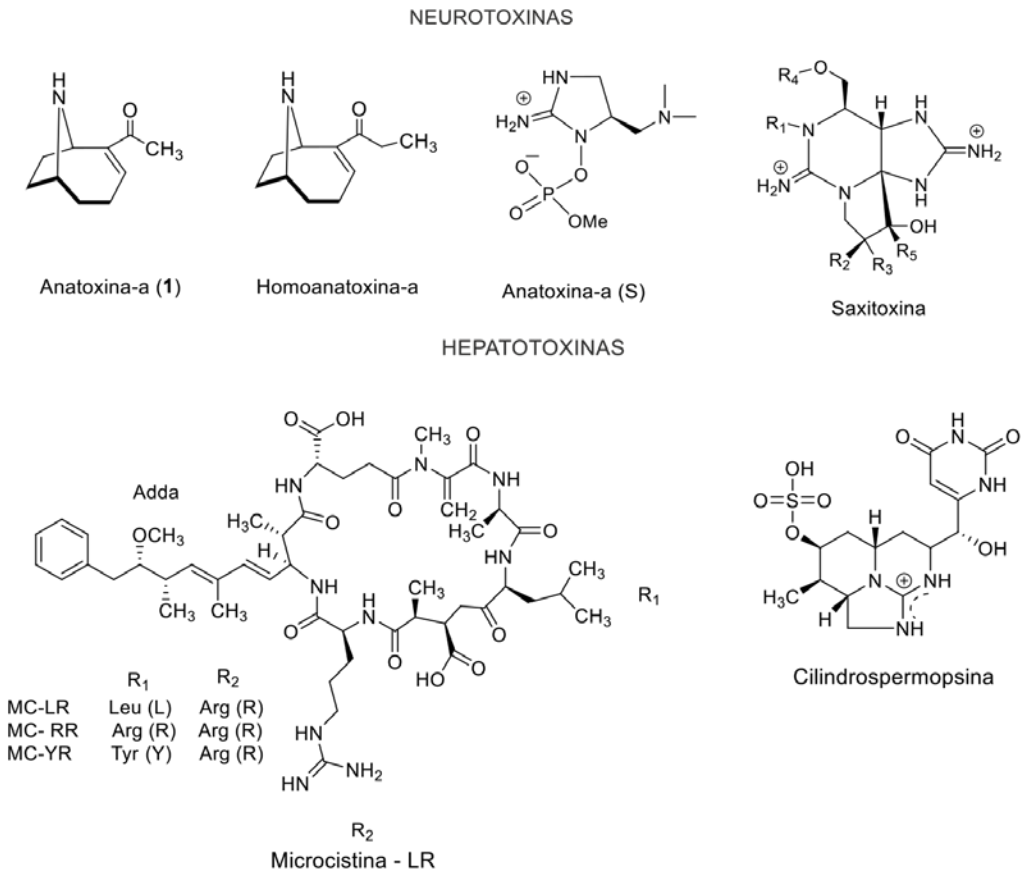


Figura 1. Estructura química de las principales cianotoxinas

Del grupo de neurotoxinas, la anatoxina-a (1), una amina bicíclica, es considerada una de las cianotoxinas más potentes de las que se pueden encontrar en agua dulce[4]. La elevada potencia de anatoxina-a como neurotoxina (LD50 intraperitoneal en ratones: 250 µg/kg) se debe a que es un antagonista de la acetilcolina que se une de forma irreversible al receptor nicotínico de acetilcolina a nivel neuromuscular, lo que bloquea el canal de sodio e impide la repolarización de la membrana, causando sobreestimulación muscular que provoca convulsiones, parálisis y finalmente la muerte por paro cardiorrespiratorio (Figura 2)[5].

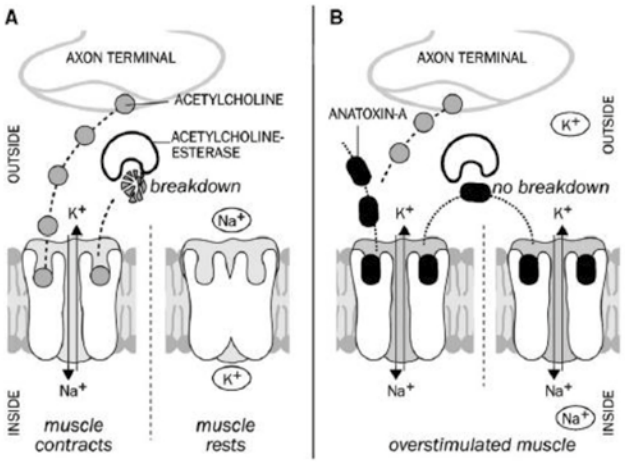


Figura 2. Modo de acción de la anatoxina-a (tomada de Osswald et al., 2007) (5).

Las estrategias analíticas para la identificación y cuantificación de las cianotoxinas, son muy diversas y se han mejorado notablemente al incorporarse elementos tecnológicos más sensibles. La técnica de HPLC-MS/MS es sin duda el procedimiento más sensible y más ampliamente aceptado, y el utilizado por la USEPA como método oficial[6]. Existe, no obstante, un amplio consenso sobre la necesidad de disponer de métodos analíticos rápidos y fiables que permitan gestionar eficientemente las crisis que se producen, evitando daños sobre los ecosistemas y la salud humana. En este sentido, los métodos biológicos o bioquímicos basados en el reconocimiento molecular, como los inmunoensayos enzimáticos en soporte sólido tipo ELISA (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay) se postulan como métodos analíticos potentes que facilitarían la toma de decisiones en situaciones de prevención y contingencia sanitaria.

El objetivo del presente estudio fue la síntesis de derivados funcionalizados de la anatoxina-a (haptenos) y sus respectivos bioconjugados proteicos, para la generación de anticuerpos, elementos clave para el desarrollo de un sistema bioanalítico como son los ensayos ELISA

Materiales y Métodos

A través de síntesis química se obtuvo un lote de tres haptenos o análogos estructurales funcionalizados de anatoxina-a, manteniendo en todos ellos su estructura bicíclica característica (Figura 3). Luego, tras la activación del carboxilato correspondiente a través de la formación de un éster activo de N-hidroxisuccimidilo, con el uso de la carbodiimida EDC·HCl y NHS, se conjugaron estos haptenos en pH básico con diversas proteínas como: seroalbúmina bovina (BSA), ovoalbúmina (OVA) y peroxidasa de rábano picante (HRP), aprovechando en todo caso los residuos de L-lisina químicamente accesibles en cada una de ellas.

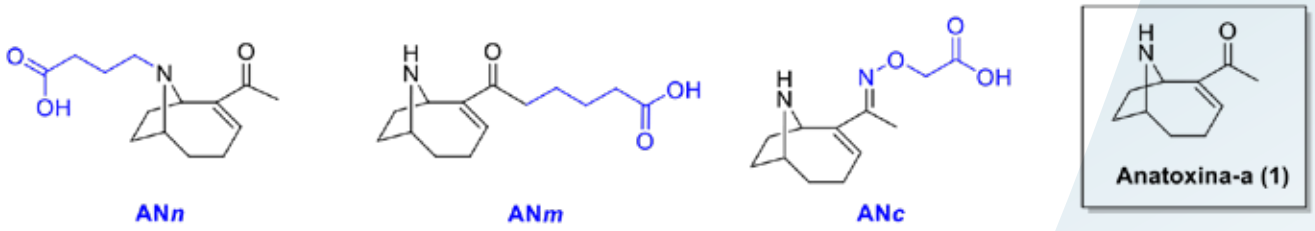


Figura 3. Haptenos sintetizados para anatoxina-a.

Para la obtención de anticuerpos monoclonales se inmunizaron un lote de cuatro ratones hembra BALB/c por cada bioconjugado inmunogénico de BSA. Luego, aplicando tecnología de generación de hibridomas, se generaron y estabilizaron líneas celulares productoras de anticuerpos sensibles a anatoxina-a. Posteriormente se seleccionaron aquellas líneas celulares analíticamente interesantes y se clonaron por el método de dilución a límite. Los anticuerpos fueron caracterizados empleando ensayos ELISA competitivos, tanto en formato directo como indirecto.

Resultados y Discusión

Preparación de los haptenos

El diseño de los haptenos y la posición de acoplamiento del mismo a la proteína son etapas críticas en el desarrollo de un inmunoensayo. Los haptenos deben semejarse lo máximo posible a la anatoxina-a en su forma natural, de manera que se conserven tanto las características estructurales como electrónicas de la molécula.

Al tratarse de una biotoxina, se recurrió a la síntesis total para la preparación de los tres análogos estructurales de la cianotoxina, a modo que se encontraran químicamente funcionalizados para acceder al acoplamiento covalente con la proteína correspondiente. Para ello se partió en todos los casos del producto comercial 9 oxabiciclo non 4 eno, el cual tras su apertura, permitió generar el sistema azabicíclico base[7] para la preparación de anatoxina-a y todos sus derivados. Los haptenos ANm y Anc se prepararon en forma de éster activo de N-hidroxisuccinimidilo para facilitar su conjugación (Figura 4).

