

LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN MÉXICO

EDITORES:

ALFREDO ORTEGA-RUBIO

MANUEL JESÚS PINKUS-RENDÓN

IRMA CRISTINA ESPITIA-MORENO



LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN MÉXICO

EDITORES

ALFREDO ORTEGA—RUBIO, MANUEL JESÚS PINKUS-RENDÓN E
IRMA CRISTINA ESPITIA-MORENO

Co-EDICIÓN:

CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE S. C.
LA PAZ, B. C. S.
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN,
MÉRIDA, YUCATÁN
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO,
MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN MÉXICO

Esta obra contó con comité editorial y cada capítulo fue estrictamente dictaminado y arbitrado por pares académicos

Derechos reservados©

Red Áreas Naturales Protegidas
Red Temática CONACYT

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Avenida Instituto Politécnico Nacional # 195 C.P. 23096
Col. Playa Palo de Santa Rita Sur
La Paz, Baja California Sur, México

Universidad Autónoma de Yucatán
Centro de Investigaciones Regionales
Unidad de Ciencias Sociales
Calle 61, No. 525 por 66 y 68
Col Centro. C.P. 97000
Mérida, Yucatán, México

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Avenida Francisco J. Múgica S/N
Ciudad Universitaria, C.P. 58030
Morelia, Michoacán, México.

Todos los derechos reservados. El contenido de esta publicación se puede reproducir únicamente con autorización previa por escrito de los autores de cada capítulo y siempre cuando se den los créditos correspondientes a los mismos: al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., a la Universidad Autónoma de Yucatán y a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Las opiniones expresadas por los autores (textos, figuras y fotos) no necesariamente reflejan la postura de las instituciones editoras de la publicación.

Diseño gráfico editorial y portada: DG. Gerardo Hernández García
Fotografías de portada y contraportada: Daniel Torres-Orozco Jiménez

Primera Edición: Diciembre, 2015

ISBN: 978-607-424-558-5

Preparación de este documento

La edición del libro “*Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México*” estuvo a cargo del Dr. Alfredo Ortega-Rubio, el Dr. Manuel Jesús Pinkus-Rendón y la Dra. Irma Cristina Espitia-Moreno. En este libro se integra la visión y conocimiento de especialistas de diversas disciplinas e instituciones, así como resultados de sus proyectos de investigación. Este libro nace como resultado de la iniciativa de **Red Áreas Naturales Protegidas**, Red Temática CONACYT bajo la coordinación del Dr. Alfredo Ortega Rubio y apoyada por la Dirección de Redes Temáticas de CONACYT.

Cita de este documento:

Para citar el libro:

Ortega-Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). 2015. *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Agradecimientos

Con deferente gratitud ofrecemos ampliamente un profundo reconocimiento a todas las personas que colaboraron en la realización de la presente obra. Con mayor respeto a todos los autores y co-autores de cada capítulo. A todo el personal de la Dirección de REDES Temáticas de CONACYT, especialmente al Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval, quien fue su Director durante el desarrollo de esta obra, y a la Dra. Véronica Bunge Vivier, actual Directora. Al personal de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), especialmente al M. en C. Luis Fueyo Mac Donald, quien fue Comisionado Nacional durante el desarrollo de este Libro, y al Licenciado Alejandro del Mazo Maza, actual Comisionado Nacional. A la Red Áreas Naturales Protegidas RENANP, de la cual la presente obra es fruto directo. Al D.G. Gerardo Hernández García por el diseño editorial de todo este documento y su salida digital para impresión.

