

Informe final* del Proyecto KT016
Catálogo de autoridades taxonómicas de Cyanoprocaryota marinos bentónicos de México*

Responsable: Dra. Hilda León Tejera
Institución: Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Departamento de Biología
Laboratorio de Ficología
Dirección: Av. Universidad # 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, México, Ciudad de México, 04510
Correo electrónico: ht@ciencias.unam.mx
Teléfono/Fax: 56 22 82 22 ext. 44707
Fecha de inicio: Noviembre 29, 2013.
Fecha de término: Febrero 1, 2019.
Principales resultados: Catálogo de autoridad, fotografías, informe final.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** León-Tejera, H., E. Cabrera, L. González, A. García, B. Ramírez y M. Peralta. 2019. Catálogo de autoridades taxonómicas de Cyanoprocaryota marinos bentónicos de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. **Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. KT016.** Ciudad de México.

Resumen:

En este proyecto se pretende elaborar el catálogo de autoridades taxonómicas de cyanoprocariontes del Pacífico mexicano y Golfo de California, así como actualizar la información del Catálogo de algas bénticas del Golfo de México y Caribe. Se busca incluir, además de información nomenclatural, datos de distribución geográfica, fototeca de herborizados, etiquetas, o muestras y/o ejemplares. Se reunirá adicionalmente material documental de referencia de las especies registradas para México con el objeto de proporcionar acceso libre a descripciones tanto originales como para poblaciones mexicanas.

Tomando en cuenta la escasez de reportes para el grupo en la región, este proyecto se considera relevante en tanto constituye una primera integración del listado de especies de cyanoprocariontes marinos de México. En él se incrementarán y actualizarán los registros (aproximadamente 200 especies, 63 géneros, 28 familias y 5 órdenes), se hará la revisión de su status nomenclatural, y se incorporará un campo con notas sobre la problemática particular de la especie.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

Catálogo de Autoridades Taxonómicas de Cyanoprocaryota marinos bénticos de México

Responsable: Dra. Hilda Patricia León Tejera

Resumen

El presente proyecto “Catálogo de Autoridades Taxonómicas de Cyanoprocaryota marinos de México” constituye una primera integración de información taxonómica, nomenclatural, curatorial y de distribución geográfica de los reportes de este grupo de organismos en las costas de México. Se encontró que, desde el punto de vista geográfico la información es muy heterogénea, únicamente existen reportes de 16 estados litorales, ya que el estado de Tabasco no tiene ningún reporte. Quintana Roo es el estado que reporta mayor número de especies válidas y totales, mientras que Chiapas, Guerrero, Jalisco y Michoacán tienen menos reportes. Con respecto al ambiente destacan los ejemplares epilíticos de la zona intermareal y submareal de las costas rocosas, que están mejor representados en la bibliografía, por otro lado, las lagunas costeras se encuentran muy pobremente representadas. Para elaborar el presente catálogo se actualizó la información del Catálogo de algas bénticas del Golfo de México y Caribe (Ortega *et al.* 2001) y se realizó una revisión tanto de la bibliografía como de ejemplares depositados en algunas colecciones científicas reconocidas como son ENCB, FCME, MEXU y US. Los registros obtenidos se capturaron en una Base de datos dentro del sistema de información Biótica 5.0. Para cada nombre reportado en la base de datos se hizo la revisión de su status nomenclatural y se ha incluido en casos especiales notas sobre la problemática particular del nombre de la especie o de taxones de niveles supraespecíficos.

Se incluyen en la base de datos un total 5158 registros de 240 nombres de especies (164 de ellas válidas, 59 sinónimos y 17 con status ND) de 5 órdenes, 25 familias y 95 géneros (incluyendo 7 sinónimos y uno con status ND). Respecto de las especies reportadas, 11 son del orden Synecococcales, 61 del orden Chroococcales, 24 del orden Pseudanabaenales, 97 del orden Oscillatoriales y 47 del orden Nostocales. Los nombres de especies o géneros designados con status ND no han sido oficialmente designados como sinónimos.

Una parte considerable de los nombres incluidos en esta obra está acompañada de distintos tipos de documentos de referencia designados como “Objetos externos” como son: descripción tipo y/o iconotipo, fototeca de herborizados, de etiquetas, o de muestras y/o ejemplares de

herbario, micrografías, etc.