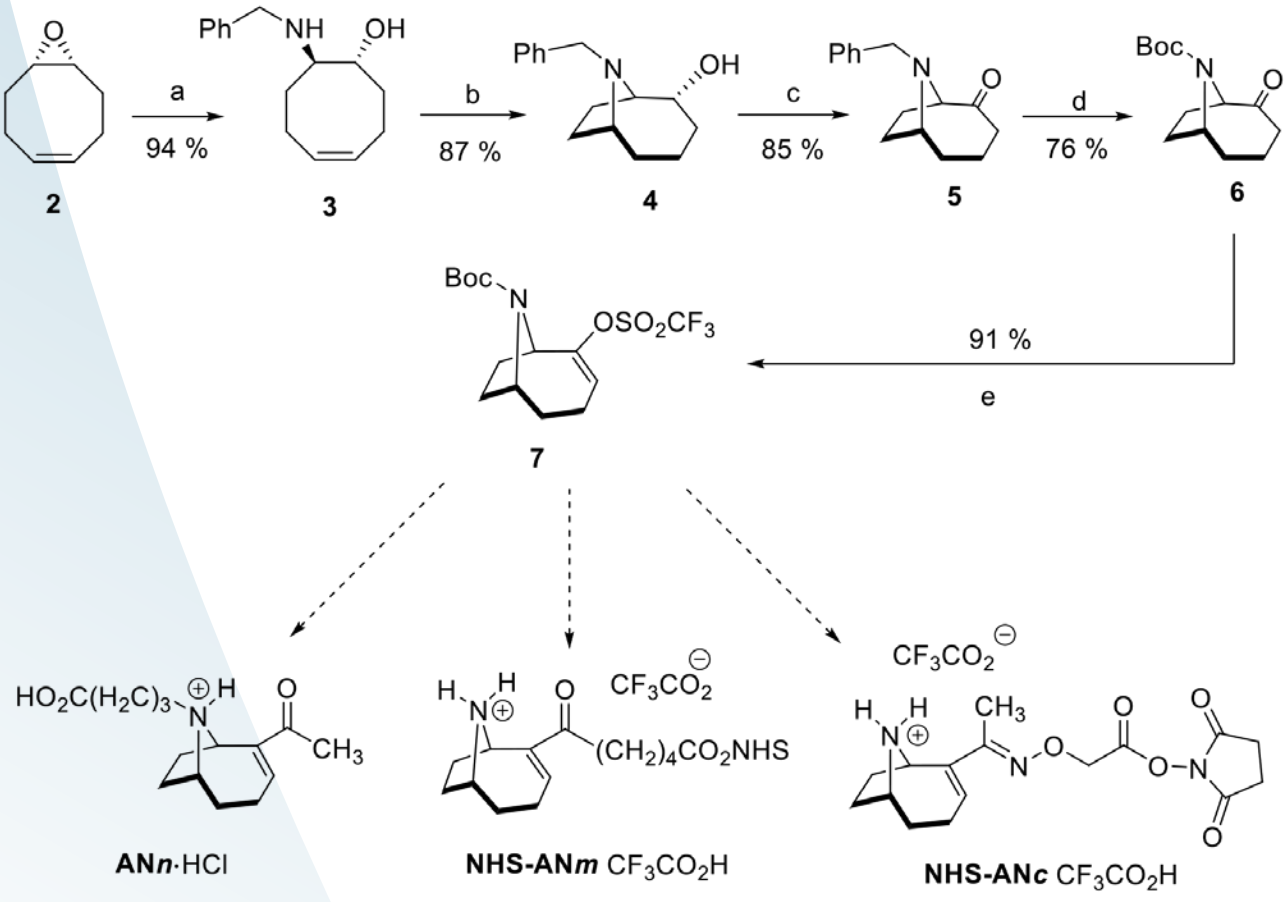


Figura 4. Esquema sintético para la obtención de los haptenos de (±)-Anatoxina-a.

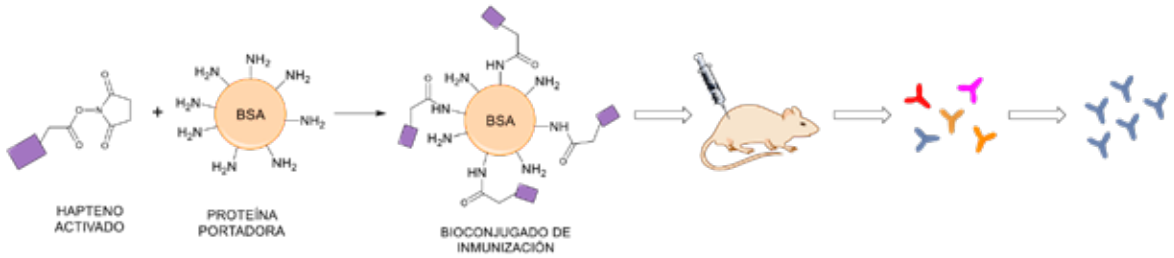


Figura 5. Inmunización y obtención de anticuerpos monoclonales.

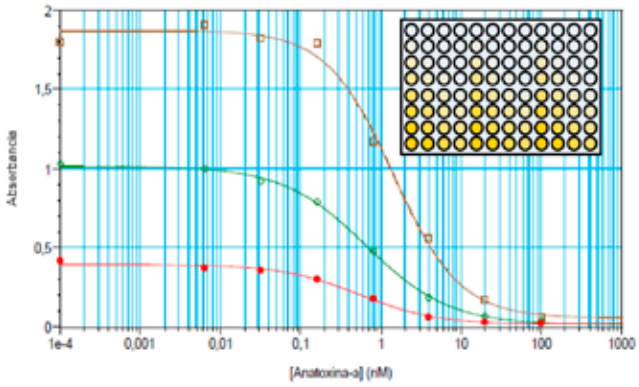
Preparación de los inmunorreactivos

Una vez obtenidos los correspondientes haptenos, se conjugaron a las proteínas BSA, OVA y a la enzima HRP. Para ello se usaron los grupos amino de los restos de L-lisina de cada una de estas proteínas. Las cargas hapténicas en cada bioconjugado se calcularon por espectrometría de masas MALDI-TOF.

Los conjugados BSA-hapteno fueron los empleados para la inmunización de ratones (Figura 5). Mediante el uso de la tecnología de hibridomas[7] se consiguió aislar una línea celular productora de los anticuerpos que reconocen de forma específica a la anatoxina a.

Ensayos ELISA

Una vez obtenidos los anticuerpos monoclonales, se caracterizaron mediante los dos formatos más comunes de ELISA competitivo[8]: directo (anticuerpo inmovilizado) e indirecto (conjugado inmovilizado) (Figura 6).



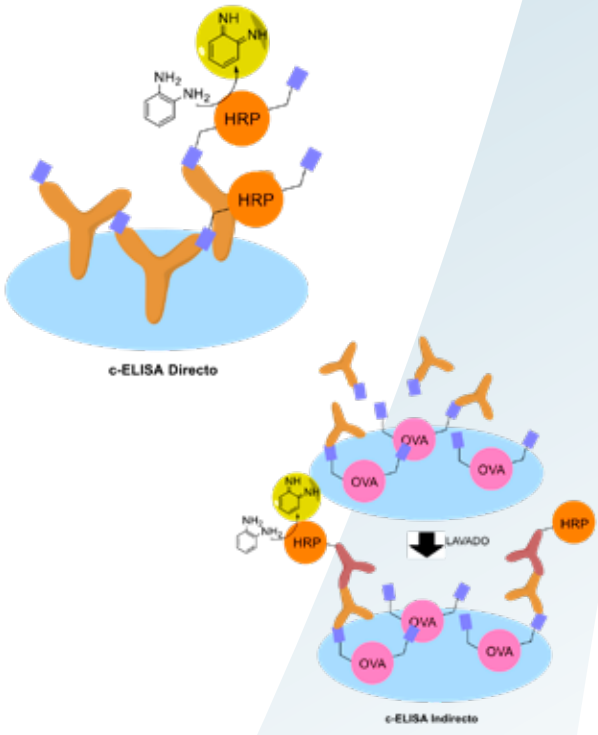


Figura 6. Inmunoensayo enzimático tipo ELISA de anatoxina-a.

Conclusiones

Se realizó la síntesis total de tres haptenos de anatoxina-a que se han conjugado a BSA, OVA y HRP. Estos conjugados se han empleado como inmunógenos (BSA), como antígenos de tapizado en el formato ELISA indirecto (OVA) y como trazador enzimático en el formato de ELISA directo (HRP).

Se han generado anticuerpos monoclonales que han permitido la solicitud de una patente (P201531661) y el desarrollo de un ensayo ELISA (9) que ha culminado en un kit comercial (ABRAXIS, Ref. PN 520060) que permite detectar y cuantificar esta biotoxina con un límite de detección de 0.15 ppb (Figura 7) (10).