ÍNDICE

PRÓLOGO	XXII
Exequiel Ezcurra	

SECCIÓN 1

ASPECTOS CONCEPTUALES

CAPÍTULO I

La investigación científica y las Áreas naturales Protegidas en México: una relación exitosa

Gonzalo Halffter, Clara Tinoco-Ojanguren, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos y Alfredo Ortega-Rubio.....	3
--	---

CAPÍTULO II

Una revisión panorámica de las Áreas Naturales Protegidas de México

Héctor Abelardo González-Ocampo, Gerardo Rodríguez-Quiroz y Alfredo Ortega-Rubio.....	19
---	----

CAPÍTULO III

La importancia de las Áreas Naturales Protegidas en nuestro país

Daniel Torres-Orozco Jiménez, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Joaquín Sosa-Ramírez, Patricia Cortés-Calva, Aurora Breceda Solís-Cámara, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos y Alfredo Ortega-Rubio.....	41
---	----

SECCIÓN 2

ASPECTOS METODOLÓGICOS

CAPÍTULO IV

Valoración de las diferentes categorías de las Áreas Naturales Protegidas en México

Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Joaquín Sosa-Ramírez y Alfredo Ortega-Rubio.....	67
---	----

CAPÍTULO V

Caracterización, diagnóstico y manejo de las Áreas Marinas Protegidas de México: propuesta metodológica

Silvia Margarita Ortiz-Gallarza, Francisco Uribe-Osorio y Alfredo Ortega-Rubio..... 85

CAPÍTULO VI

Uso de la Geomática para el análisis espacio-temporal de las Áreas Naturales Protegidas

Ernesto Soto-Galera y Myriam Adela Amezcua-Allieri..... 129

CAPÍTULO VII

Índice para la toma de decisiones sobre recursos bióticos en Áreas Naturales Protegidas

Silvia Margarita Ortiz-Gallarza y Alfredo Ortega-Rubio..... 147

SECCIÓN 3

ASPECTOS SOCIALES

CAPÍTULO VIII

Informes de Responsabilidad Social en las Áreas Naturales Protegidas de México

Irma Cristina Espitia-Moreno, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra y Alfredo Ortega-Rubio..... 179

CAPÍTULO IX

Aspectos socioeconómicos de la pesca artesanal en las Áreas Naturales Protegidas

Gerardo Rodríguez Quiroz, Héctor Abelardo González-Ocampo, Everardo Barba-Macías, Lourdes Jiménez-Badillo, Manuel Jesús Pinkus-Rendón, Miguel Angel Pinkus-Rendón y Alfredo Ortega-Rubio. 195

CAPÍTULO X

La perspectiva de género en los estudios sociales en las ANPs de nuestro país: una propuesta conceptual y metodológica

Magdalena Lagunas-Vázquez, Adán Gerardo Sosa y Silva, Luis Felipe Beltrán-Morales y Alfredo Ortega-Rubio..... 211

CAPÍTULO XI

Efecto de la implementación de una Área Protegida sobre el bienestar de comunidades rurales de Baja California Sur

Elizabeth Olmos-Martínez, Gonzalo Rodríguez Rodríguez, Silvia Salas y Alfredo Ortega-Rubio. 249

SECCIÓN 4

ASPECTOS AMBIENTALES

CAPÍTULO XII

Potenciales Bioindicadores del Elenco Ficológico de la Reserva De La Biosfera Sian Ka'an

Francisco Valadez-Cruz, Gabriela Rosiles-González y Alfredo Ortega-Rubio. 285

CAPÍTULO XIII

Los estudios sobre vertebrados y su aplicación en recomendaciones de manejo

Sonia Gallina y Alberto González-Romero. 315

CAPÍTULO XIV

Áreas Naturales Protegidas del Centro de México: degradación y recomendaciones

Víctor Javier Arriola-Padilla, Emma Estrada-Martínez, Rocío Medellín-Jiménez, Adriana Rosalía Gijón-Hernández, Luis Alberto Pichardo-Segura, Ramiro Pérez-Miranda y Alfredo Ortega-Rubio. 337

CAPÍTULO XV

Reserva de la Biosfera el Vizcaíno: 25 años de manejo y conservación

Patricia Cortés-Calva, Irma González López, Benito Bermúdez-Almada, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra y Alfredo Ortega-Rubio. 375