Palabras clave: Cyanoprokaryota, Golfo de México, Caribe, Pacífico mexicano, Golfo de California.

Introducción

El grado de conocimiento de los recursos biológicos de México y aún a nivel mundial, es incompleto y aún muy heterogéneo para distintos grupos de organismos; en general los grupos o especies de importancia económica o de tallas mayores son las más estudiadas y mejor conocidas (Fautin *et al.* 2010). En particular, la diversidad de cianoprocariontes es poco conocida; muy posiblemente su talla pequeña, su relativa simplicidad morfológica y los problemas derivados del reconocimiento tardío de su nivel de organización procarionte han generado opiniones divididas sobre la adecuada caracterización y descripción de especies, ya sea bajo el Código de nomenclatura botánico o el bacteriológico, lo que ha influenciado en la escasez de estudios sobre este grupo (Montejano *et al.* 2005). Para el caso del conocimiento que se tiene de cianoprocariontes epilíticos, son los de ambientes continentales de zonas templadas y en su mayoría de Europa los que han sido más estudiados a nivel mundial (Hauer *et al.* 2015). Para los organismos de ambientes marinos, la información sobre su riqueza y composición taxonómica es aún muy reducida a pesar de que estos organismos constituyen un componente importante en algunas comunidades litorales, y de desempeñar papeles ecológicos relevantes. Dentro de éstos destacan la producción de oxígeno, la fijación de nitrógeno, la construcción o destrucción de sustrato, así como formar un componente importante de los consorcios microbianos asociados a enfermedades de corales y de otros invertebrados, entre otros (León Tejera *et al.* en prensa).

El conocimiento que se tiene de la riqueza y distribución de los cianoprocariontes marinos mexicanos proviene en su gran mayoría de reportes aislados publicados en listados de especies de macroalgas, existiendo únicamente dos obras que integran información primordialmente nomenclatural y de distribución (Ortega *et al.* 2001 y León Tejera *et al.* 2009) para las costas del litoral Atlántico mexicano. Para el caso del Pacífico y Golfo de California no existe un estudio integrador previo, sólo registros aislados y son muy escasos los trabajos en los que se cuenta con el registro del análisis morfológico necesario para caracterizar las poblaciones y su ciclo de vida, se presenta material de referencia (imágenes, descripciones, números de muestras o

cultivos, etc.) o en los que se incluyen marcadores moleculares, necesarios en muchos casos para efectuar una determinación o certificación adecuada de las poblaciones reportadas (León Tejera *et al.* 2009; González Resendiz *et al.* 2013).

De esta situación deriva la relevancia de este catálogo de autoridades taxonómicas que integra y actualiza el inventario de cianoprocariontes marinos bentónicos mexicanos y que incluye, para un número considerable de nombres, información complementaria como son imágenes de material de herbario, de descripciones originales y de poblaciones locales, entre otras.

Antecedentes:

Aunque para la flora de macroalgas marina de México puede considerarse que en lo general se tiene un avance notable en su conocimiento, la información existente sobre cianoprocariontes en el país es muy escasa, tanto tratándose de ambientes continentales como marinos (Montejano *et al.* 2005; León Tejera *et al.* 2009). En particular, aunque existen algunos catálogos para macroalgas (Ortega *et al.* 2001; Pedroche *et al.* 2005, 2008), no existen hasta el momento catálogos específicos de cianoprocariontes litorales de México, ya que la mayoría de los reportes existentes derivan generalmente de inventarios macroalgales en los que se mencionan principalmente como organismos acompañantes, ya sea formando parte de sus epífitas o como perífíticas. Pocos estudios reportan especies endofíticas. Algunos listados florísticos y aún catálogos han incluido registros de especies de cianoprocariontes en nuestras costas, tal es el caso del Catálogo de Ortega y colaboradores (2001), que son de gran valor, sin embargo, era necesario incluir documentación que permita caracterizar y certificar a las especies citadas en una localidad o ambiente.