Figura 7. Kit comercial de un inmunoensayo ELISA para la cianotoxina, anatoxina-a.

Referencias bibliográficas

1. Pita, R., Anadón, A., Martínez-Larrañaga, M. R. Neurotoxinas con actividad anticolinesterásica y su posible uso como agentes de guerra. Med. Clin. (Barc) 2003, 121, 511-517.
2. Lucena, E. Aspectos sanitarios de las cianotoxinas. Hig. Sanid. Ambient. 2008, 8, 291-302.
3. Kaushik, R. and Balasubramanian, R. Methods and Approaches Used for Detection of Cyanotoxins in Environmental Samples: A Review. Crit. Rev. Env. Sci. Technol. 2013, 43, 1349-1383.
4. Kotak, B. G. and Zurawell, R. W. Cyanobacterial toxins in Canadian freshwaters: A review. Lake and Reservoir Management 2007, 23, 109-122.
5. Osswald, J., Rellán, S., Gago, A., Vasconcelos V. Toxicology and detection methods of the alkaloid neurotoxin produced by cyanobacteria, anatoxin-a. Environ. Int. 2007, 33, 1070 1089.
6. EPA Method 545 – Determination of Cylindrospermopsin and Anatoxin-a in Drinking Water by Liquid Chromatography Electrospray Ionization Tandem Mass Spectrometry (LC/ESIMS/MS); August 2013.
7. Köhler, G., Milstein, C. Continuous Cultures of Fuse Cells Secreting Antibody of Predefined Specificity. Nature 1975, 256, 495-497.
8. Mercader, J. V., Abad-Fuentes, A. Monoclonal Antibody Generation and Direct Competitive Enzyme-Linked Immunosorbent Assay Evaluation for the Analysis of the Fungicide Fenhexamid in Must and Wine. J. Agric. Food Chem. 2009, 57, 5129-5135.
9. A. Abad-Fuentes, J. V. Mercader, A. Abad-Somovilla, C. Agulló, G. Quiñones. Patente Nº P201531661 (17-11-2015).
10. ABRAXIS. Recuperado el 20 de junio de 2019 de: http://www.abraxiskits.com/products/algal-toxins/

RedFAN
Red Temática sobre Florecimientos Algales Nocivos
CONACYT
No. 8 BOLETÍN INFORMATIVO JUNIO 2019

Propiedades bio-ópticas de un florecimiento del dinoflagelado *Lingulodinium polyedrum*

en la Bahía de Todos Santos (Ensenada, BC)

A. González-Silvera, L. Ramírez-Altamirano, E. Santamaría-del-Ángel
Universidad Autónoma de Baja California
Facultad de Ciencias Marinas

Entre los meses de mayo y junio del 2017 se desarrolló un florecimiento algal en la Bahía de Todos Santos (Ensenada, BC), dominado por el dinoflagelado *Lingulodinium polyedrum*, conocido productor de mareas rojas y de potencial tóxico. El desarrollo de florecimientos de esta especie en la bahía es bastante común en esta época del año, y el día 2 de junio se realizó un muestreo en diferentes puntos, lo que permitió evaluar algunas de sus características.

Figura 2. Fotografía tomada en la estación B6 con mayor abundancia de *Lingulodinium polyedrum*.

En la estación B6 (Figura 1), localizada frente al Puerto de Ensenada, la abundancia de este organismo, de 145,300 cel L^{-1} y una concentración de clorofila-a de 11.3 mg m^{-3}, provocó que el agua presentara un intenso color rojizo (Figuras 2 y 3). A pesar de que *L. polyedrum* fue la especie más abundante en todas las estaciones de muestreo, el cambio en el color del mar solo se observó en esta estación.

La quimiotaxonomía es una herramienta mediante la cual se puede estimar la abundancia de diferentes grupos del fitoplancton a partir de sus pigmentos característicos. Esta se basa en la medición de los pig-

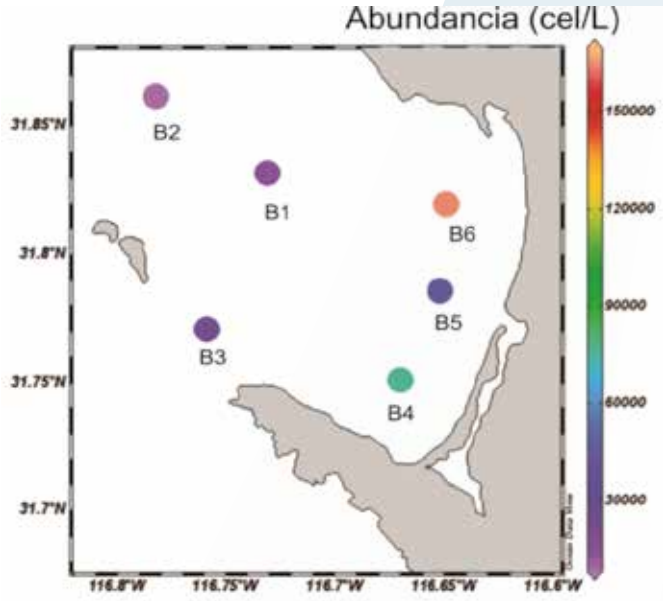


Figura 1. Abundancia de *Lingulodinium polyedrum* en las estaciones de monitoreo.

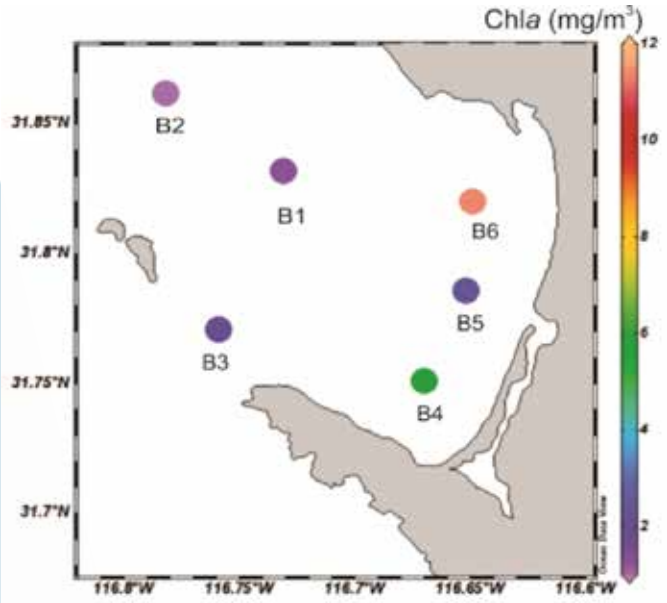


Figura 3. Concentración de clorofila-*a* en las estaciones de monitoreo.

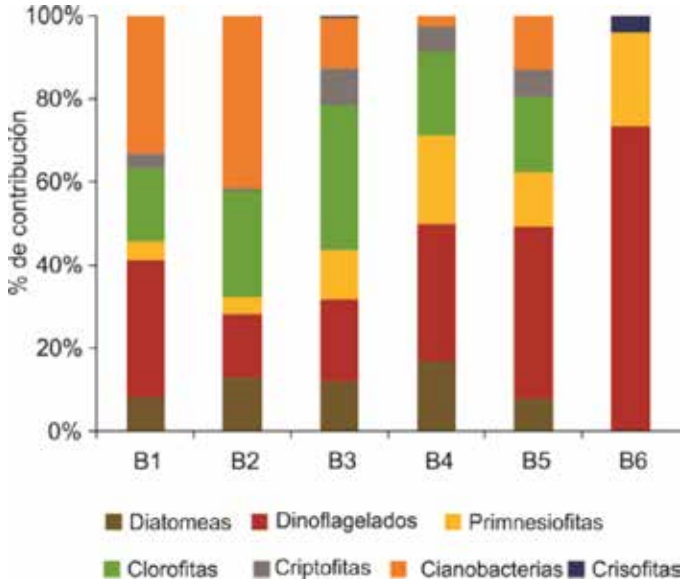


Figura 4. Abundancia de los grupos del fitoplancton determinada por quimiotaxonomía.

mentos por cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) y la aplicación del programa CHEMTAX. La ventaja de esta aproximación es que permite evaluar la abundancia de grupos del fitoplancton que no son visibles al microscopio. En este trabajo se observó que, por ejemplo, en la estación B6 el grupo de las primnesiofitas contribuía alrededor del 20% a la comunidad fitoplanctónica (Figura 4), aunque no fue posible observarlas al microscopio. Asimismo, se observa un aumento importante de la contribución de las cianobacterias en las estaciones más alejadas de la costa, indicación de condiciones más pobres en nutrientes.

La medición de la capacidad de absorción de luz a diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético por el material particulado (como el fitoplancton y detrito) y disuelto (como la materia orgánica disuelta coloreada o CDOM), ha sido considerada de gran importancia en el monitoreo de florecimientos algales nocivos (FAN). Esto ha estimulado el desarrollo de modelos para la medición de estas variables mediante sensores remotos (como MODIS, VIIRS y otros). Pero la efectividad de estas mediciones debe ser respaldada por datos de campo que permitan realizar ajustes regionales a los modelos globales. En este trabajo se midieron los espectros de absorción por estos materiales en las estaciones de monitoreo (Figura 5).