La única recopilación previa es la realizada para cianoprocariontes del Golfo de México (León Tejera *et al.* 2009), en la que se analizó el tipo de información taxonómica y ecológica de los registros reportándose únicamente 103 nombres de especies documentadas (en forma de descripción o imágenes) de cianoprocariontes, debido a que pocas obras contenían información taxonómica o ecológica básica de referencia y menos aún detallada que permitiera corroborar el registro de las especies. En el caso del Caribe se actualizó la información nomenclatural y distribucional del catálogo de Ortega y colaboradores (2001). Bajo esta consideración se realizó este Catálogo de autoridades taxonómicas, que utilizó para la actualización sistemática y nomenclatural, fundamentalmente las obras de Hoffman, Komárek & Kastovsky (2005), así como las bases de datos Cyanodb.cz elaborada por Komárek & Hauer (2013). Otras de las obras

consultadas fueron Anagnostidis & Komárek (1988, 1990) y Komárek & Anagnostidis (1986, 1989, 1999, 2005) o Komárek (2013).

Objetivo General:

Elaboración del “Catálogo Autoridades Taxonómicas de Cyanoprocaryota marinos bentónicos de México”.

Objetivos Particulares:

- Integrar un inventario de cianoprocariontes marinos bentónicos de México.
- Elaborar una base de datos en Sistema BIOTICA 5.0 versión 5, de nombres de especies de cianoprocariontes con autoridades taxonómicas; información sobre sinonimia, status y problemática nomenclatural; distribución geográfica y de colecciones de depósito de ejemplares, así como varios campos que vinculen los registros con material documental complementario como pueden ser imágenes, notas, etc.
- Integrar información taxonómica, distribucional y curatorial de las especies de cianoprocariontes marinos bentónicos del Pacífico Mexicano y Golfo de California.
- Actualizar información taxonómica, distribucional y curatorial del catálogo de cianoprocariontes marinos bentónicos del Golfo de México y Caribe.
- Formar una colección digital de imágenes de material de herbario.
- Formar una colección documental que tratará de incluir descripciones originales y de poblaciones locales de especies de este grupo, que hayan sido incluidas en publicaciones de distinta índole.

Método

Se realizó una revisión y recopilación bibliográfica para tratar de recobrar todos los registros para cianoprocariontes marinos de México. Para ello se utilizó inicialmente la base de datos provista por CONABIO que tiene como elementos principales el catálogo de Ortega y colaboradores (2001) y el inventario de León Tejera y colaboradores (2009), sin embargo, se eliminaron algunos de sus registros por ser de ambientes continentales. La base de datos incluye y asocia información referencial útil para el estudio de este grupo como pueden ser microfotografías o imágenes de las hojas de herbario, etiquetas y notas al margen o de colecciones

anexas a los ejemplares o muestras como son preparaciones que existan sobre el material de referencia, descripciones originales y de poblaciones reportadas o publicadas, etc.

La obtención de las descripciones originales e iconotipos se obtuvieron a través de consulta a ALGAEBASE o de las obras originales, mientras que las descripciones o imágenes de poblaciones locales reportadas en tesis u otro tipo de publicaciones no indexadas requirió de búsquedas especiales. Para completar esta información se hizo revisión de materiales depositados en diversos herbarios (principalmente MEXU, FCME, ENCB y US), bibliotecas especializadas de curadores o ficólogos reconocidos. Además, se recurrió tanto a catálogos ficológicos como bacteriológicos y listados, así como la búsqueda de artículos científicos en bases de datos, buscadores y metabuscadores como Scopus o Scirus. Se revisó una de las principales colecciones con material mexicano depositado en el extranjero como es la de US (Museo de Historia Natural de los Estados Unidos, Smithsonian Institution) que aloja numerosos especímenes y colecciones especiales como son los de la expedición Allan Hancock (1934 y 1939) y material mexicano colectado por F. Drouet, F.S. Collins, W.H. Harvey, N.L. Gardner y W.A. Setchell, lográndose la repatriación de información e imágenes de ejemplares mexicanos. Adicionalmente se consultaron los principales herbarios nacionales: ENCB (Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas), MEXU (Herbario Nacional) y FCME (Herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM), que permitió incluir reportes de especies no publicadas. En estos últimos fue necesario hacer una consulta presencial y tomar fotografías de los ejemplares. Para una parte de las especies reportadas para México se ha obtenido además de las descripciones de las poblaciones locales, la descripción original. Parte de ellas se encontraron en los documentos citados y en ocasiones accesibles vía ALGAEBASE, en otros casos se hicieron consultas tanto en los herbarios más grandes y en colecciones bibliográficas personales de ficólogos reconocidos como es la de la Dra. Martha Ortega en el Instituto de Biología, UNAM, la del Dr. Jeffrey Johansen de la John Carroll University o la del propio Dr. Jiri Komárek de la Universidad del Sur de Bohemia.

El técnico de formación biológica realizó el manejo de material biológico de referencia como son los herborizados, imágenes, preparaciones o muestras de cianoprocariontes. Además, se encargó de la búsqueda, localización y evaluación primera de material bibliográfico, así como de etiquetar y organizar todos estos materiales (referencias, descripciones e imágenes de las descripciones originales y locales, así como de los materiales de herbario) generando diversas

colecciones de material de referencia y participando en la revisión de la información capturada y analizada. Varias referencias o citas con las descripciones de tipos, fueron obtenidas directamente de Guiry & Guiry (2018) o de la consulta y escaneo de documentos depositados en herbarios o bibliotecas particulares de especialistas.

El capturista con experiencia como fotógrafo asistió junto con el técnico en las vistas a herbarios a fin de obtener imágenes de los herborizados, etiquetas, acercamientos de notas que pudieran haberse registrado en la hoja, etc. y de material de referencia. Se escanearon las etiquetas de los herborizados y el material bibliográfico conseguido y fueron almacenados.

El grupo de trabajo cuenta con imágenes (principalmente micrografías) de ejemplares depositados en los herbarios FCME y UAMIZ. Estos fueron integrados en una fototeca de ejemplares y etiquetas u otra información curatorial en imágenes. Se capturó la información en la base de datos BIOTICA y se elaboraron los reportes semestrales de avance de la base de datos. Para localizar los ejemplares de herbario se revisaron bases de datos existentes en red (US) o in situ (FCME) y/o se consultó directamente al curador de este grupo o encargado del herbario. Para la localización de materiales bibliográficos poco accesibles, el técnico utilizó la información de colectores y determinadores registrados en los ejemplares de herbario y consultó en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas con los curadores las publicaciones que pudieran haber reportado los ejemplares depositados. Los participantes en el proyecto visitaron los herbarios y realizaron de manera conjunta el análisis de la información capturada.

En el caso de la consulta al herbario FCME, depositario de los materiales de referencia de nuestro grupo de investigación, se cuenta con material complementario como son, además de las muestras en seco y en formol, preparaciones e imágenes. Este material tiene aproximadamente 800 muestras de varias localidades en algunos estados de la República, principalmente de Quintana Roo, Yucatán, Veracruz, Oaxaca, Guerrero y Baja California Sur.

Una vez obtenido el listado de especies reportadas para la región, se revisó la problemática nomenclatural y taxonómica de cada nombre. Para ello se examinaron obras especializadas en el grupo como son Komárek & Anagnostidis (1999, 2005), o bases de datos taxonómicas en línea como son CyanoDB.cz de Komárek & Hauer (2013), entre otras. Para categoría de Reino se utilizó a Margulis & Chapman (2009). Para categorías de clase a género en su mayoría se siguió a Hoffman, Komárek & Kastovsky (2005) y a Komárek & Hauer (2013). La validez de los taxones a nivel de especie se basó fundamentalmente en Komárek & Hauer (2013). Se consultó

para resolver dudas respecto de referencias taxonómicas a Komárek & Anagnostidis (1999, 2005); Komárek & Hauer (2013) y el Index Nominum Algarum (compilado por Silva, P.C.) principalmente. En casos complejos se agregaron notas especiales que tratan de aclarar la problemática. Muchas de las asignaciones de status en la base de datos como ND se conservaron cuando principalmente en Komárek & Hauer (2013) u otra de las obras de taxónomos especialistas (como son entre otras las distintas obras de Komárek y/o Anagnostidis), los nombres de especies se consideran dudosos, o como taxones “no claros” o en revisión. Para el registro de colectores se consultó a Godínez (2008).

Para cada reporte de especie se registró toda la información disponible, desde la curatorial básica (número de ejemplar, nombre, localidad, colector, fecha de colecta), más la información adicional de importancia como lo son ambiente, descripción, observaciones taxonómicas, etc. En el caso de que existieran descripciones y/o esquemas o fotos de los ejemplares de herbario o en las obras consultadas, se registró esta información en campos adicionales y se llevó a cabo su captura digital. Esta última información se incorporó generalmente como objeto externo anexo.