Se puede observar cómo la estación B6 se destaca en comparación a las demás (eje derecho en la figura), y esta señal no solo es visible en el espectro de absorción del fitoplancton (aph) como también se refleja en una mayor cantidad de detrito (ad) en comparación a las demás (aquí mostramos la estación B2 para comparar). La CDOM absorbe mayor cantidad de luz en la región del ultravioleta del espectro electromagnético (250 a 400 nm). En este caso, se observa que el espectro de la estación B6 presenta un patrón diferente a las demás estaciones, con un pico alrededor de los 300 nm. Esto se ha relacionado a la acumulación de aminoácidos tipo micosporina (MAA), los cuales tienen un papel fotoprotector ante la radiación UV (entre otros), proceso que aún necesita ser mejor evaluado en nuestra región pero cuya señal es potencialmente importante en el monitoreo de los florecimientos.

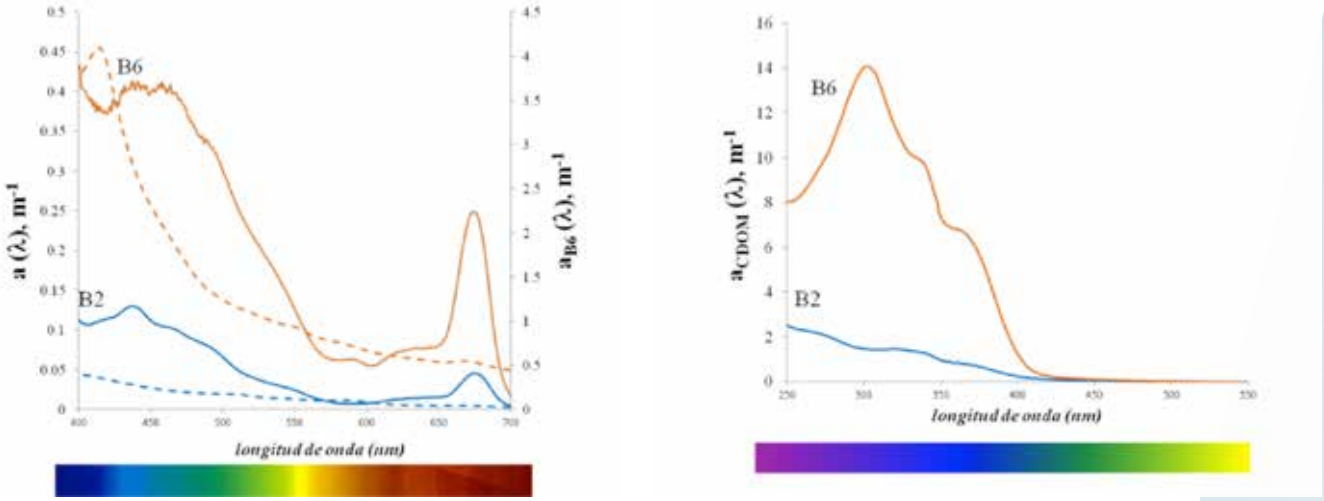


Figura 5. Espectros de absorción de luz por el fitoplancton (línea continua) y el detrito (línea punteada) (panel superior), y del CDOM (panel inferior), para la estación afectada por el florecimiento (B6) y la estación más oceánica (B2).

El monitoreo de las propiedades ópticas de florecimientos algales en la bahía sigue en proceso, con el objetivo de generar una base de datos robusta que permita ajustar los modelos ópticos utilizados para la percepción remota de estos florecimientos y como potencial insumo para la prevención de los riesgos asociados a este tipo de eventos.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Autónoma de Baja California por el apoyo brindado para el desarrollo del proyecto "Regionalización dinámica de la Bahía de Todos Santos mediante imágenes del color del océano" apoyado dentro de la 18va Convocatoria Interna a Proyectos de Investigación.

RedFAN
Red Temática sobre Florecimientos Algales Nocivos
CONACYT
No. 8 BOLETÍN INFORMATIVO JUNIO 2019

Distribución de Clorofila *a*, nutrientes, temperatura y salinidad

en la zona costera del estado de Campeche, México

J. A. Pérez Canché[1], J. Rendón Von Osten[1], J. A. Kurczyn Robledo[2]

[1] Instituto EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche. Av. Héroe de Nacozari 480, UAC Campus 6 Investigaciones. C.P. 24029. San Francisco de Campeche, Campeche, México.
[2] Cátedras Conacyt-Instituto EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche. Av. Héroe de Nacozari 480, UAC Campus 6 Investigaciones. C.P. 24029. San Francisco de Campeche, Campeche, México.

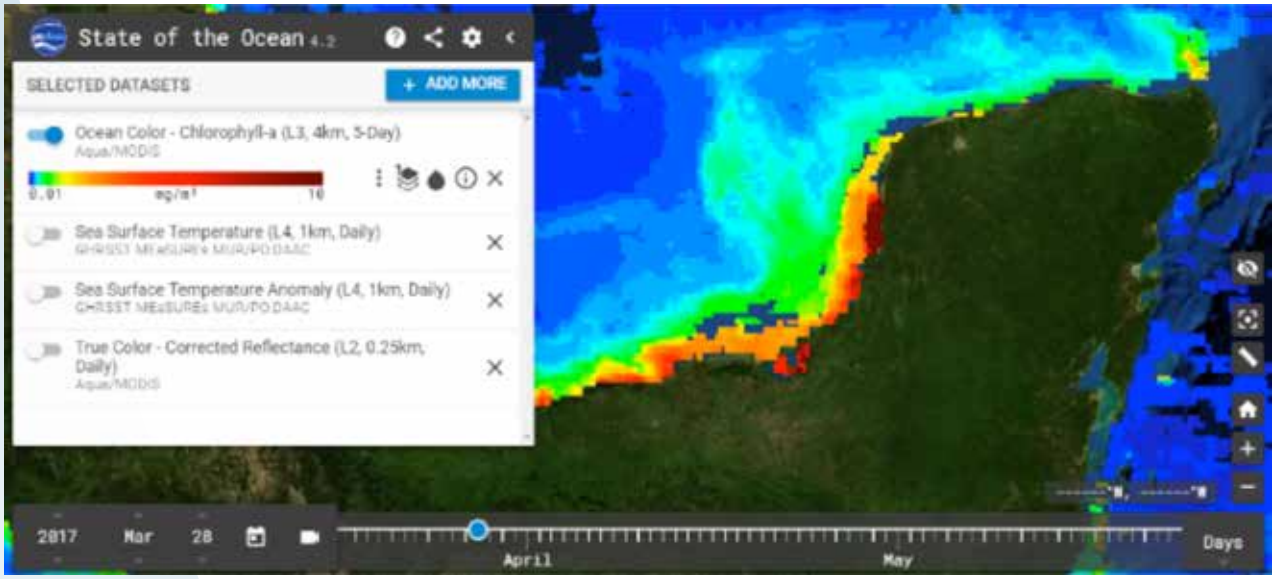


Figura 1. Imagen satelital de la concentración de la de clorofila "a" para el 18 de marzo del 2018, MODIS-AQUA. Recuperado de: (https://podaac-tools.jpl.nasa.gov/soto).

Entre los factores asociados a la formación de florecimientos algales nocivos se encuentran las altas temperaturas, así como la disponibilidad de nutrientes como fósforo (P), nitrógeno (N_2) y amonio (NH_4) que sirven de alimento para diversas microalgas.

La zona costera del estado de Campeche es un área donde la productividad primaria es alta y notoria en ciertas costas, en comparación con otros lugares del Golfo de México (Khromov, 1965; Licea-Durán et al., 1982), sin embargo, no existen estudios donde se analice la distribución y concentración espacial de clorofila *a* ni de nutrientes en dicha región. Ante ello, el presente trabajo pretende, mediante el análisis de muestras *in situ*, determinar la distribución de dichos compuestos a lo largo de toda la zona costera del estado de Campeche durante el periodo de octubre 2017 hasta julio 2018.

Un objetivo de este proyecto es validar la calidad de los datos medidos remotamente por el sensor MODIS, contra los datos de clorofila *a* obtenidos *in-situ* en la zona de estudio. MODIS es un espectro-radiómetro instalado en la plataforma satelital AQUA de la NASA. Para la realización de este objetivo, se tomarán al azar un número distinto de muestras de agua de mar, para determinar la clorofila *a* en el laboratorio. Esto se hará en cuatro campañas hidrográficas, espaciadas cada una con un intervalo de tres meses. La primera en octubre del 2017, la segunda en febrero del 2018, la tercera en abril del 2018 y la cuarta en julio del 2018.

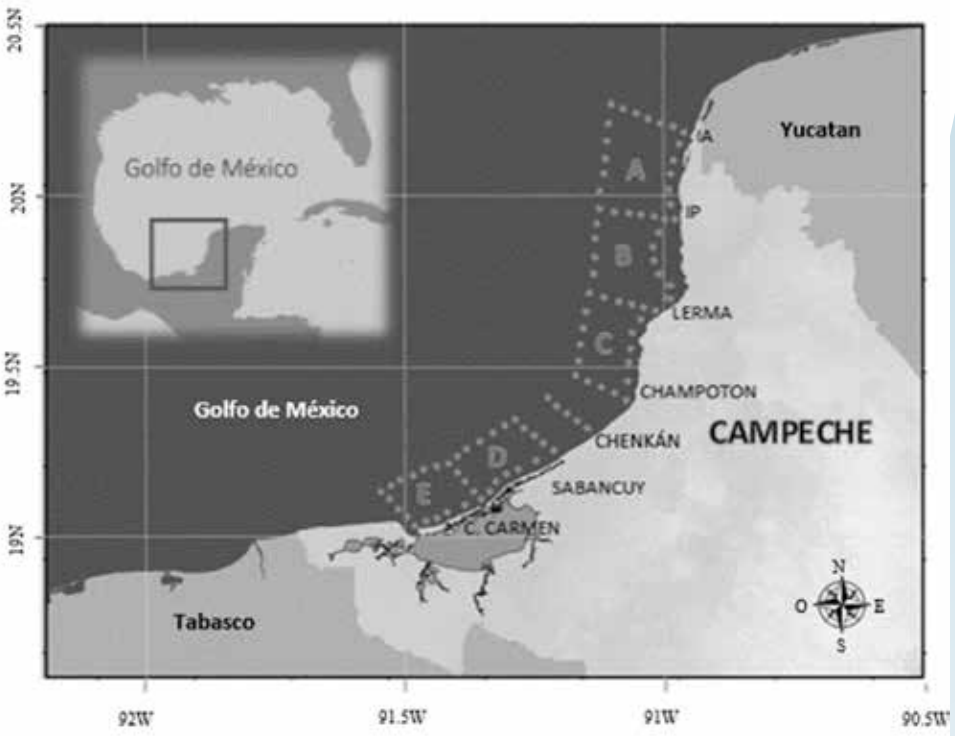


Figura 2. Imagen del área de estudio donde se aprecian los puntos de muestreo formando los cuadrantes A, B, C, D, E y un transecto, cubriendo la mayor parte de la costa del estado de Campeche.

En la determinación de clorofila *a* se utiliza la técnica de Strickland y Parsons (1972), en conjunto con análisis Tricromático; el tratamiento de los datos del satélite y el análisis estadístico de las muestras *in situ* se realizan mediante el programa estadístico "R".

Otro de los objetivos es determinar la concentración y distribución de nutrientes (NO_3, NO_2, NH_4, NT, PT y Si_4). Para ello se utilizarán los métodos químicos estándar para el monitoreo ambiental marino evaluados y propuestos por el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (UNEP) en 1991.

En los muestreos hidrográficos también se determinarán los valores de temperatura y salinidad del mar, mediante una sonda que registra la temperatura, la conductividad y la profundidad (CTD por sus siglas en inglés):

La información generada servirá como una herramienta importante para el manejo de la zona costera de Campeche y contribuirá en gran medida como un antecedente para conocer la distribución, disponibilidad y concentración de diversos nutrientes, como el nitrógeno (N), fósforo (P) y amonio (NH_4), y también la clorofila *a*, los cuales están directamente relacionados con la producción primaria y los florecimientos algales nocivos (FAN). Estos últimos son un tema de importancia para el estado de Campeche, analizado con mayor detalle por la Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COPRISCAMP).

RedFAN
Red Temática sobre Florecimientos Algales Nocivos
CONACYT
No. 8 BOLETÍN INFORMATIVO JUNIO 2019

El día que Gabriel García Márquez estuvo a punto de morir

V. Herrera Pérez
Graduada de la carrera de Biología, FES Zaragoza

La popularidad de Gabriel García Márquez (Aracataca, Colombia 1927-Ciudad de México, 2014) como gran escritor, aumentó después de ganar el Premio Nobel de Literatura en 1982 por su obra, "Cien años de soledad", sin embargo, Gabriel siempre se proclamó periodista antes que escritor. El periodismo siempre fue su principal pasión, la más perdurable y por la que quiso ser recordado, afirma John Lee Anderson. "No quiero que se me recuerde por Cien años de soledad, ni por el Premio Nobel, sino por el periódico. [...] nací periodista y hoy me siento más reportero que nunca. Lo llevo en la sangre, me tira", comentó poco después de recibir el galardón. Pero antes de eso, mucho antes, el 13 de septiembre de 1947, publicó su primer cuento titulado "La tercera resignación" en el periódico El Espectador. A partir de ahí comenzó su carrera periodística. A finales de enero de 1954, el mismo periódico lo incorporó a su plantilla como articulista, cronista de cine y reportero. Poco después fue enviado a Europa como corresponsal, donde escribió una serie de crónicas de todo lo que le parecía digno de interés, y fue entonces cuando llegó a Roma, en 1955, con la consigna de seguir de cerca el estado de salud del Papa Pío XII, ya que tenía una crisis de hipo de hacía meses y

cuya muerte se esperaba pronto. "Los fines de semana no nos atrevíamos a ir demasiado lejos en nuestras excursiones por los pueblos porque el periódico estaba dispuesto a lanzar una edición extraordinaria en caso de la muerte del Papa" (Arenas, 2016). Sin embargo, el Papa sobrevivió y entonces Gabriel narra: "[...] en cambio, fui yo quien estuvo a punto de morir el mismo día de mi llegada a Roma [...]" (Márquez, 2015a).

Y esto fue lo que sucedió: cuando llegó a Roma se hospedó en un hotel en la Via Nazionale:

"Era un edificio viejo y reconstruido con materiales varios, en cada uno de cuyos pisos había un hotel diferente... Mi buen acompañante, que ganaba comisión por llevar clientes a los hoteles, me recomendó el del tercer piso, porque era el único que tenía las tres comidas incluidas en el precio... Eran las cinco de la tarde, y en el vestíbulo había diecisiete ingleses sentados, todos hombres y todos con pantalones cortos, y todos cabeceando de sueño. Al primer golpe de vista me parecieron iguales, como si fuera uno solo dieciséis veces repetido en una galería de espejos; pero lo que más me llamó la atención fueron sus rodillas óseas y rosadas... Sin embargo, no sé qué rara facultad oculta del Caribe me sopló al oído que aquella sucesión de rodillas rosadas era un mensaje aciago. Entonces le dije a mi acompañante que me llevara a otro hotel donde no hubiera tantos ingleses sentados en el vestíbulo, y él me llevo sin preguntarme nada al piso siguiente. Esa noche, los diecisiete ingleses y todos los huéspedes del hotel del tercer piso se envenenaron con la cena."

Este párrafo quedó personalizado con la señora Prudencia Linero, un personaje que se desarrolla en un escenario creado por los recuerdos de Gabriel por su paso en Roma, en el cuento "Diecisiete ingleses envenenados" en Doce cuentos peregrinos (Márquez, 2015b).

-Todos están muertos-. Se envenenaron con la sopa de ostras de la cena. ¡Ostras en agosto, imagínese!

Quizá esta noticia fue olvidada por el gran escándalo del hipo del Papa, o quizá porque para ese entonces los Florecimientos Algales Nocivos no eran tan estudiados y tan reconocidos como una amenaza para la salud. No fue hasta que, en Italia comenzaron a ocurrir eventos similares de manera muy frecuente y altamente visibles, que se abordó el riesgo que podían implicar. Entonces, en 1982, el gobierno italiano comenzó a preocuparse por la creación de leyes para la protección por proliferación de algas (decreto ley [470/1982]), en donde se plantea la obligación de realizar análisis cuantitativos y cualitativos sobre las algas y sus productos, en el caso de que el cuerpo de agua supere los niveles de ciertos parámetros, como oxígeno disuelto y colimetría, aunque la frecuencia de estos análisis dependían del criterio de la autoridad. Posteriormente, se definieron cada vez de manera más precisa el tipo de análisis que debían realizarse, hasta incluir la búsqueda de toxinas algales. Pero aún no se disponía de ningún estándar de toxinas (Bruno, 2002). Previo a estos años, existen muy pocos registros de intoxicaciones humanas y estudios sobre estos eventos en Italia. Fue hasta 1993 que se inauguró el Laboratorio Nacional de Referencia para Biotoxinas Marinas (NRL) en la Comunidad Europea. Y en el 2007 se establecieron las actividades para el autocontrol de los alimentos.

Pero a mi parecer, es demasiada coincidencia, tratándose de que el suceso fue en un verano "con ese calor que parece de vidrio líquido". ¿Acaso Gabriel estuvo a punto de morir intoxicado a causa de un organismo formador de FAN? Dejo abierta la pregunta para resolver qué fue lo que ocasionó la muerte de todos los hospedados de un tercer piso de hotel en Roma.

Referencias

Arenas, Á. D. (2016). Gabriel García Márquez: cien años de eternidad (humo, papel y ceniza). Editorial Verbum.