8. Grupos taxonómicos:

5 Ordenes

26 Familias

95 Géneros

164 Especies válidas (240 nombres de especies)

9. Área geográfica:

Se incluyeron los nombres de especies o taxa superiores reportados para 16 estados litorales de México que abarcan Golfo de México (Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Yucatán mientras que el estado de Tabasco no presenta registros), Caribe (Quintana Roo), Golfo de California (Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa) y Pacífico (Baja California, Baja California Sur, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas). En estos litorales se presenta gran heterogeneidad ambiental: litorales rocosos, manglares, playas arenosas, arrecifes de coral, ceibadales, etc. por lo que contienen potencialmente una considerable riqueza de especies, sin embargo, el conocimiento que se tiene tanto de la diversidad de

distintos grupos de organismos como ambientes y regiones es muy heterogéneo. Se incluyen datos sobre especies de más de una veintena de regiones prioritarias y seis ecorregiones marinas de América del Norte (Wilkinson et al. 2009).

10. Resultados

Como resultado de este proyecto se hace entrega de lo siguiente:

- Base de datos en sistema Biótica con nombres de especies válidos reportados en las regiones de interés, sinonimia, autoridades, distribución geográfica, ambiente general, colecciones de depósito, referencias, status y vínculos a material documental de referencia.

Se entregan los siguientes objetos externos:

- Colección digital de imágenes de material de herbario. En ella se han incluido imágenes referenciadas de especies representativas del catálogo y de hojas de herbario, tanto de ejemplares del extranjero como de ejemplares depositados en colecciones mexicanas. Se logró la repatriación de información y ejemplares del Herbario US y de materiales de referencia sobre cianoprocariontes colectados en las regiones de interés y depositados en diversos herbarios nacionales considerando principalmente reportes de especies no publicadas o reportadas con datos dudosos o incompletos.

Para el caso de otros herbarios localizados en diversos estados del país como son los herbarios UADY (Herbario Alfredo Barrera Marín), XALU (Herbario Arturo Gómez Pompa) y BCMEX (Universidad Autónoma de Baja California), se consultó con los curadores sobre la presencia de ejemplares del grupo, sin embargo, no fue posible incorporarlos ya que en los primeros dos casos los curadores de algas se habían jubilado y los ejemplares no estaban disponibles para su consulta, y en el tercer caso de acuerdo con el encargado de la colección, en esta no se incluye registro de este tipo de organismos.

Imágenes de ejemplares de herbario:

En la base de datos se incluyen 285 ejemplares con imágenes. 971 imágenes de ejemplares a nivel de especie y tres identificados a nivel género, depositadas en ENCB. 94 imágenes de ejemplares del herbario MEXU; tres a nivel de género y 91 a nivel de especie; 57 imágenes de ejemplares de 12 especies depositadas en el Smithsonian (US).

Adicionalmente, se entregaron 49 imágenes de 22 géneros y 6 especies representativos de taxa mexicanos, depositados en la colección de Cianoprocariontes del herbario FCME, las cuales, no están capturadas como objetos externos en la base de datos, ni están relacionadas al ejemplar o al taxón, sin embargo, se integrarán al banco de imágenes de CONABIO y serán una gran aportación a este, ya que, hoy en día en las bases de datos no se cuenta generalmente con imágenes de estos organismos .

Sobre el estado de conocimiento de cianoprocariontes en litorales mexicanos.

A nivel regional

A pesar de la diversidad ambiental, de los resultados se desprende que se desconoce la riqueza de especies de cianoprocariontes de gran parte de nuestros litorales. Así tenemos que, para las costas del Atlántico, donde incluso ya se contaba con un Catálogo de algas, el conocimiento que se tiene de este grupo todavía es incompleto. Al respecto se encontró que Tabasco no tiene ningún reporte y que el Arrecife Alacranes constituye la zona aparentemente más estudiada de Yucatán con 82.9 % de las localidades, mientras que el resto del litoral de este estado solo cuenta con reportes para 7 localidades. Aunque el estado de Quintana Roo ofrece una mejor representatividad en cuanto a localidades y ejemplares con reportes, en riqueza de especies presenta menores valores. Campeche con 23 localidades reportadas sólo registra alrededor de una docena de especies válidas.