Bruno, M. (2002). Diffusione delle fioriture algali tossiche nelle acque interne italiane. Rapporti istisan(9), 2-5.

Márquez, G. G. (2015a). Notas de prensa: Obra periodística, 5 (1961-1984): Penguin Random House; Grupo Editorial España.

Márquez, G. G. (2015b). Doce cuentos peregrinos: Grupo Planeta - México.

RedFAN
Red Temática sobre Florecimientos Algales Nocivos
CONACYT
No. 8 BOLETÍN INFORMATIVO JUNIO 2019

Un verano científico

Raquel Flores de La Toba
Estudiante de la carrera de Ingeniería Bioquímica del Instituto Tecnológico de La Paz

Durante el XXIII Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico 2018, se me dio la oportunidad a mí y a otros jóvenes de participar en un acercamiento a la ciencia, fortaleciendo así la cultura de colaboración entre instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación. En esta actividad se fomenta el trabajo con profesores-investigadores al igual que se promueve la divulgación de los productos científicos y tecnológicos. La línea de investigación en la que participé durante dicha estancia está relacionada con las "mareas rojas"; seleccioné este tema porque es un fenómeno que afecta a los ecosistemas marinos, provocando intoxicaciones o daño físico en peces y/o aves marinas y tiene un impacto muy grande en las poblaciones donde ocurren, principalmente en el ámbito económico. Mi experiencia durante toda la estancia fue muy gratificante, ya que, además de conocer cómo es el trabajo de investigación y aprender cosas nuevas acerca de fenómenos que ocurren en lugares como mi ciudad natal, fortalecí mis habilidades dentro del laboratorio y además, gracias al apoyo de los doctores con los que realicé la estancia, ingresé a un concurso estatal de jóvenes investigadores en el cual, para mi sorpresa, obtuve primer lugar. Esto me permitió asistir al 5to congreso interinstitucional de jóvenes investigadores. Finalmente, recomiendo ampliamente realizar este tipo de actividades, participar en veranos científicos porque es una herramienta que enriquece la formación educativa y promueve el acercamiento a la ciencia.

Salida de muestreo, de izquierda a derecha; Dr. José Bustillos, Cecilia, Arely, Raquel, Nayely, Dr. Ignacio Leyva, Amairani, Dra. Christine Band, Diana, Hugo.

Estudiantes de verano y algunos investigadores de CICIMAR

RedFAN
Red Temática sobre Florecimientos Algales Nocivos
CONACYT
No. 8 BOLETÍN INFORMATIVO JUNIO 2019

V Congreso de la SOMEFAN 2019 en Puerto Vallarta, Jalisco

María del Carmen Cortés Lara (en representación del comité organizador local)
Aramis Olivos Ortiz (en representación de la Mesa Directiva)

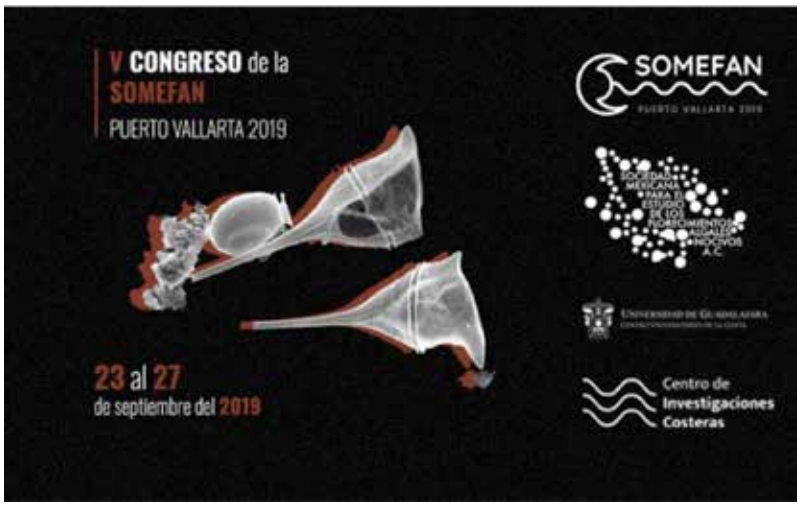
Existe una creciente preocupación a nivel mundial sobre la problemática de los florecimientos algales nocivos (FAN), las especies responsables y la producción de toxinas. Para responder a este notable desafío, la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco, será sede, del 23 al 27 de septiembre del 2019, del V Congreso de la Sociedad Mexicana para el Estudio de los Florecimientos Algales Nocivos, A.C. (SOMEFAN, A.C.), donde se reunirán más de 80 especialistas en los temas de taxonomía, toxinología, biología molecular, fisiología, ecología, impacto socioeconómico, mitigación y procesos asociados a estos eventos.

Este foro será la quinta reunión de la SOMEFAN, A.C., y la primera vez que se realiza en Puerto Vallarta, lo que proporcionará una valiosa oportunidad para que, durante cinco días, invitados internacionales, miembros de la comunidad científica y académica, estudiantes y autoridades del sector salud presenten sus avances de investigación, los logros alcanzados y las perspectivas a futuro. Sin duda alguna, será un evento que continuará con la contribución, la promoción y la divulgación del conocimiento científico sobre los FAN.

En esta ocasión, el comité organizador local gestionó el auditorio Juan Luis Cifuentes Lemus del Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara, para la realización del evento, ya que este espacio cuenta con las dimensiones requeridas para el tamaño del congreso. Así será posible generar un espacio de interacción entre la comunidad científica, los estudiantes y el Sector Salud para intercambiar experiencias y buscar oportunidades de colaboración entre redes de investigación.

Han comprometido su participación cuatro ponentes magistrales de gran prestigio, tanto en el ámbito local como en el internacional: la Dra. Vera Lynn Trainer, supervisora del programa de Biotoxinas Marinas de la NOAA y presidenta de la International Society for the Study of Harmful Algae (ISSHA), la Dra. Sonia Quijano, prominente taxónoma de diatomeas del Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad de Colima, el Dr. José Ernesto Mancera de la Universidad Nacional de Colombia, especialista en dinoflagelados tóxicos y la incidencia de ciguatera en islas del Caribe, y la Dra. Christine Band Schmidt del IPN-CICIMAR experta en ecofisiología de especies fitoplanctónicas, quien además es vocal de la mesa directiva de la ISSHA y presidenta del comité organizador de la 19th ICHA -2020 en La Paz Baja California.

Por su parte, la SOMEFAN, A.C. ya ha anunciado formalmente la realización del V congreso en redes sociales y en la página oficial www.somefan.org. En las próximas semanas se conocerán más detalles del programa científico.



Con una variada agenda de actividades culturales de Jalisco, el comité organizador y el académico los esperamos en Bahía de Banderas, la bahía más grande y profunda de México, considerada una de las 20 bahías más bellas del mundo de acuerdo a la asociación internacional Club des plus belles baies du monde.

ICHA

19th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HARMFUL ALGAE

MEXICO 2020

Registration will open during 2019. ISSHA members can register at special rates! Participants wishing to receive the ISSHA member rate for conference registration must join ISSHA or renew their memberships prior to the 12th of June, 2020.

The 19th International Conference on Harmful Algae will take place from the 11th to the 16th of October 2020 in La Paz, BCS, Mexico, being the 2nd ICHA conference held in Latin America. As the last conferences, the 2020 conference will include topics related with the understanding of the causes, evolution and impacts of harmful microalgae and cyanobacteria. We are planning an enjoyable meeting where scientists can present their research, share their ideas, establish new collaborations, and connect the science on harmful algae with the beneficiaries of this research.

LA PAZ
baja california sur
october 11-16
www.icha2020.com

La Paz is an ideal city for the meeting where many academic institutes are found. It is a small, secure and quiet city, with beautiful surroundings, which is visited by many international tourists and academics year round. The average temperature in October is between 21 and 34 °C.

For some countries, a visa may be required. Please check visa regulations well in advance with your local Mexican Consulate for official instructions on the specific visa regulations and application procedures.

As the major host of the conference, ISSHA will support the event with various activities: Travel awards to students and post-docs, several achievement awards, and ISSHA auction.

Looking forward to seeing you in La Paz, Mexico!

Save the date!

Vector de fondo creado por macrovector - www.freepik.es
Vector de fondo creado por freepik - www.freepik.es

RedFAN
Red Temática sobre Florecimientos Algales Nocivos
CONACYT
No. 8 BOLETÍN INFORMATIVO JUNIO 2019

CATÁLOGO DE MICROALGAS MARINAS DE VERACRUZ

José Antolín Aké Castillo[1]*
Antonio Almazán Becerril[2]*

[1] Universidad Veracruzana. Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías. Calle Hidalgo, No. 617, Boca del Río, Veracruz, 94290, México. aake@uv.mx

[2] CICY, Unidad de Ciencias del Agua. Calle 8, No. 39, MZ.29, S.M. 64 Cancún, Quintana Roo, 77500. México

Carlos Francisco Rodríguez Gómez[3]*
Ernesto García Mendoza[4]*

[3] Programa de Doctorado, Instituto de Ecología, A. C. Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, 91070 Xalapa Enríquez, Veracruz, México.