A nivel de ambiente general

Casi todos los reportes de ejemplares se presentaron en el litoral rocoso, las lagunas costeras se encuentran pobremente representadas en este inventario. Únicamente 21 localidades de lagunas se presentaron en el Pacífico y 51 en el Atlántico.

A nivel de grupo taxonómico

En este informe de proyecto se reportan un total 240 nombres de especies (164 válidas) de 5 órdenes, 25 familias y 95 géneros. A nivel de familia, Chroococcales y Nostocales presentan mayor número, con 10 y siete familias respectivamente; Oscillatoriales y Synechococcales tienen cuatro y tres respectivamente y Pseudanabaenales dos. A nivel de género el orden Chroococcales presentó 34, Nostocales 25, Oscillatoriales 18, Pseudanabaenales siete y

Synechococcales tienen 10 representantes. Respecto de especies validas el orden más diverso fue Oscillatoriales con 56, seguido por Chroococcales con 43, Nostocales con 34, Pseudanabaenales con 23 y por último Synecoccochales con ocho. Se incluyen un género y 17 especies designadas con status ND que no han sido oficialmente designadas como sinónimos.

11. Discusión y Conclusión

Este trabajo parte de la revisión de obras que reportan cianoprocariontes marinos, de los cuales se elaboró una base de datos que constituye la primera integración de información taxonómica y nomenclatural de estos organismos para todo el litoral marino del país.

El número total de especies válidas reportado en estos estudios es de 164, que representa un 6.07% de las especies descritas en el Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas (2698 spp.) y 2.6 % de la diversidad predicha para el grupo (6298 spp.) según el modelo propuesto por Nabout y colaboradores (2013), lo que ratifica el grado de desconocimiento de este grupo en nuestros litorales, sobre todo si consideramos que México es considerado como un país megadiverso. En concordancia con lo que mencionan Hauer y colaboradores (2015) para ambientes continentales, podemos considerar que ya que no se ha inventariado la diversidad total de cianoprocariontes de gran parte de nuestros litorales (v. gr. Tabasco), es de esperarse que en la medida que se realicen mayor número de estudios taxonómicos, la riqueza de especies tenga valores varias veces mayores a los conocidos hasta ahora. Como ya se ha mencionado, esto se debe tanto a la escasez de taxónomos especializados en este grupo de organismos, como a que en especial las regiones tropicales son en general las áreas menos estudiadas y conocidas. Por otro lado, es preciso considerar que existe un importante número de reportes que pueden considerarse dudosos o mal identificados. Esto se debe a que no hay manuales de identificación de cianoprocariontes para litorales marinos tropicales, por ello es común que se identifique utilizando obras elaboradas para describir la flora de zonas templadas a pesar de que se ha demostrado en numerosas ocasiones (Montejano *et al.* 2005, Hauer *et al.* 2015) que las especies encontradas en zonas templadas son muy distintas a las de zonas tropicales. La integración de este primer inventario de cianoprocariontes bentónicos marinos de nuestros litorales puede considerarse como una línea base a partir de la cual va a ser posible analizar la riqueza específica de estos organismos en distintas regiones del país y comparar con otras zonas geográficas. Asimismo, se puede

considerar que constituye un punto de partida para la evaluación del estado de conocimiento de este grupo. Es necesario, como aportación a la conservación y protección de nuestros litorales, superar el gran desconocimiento que se tiene en particular de los cianoprocariontes y en general de los microorganismos que los habitan, especialmente considerando que desempeñan papeles ecológicos de gran importancia en la biosfera y representan una fuente potencial de nuevos productos de uso para la sociedad.

12. Referencias:

- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1988: Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. Oscillatoriales. –Archiv. Hyrbiol./ Algological Studies 50-53: 327-472.
- Anagnostidis, K. & Komárek, J. (1990): Modern approach to the classification system of cyanophytes. 5. Stigonematales. Arch hydrobiol/Suppl 86. Algological Studies 59: 1-73.
- Fautin D, Dalton P, Incze LS, Leong J-AC, Pautzke C, et al. 2010. An Overview of Marine Biodiversity in United States Waters. PLoS ONE 5(8): e11914. doi:10.1371/journal.pone.0011914
- Godínez, O.J.L. 2008. Colectores de algas de México (1787-1954). Acta Botánica Mexicana 85: 75-97.
- González Resendiz, L. H. León Tejera, J. Díaz Larrea, L. Alba Lois, C. Segal Kischinevsky. 2013. *Hassallia littoralis* sp. nov. (Cyanobacteria, Microchaetaceae) from Mexico's marine supralittoral based on morphological and molecular evidence. Phytotaxa 137 (1): 35-47.
- Guiry, M.D. y Guiry, G.M. 2018. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>
- Hauer, T., Muhlsteinová R., Bohunická, M., Kastovsky, J. y Mares, J. 2015. Diversity of cyanobacteria on rock surfaces. Biodivers. Conserv. 24:759-779.
- Hoffmann, L., Komárek, J. y Kastovsky, J. (2005): System of cyanoprokaryotes (cyanobacteria)- state in 2004. Arch. Hydrobiol. Suppl./ Algological Studies 159: 95-115.
- Index Nominum Algarum, University Herbarium, University of California, Berkeley. Compiled by Paul Silva. Available online at <http://ucjeps.berkeley.edu/CPD/>
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. (1986): Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2. Chroococcales. Arch Hydrobiol/Suppl 73. /Algological Studies 43:157-

- Komárek, J & Anagnostidis, K. (1989): Modern approach to the classification system of cyanophytes 4. Nostocales. Arch. Hydrobiol. / Algological Studies 56:247-345.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. (1999): Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales. In: Ettl H., Gärtner G., Heynig h. & Mollenhauer D. (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1, Gustav Fischer, Jena-Stuttgart-Lübeck-Ulm, 548 pp.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. (2005): Cyanoprokaryota 2. Teil/ 2nd Part: Oscillatoriales. - In: Büdel B., Krienitz L., Gärtner G. & Schagerl M. (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/2, Elsevier/Spektrum, Heidelberg, 759 pp.
- Komárek J. & Hauer T. (2013): CyanoDB.cz - On-line database of cyanobacterial genera. - Word-wide electronic publication, Univ. of South Bohemia & Inst. of Botany AS CR, <http://www.cyanodb.cz>.
- León Tejera, H., Gold Morgan, M. y G. Montejano. 2009. Benthic Cyanoprokaryota (Cyanobacteria) of the Gulf of Mexico, pp. 47–56 in Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico—Origins, Waters, and Biota.
- León Tejera, H., G. Montejano, L. González y L. Martinell. Biodiversidad de Cianoprocariontes. (Álvarez-Sánchez J., P. Rodríguez y A. Alarcón, Eds.) Biodiversidad de Microorganismos en México, su importancia, aplicación y conservación. Trillas, COLPOS y UNAM. En prensa.
- Margulis, L. y M. J Chapman. 2009. Kingdoms and Domains: An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth. Academic Press. 864 pp.
- Montejano, G., M. Gold-Morgan y H. León-Tejera. 2005. Survering the diversity of Cyanoprokaryotes in poorly known regions: the case of the central region of Mexico. Algological Studies 117:329-238.
- Nabout J.C., da Silva Rocha, B., Melo Carneiro, F. • y C. L. Sant’Anna. 2013. How many species of Cyanobacteria are there? Using a discovery curve to predict the species number. Biodiver Conserv. 22:2907-2918.
- Ortega, M.M., J.L. Godínez y G.G. Solórzano. 2001. Catálogo de algas bénticas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. Cuadernos 34. Instituto de Biología. UNAM. 594 pp. Proyecto U022.
- Pedroche, F.F., P.C. Silva, L.E. Aguilar-Rosas, K.M. Dreckmann y R. Aguilar Rosas. 2005. Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México. I. Chlorophycota. UABC.,

Ensenada. 135 p.

- Pedroche, F.F., P.C. Silva, L.E. Aguilar-Rosas, K.M. Dreckmann y R. Aguilar Rosas. 2008. Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México. II. Pheophycota. UAM-I, UABC, Ensenada. 125 pp.
- Wilkinson T., E. Wiken, J. Bezaury Creel, T. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan y M. Padilla, Ecorregiones marinas de América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 2009. 200 pp.