[4] CICESE, Departamento de Oceanografía Biológica. Carretera Ensenada-Tijuana 3918, Zona Playitas, 22860 Ensenada, Baja California, México.

* Red Temática del CONACYT sobre Florecimientos Algales Nocivos (RedFAN)

ÍNDICE

Presentación
Introducción
- La costa Veracruzana
- Fitoplancton de Veracruz
- Relevancia del estudio de las microalgas
- Sistemas de clasificación

Diatomeas
- Clasificación de diatomeas
- Descripción de las especies de diatomeas

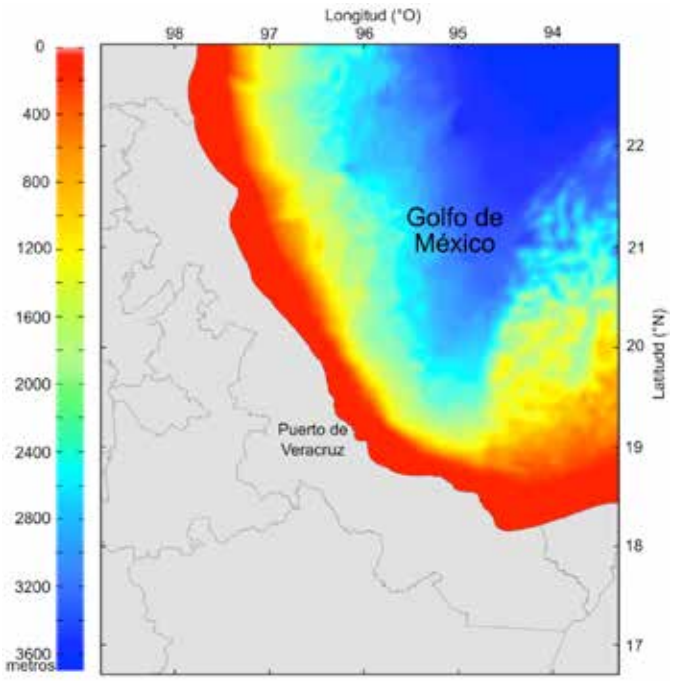
Dinoflagelados
- Clasificación de dinoflagelados
- Descripción de las especies de dinoflagelados

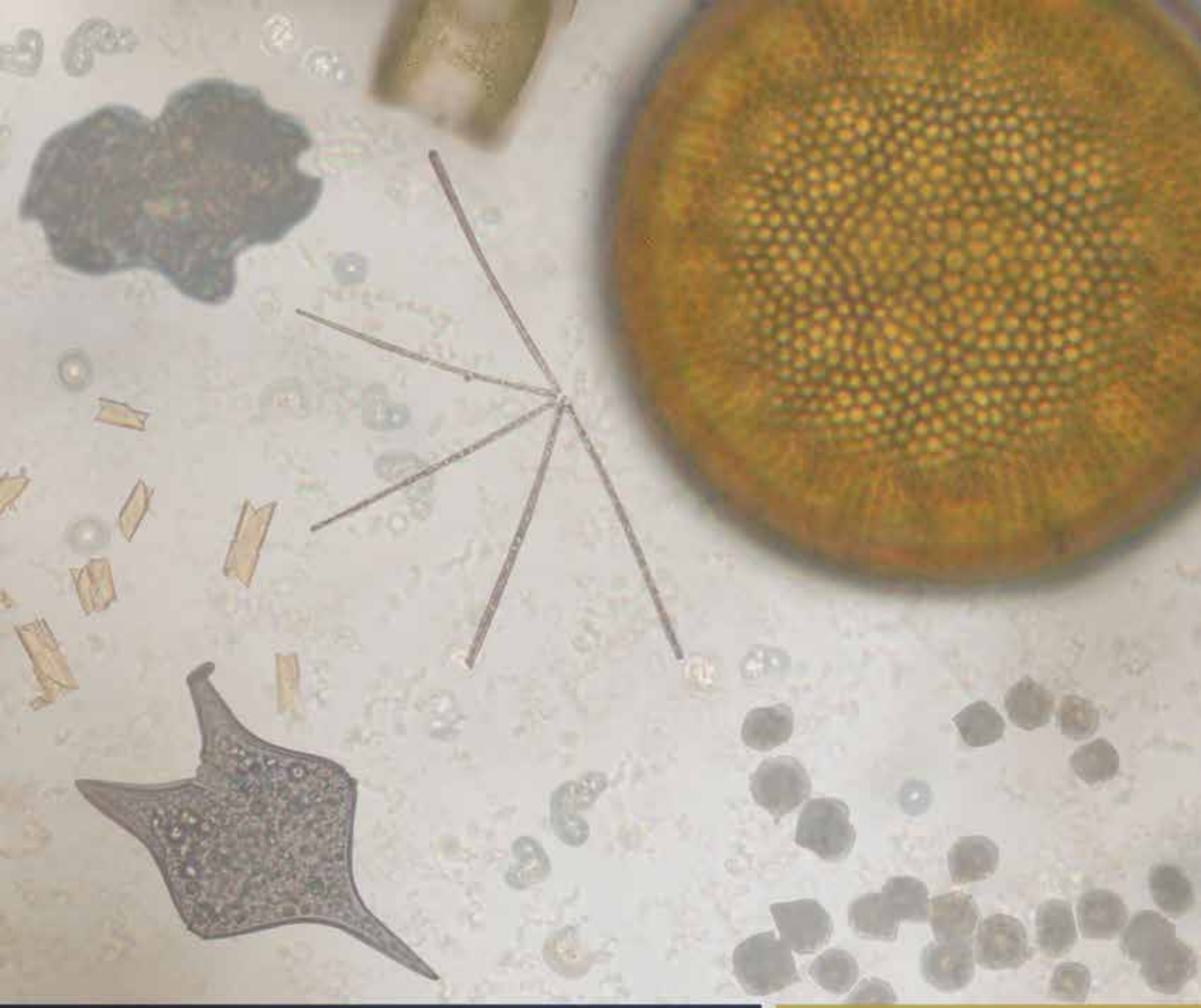
Cianobacterias
- Clasificación de cianobacterias
- Descripciones de las especies de cianobacterias

Silicoflagelados
- Clasificación de silicoflagelados
- Descripciones de las especies de silicoflagelados

Láminas
Referencias

Zona costera del estado de Veracruz





Catálogo de microalgas marinas DE VERACRUZ

José Antolín Aké Castillo
Antonio Almazán Becerril
Carlos Francisco Rodríguez Gómez
Ernesto García Mendoza

PRESENTACIÓN

La identificación de las especies es una de las actividades más comunes en los estudios rutinarios del fitoplancton. Para ello, la observación de estos organismos a través de un microscopio óptico es nuestro primer acercamiento para el reconocimiento de formas y características peculiares que le dan identidad a cada especie.

Hay muchos obstáculos a los que nos enfrentamos cuando queremos identificar a una especie. El primero es el acceso a la información: contar con literatura confiable que nos permita aplicar el conocimiento que se tiene de las especies a nuestros organismos en estudio; el segundo es la carencia de listados completos de la flora planctónica ya sea local o regional; y tercero, contar con una flora local con iconografía que nos permita hacer identificaciones de una manera más eficiente.

El presente catálogo es el resultado de muchos años de trabajo en diferentes proyectos realizados en Veracruz en los cuales las microalgas han tenido que estudiarse desde diferentes enfoques. En dichos estudios se han tenido que identificar a las especies y se ha obtenido información iconográfica la cual básicamente conforma este catálogo.

La mayoría de las muestras pertenecen a diferentes años y diferentes meses de la zona costera de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado que representan la zona conurbada del centro de Veracruz. Consideramos que dichas muestras son representativas de la mayor diversidad fitoplanctónica y que muchas de estas especies pueden encontrarse en la zona costera del Estado, e incluso en los demás estados mexicanos que conforman el golfo de México.

Este catálogo no pretende ser un compendio completo de la flora planctónica de Veracruz, sino una guía que facilite los trabajos rutinarios donde el fitoplancton es el foco central de estudios de monitoreo ambiental o de eventos de florecimientos algales nocivos (FAN), comúnmente conocidos como mareas rojas. Así, los usuarios de este catálogo encontrarán un lenguaje sencillo e información accesible que les permita adentrarse de ser necesario, a información más especializada para estudios más detallados.

INTRODUCCIÓN

La costa veracruzana

El estado de Veracruz se ubica entre los 22°28´ y 17° 09´ de latitud norte y 93°36´ y 98°39´de longitud oeste. Es un estado con una extensión de 7, 881, 500 ha. El estado se caracteriza por su gran diversidad de ecosistemas y su reconocimiento geográfico se

debe a su gran extensión costera que delimita al golfo de México. De hecho, Veracruz representa la entidad federativa con el mayor número de carga marítima de altura (INEGI, 2013).

Veracruz tiene un litoral de 745 km (Ortíz-Lozano et al. 2010) que representa aproximadamente un 6.5% del litoral total nacional. Cuenta con 14 ríos importantes (Pereyra-Díaz y Pérez-Sesma, 2006) que descargan sus aguas en el golfo de México y que tienen repercusiones en la dinámica costera. Su costa se modifica por la presencia de 30 lagunas costeras y cinco es-

teros (Contreras, 2010), que constituyen ecosistemas de gran importancia al constituir sistemas estuarinos donde confluyen organismos marinos y dulceacuícolas en un ambiente con variaciones importantes en la salinidad que le dan características especiales a la dinámica hidrológica y ecológica.

Paralelo a su costa, la presencia de arrecifes coralinos de norte a sur, constituye un corredor biológico (Ortiz-Lozano et al. 2013) de importancia ecológica. En el norte, los arrecifes de Lobos-Tuxpan constituyen un área natural protegida como área de protección de flora y fauna (DOF, 2009). Enfrente de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado se encuentra un número importante de arrecifes que en su conjunto están protegidos bajo la denominación de Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) (DOF, 1992). Así, estos arrecifes constituyen una región que protege la biodiversidad marina.

Los datos que se tienen sobre la calidad del agua en la zona aledaña al puerto de Veracruz se pueden tomar como referente de lo que sucede a lo largo de la zona costera del estado, desde el norte al sur con ciudades semejantes al puerto de Veracruz como lo son Tuxpan, Poza Rica y Coatzacoalcos con un alto impacto en la zona costera. Aguas eutrofizadas con alto aporte de nutrientes y altas concentraciones de clorofila (Aké-Castillo et al. 2001; Rodríguez-Gómez et al. 2015) caracterizan a la zona costera.

Fitoplancton de Veracruz

La información generada sobre la flora planctónica marina y salobre de Veracruz se encuentra en mayor proporción en literatura gris (tesis, resúmenes de congresos, informes), lo que dificulta el acceso y localización de dicha información. Okolodkov y Blanco (2011) hicieron una revisión de la información existente hasta el 2011 sobre el fitoplancton marino y lagunas costeras, destacando que la literatura publicada formalmente contiene información restringida al sur de Veracruz. Los mismos autores señalan los grupos reportados para Veracruz: cianofitas, criptofitas, diatomeas, crisofitas, silicoflagelados, cocolitofóridos, clorofitas, euglenofitas y dinoflagelados. Concluyen que las microalgas de Veracruz tiene una filiación tropical, con una predominancia de diatomeas y dinoflagelados.

Okolodkov et al. (2012) compilan la información de productores primarios del PNSAV y de la parte correspondiente a microalgas destacan la importancia de las especies tóxicas tanto planctónicas como bentónicas (Karenia, Pseudo-nitzschia y Prorocentrum) como riesgo potencial en la zona. Recientemente Rodríguez-Gómez et al. (2015) hicieron una revisión de los estudios de fitoplancton del PNSAV. Los autores reportan para esta zona protegida un total de 326 taxones registrados con una dominancia de especies de diatomeas y dinoflagelados. Ponen de manifiesto la importancia del dinoflagelado Peridinium quadridentatum (=P. quinquecorne) como la especie más común que forma florecimientos algales nocivos (FAN). Históricamente el dinoflagelado Karenia brevis constituía un problema de salud e incluso ambiental, y era un icono de las mareas rojas en Veracruz.

Los estudios del fitoplancton marino en Veracruz, incluyendo las lagunas costeras, se han concentrado en sitios específicos y existe un gran desbalance de información considerando la extensión del litoral. Es necesario implementar estudios a lo largo de la zona costera para tener un conocimiento completo de la biodiversidad.

Relevancia del estudio de microalgas

El conocimiento de la diversidad biológica de las microalgas presentes en las aguas marinas de Veracruz es aún incompleto. A pesar de que hay algunos trabajos que han abordado grupos o géneros en particular, la realidad es que se carece de un listado completo e ilustrado de la flora planctónica que represente la biodiversidad de Veracruz. En el contexto actual de cambio climático y problemas ambientales como lo es el incremento de FAN o la aparición de especies invasoras, es necesario conocer la biodiversidad de microalgas existente para establecer puntos de comparación y de partida en la generación de modelos predictivos que atiendan los problemas mencionados.

El conocimiento de la biodiversidad, es la base que permite implementar estudios ecológicos y biotecnológicos. El entendimiento de la dinámica natural de las comunidades fitoplanctónicas descansa en los conceptos de especie y tiene implicaciones en todos los procesos acuáticos al tratarse de productores primarios que son la base de las cadenas tróficas. La problemática de los FAN, sobre todo de especies potencialmente tóxicas, reside en que son eventos que implican riesgos en la salud humana y solo teniendo el conocimiento de la taxonomía y ecología de las microalgas, se podrá llegar al entendimiento de estos fenómenos. La biotecnología aplicada en el cultivo de especies fitoplanctónicas de interés para la extracción de diversos productos o su aplicación en acuacultura encierra un enorme potencial.

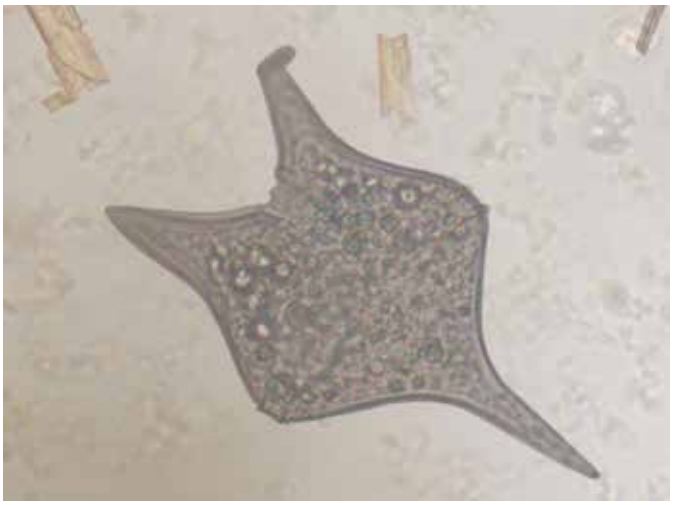
Así, la identificación de las especies de microalgas no es un tema agotado. A pesar de la diversidad de técnicas modernas para la identificación de las especies, la observación directa al microscopio óptico como primer acercamiento para la determinación de las especies en cualquier tipo de estudio, es necesaria e inevitable.

Sistemas de clasificación

Los sistemas de clasificación de los diferentes grupos de algas se encuentran en constantes cambios como resultados de las aproximaciones filogenéticas derivadas de estudios moleculares. En este trabajo no se pretende hacer una revisión de dichos sistemas, sino mostrar las especies de microalgas encontradas en un marco de referencia taxonómica que permita al lector entender las relaciones morfológicas, o evolutivas en muchos casos, de los diferentes taxones.

Para las jerarquías superiores en todos los grupos de microalgas, se consideraron las manejadas por Guiry y Guiry (2018) a través de su página electrónica AlgaeBase que hoy día es un referente mundial por su amplio contenido en información taxonómica de las algas (www.algaebase.org). Asimismo se reportan los basiónimos y sinónimos que son sumamente importantes para evitar confusiones en la asignación de nombres en las revisiones rutinarias de quienes se dedican a la identificación de las especies y que utilizan diversas fuentes de información.

En el caso de las diatomeas, se presenta el sistema propuesto por Round, Crawford y Mann (1990), que aunque no representa las relaciones filogenéticas de manera precisa, la morfología es fundamental para entender la clasificación de este grupo. Para los dinoflagelados se utilizó el sistema propuesto por Fensome et al. (1993), que es un sistema tradicional que incluye especies fósiles y vivientes. Para cianobacterias se utilizó el sistema propuesto por Komárek et al. (2014) que se basa en las relaciones filogenéticas aun cuando hay muchos grupos por resolver. Para los silicoflagelados se siguió a Silva (1980) considerando la clase que es ampliamente aceptada.



RedFAN

Red Temática sobre Florecimientos Algales Nocivos

CONACYT

No.8 BOLETÍN INFORMATIVO JUNIO 2019

Consejo editorial
Christine Band Schmidt, José Aké Castillo, Lorena M. Durán Riveroll,
Mary Carmen Ruíz de la Torre, Carlos Francisco Rodríguez

Responsable del Boletín
Lorena M. Durán Riveroll

CICESE

CIB Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

dgecytm

IPN

Universidad de Colima

Universidad Veracruzana

CICY

Universidad Autónoma de Baja California

Universidad Nacional Autónoma de México

Universidad del Mar Oaxaca

Universidad Autónoma Metropolitana Casa abierta al tiempo

ITESCHAM Instituto Tecnológico Superior de Champotón

Universidad Autónoma de Tamaulipas

CET-MAR Centro de Estudios Tecnológicos del Mar Plantel Ensenada, B. C., México

cet mar campeche

IMTA Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

CCGSS