SECCIÓN 5

ASPECTOS SOCIO-AMBIENTALES

CAPÍTULO XVI

Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla: aspectos socio-ambientales prioritarios

Everardo Barba-Macías, Francisco Valadez-Cruz, Miguel Angel Pinkus-Rendón, Manuel Jesús Pinkus-Rendón, y Juan Juárez Flores..... 395

CAPÍTULO XVII

Vulnerabilidad ecológica, económica y social del sitio RAMSAR Bahía Magdalena, ante el cambio climático: una aproximación espacial

Alfredo Ortega-Rubio, Fausto Santiago-León, Magdalena Lagunas-Vázquez, Elizabeth Olmos-Martínez, Erick Rubio Fierro-Bandala y Luis Felipe Beltrán-Morales..... 411

SECCIÓN 6

CASOS DE ESTUDIO ESPECÍFICOS

CAPÍTULO XVIII

Desarrollo y conservación de la Reserva de la Biósfera Ría Celestún: ¿el ecoturismo es la respuesta?

Manuel Jesús Pinkus-Rendón, Miguel Angel Pinkus-Rendón y Everardo Barba-Macías..... 431

CAPÍTULO XIX

Los ecosistemas de la Sierra Fría en Aguascalientes y su conservación

Joaquín Sosa-Ramírez, Aurora Breceda Solís-Cámara, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos y Alfredo Ortega-Rubio..... 447

CAPÍTULO XX

La Sierra La Laguna en Baja California Sur: importancia de su conservación

Aurora Breceda Solís-Cámara, Joaquín Sosa Ramírez, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra y Alfredo Ortega-Rubio..... 473

SECCIÓN 7

CONCLUSIONES

CAPÍTULO XXI

Prioridades de investigación para las Áreas Naturales Protegidas de México

Alfredo Ortega-Rubio, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Lourdes Jiménez-Badillo, Manuel Jesús Pinkus-Rendón, Víctor Javier Arriola-Padilla, Joaquín Sosa-Ramírez, Francisco Valadez-Cruz, Gerardo Rodríguez-Quiroz, Everardo Barba-Macías, Irma Cristina Espitia-Moreno, Patricia Cortés-Calva, Aurora Breceda Solís-Cámara, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos, Héctor Abelardo González-Ocampo y Miguel Ángel Pinkus-Rendón..... 493

CAPÍTULO XXII

La sustentabilidad y las Áreas Naturales Protegidas de México: perspectivas de país

Miguel Ángel Pinkus-Rendón, Manuel Jesús Pinkus-Rendón, Gerardo Rodríguez Quiroz y Alfredo Ortega-Rubio..... 513

CAPÍTULO XXIII

Requerimientos de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas a los investigadores de México para el adecuado manejo de las Áreas Naturales Protegidas

Luis Fueyo Mac Donald y Vladimir Pliego Moreno..... 537

CAPÍTULO XII

POTENCIALES BIOINDICADORES DEL ELENCO FICOLÓGICO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN KA'AN

Francisco Valadez-Cruz*,
Gabriela Rosiles-González y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen:

Del inventario de algas de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, se resaltan aquellas especies que potencialmente tienen la cualidad de bioindicadores, lo que constituye una referencia útil para el monitoreo de sus sistemas acuáticos, la evolución de los efectos de las actividades humanas sobre dichos sistemas, la planificación y manejo sustentable de los ecosistemas y para la conservación de su biodiversidad.

Palabras clave: Algas, bioindicadores, diversidad, sistemas acuáticos cársticos, calidad del agua, México.

Abstract:

From the checklist of the algae from Sian Ka'an Biosphere Reserve the species with potential as bioindicator are enhanced, which is an useful reference for the monitoring of its aquatic systems, the evolution of the effects of human activities on such systems, the planning and sustainable management of ecosystems and for its biodiversity conservation.

Key Words: Algae, bioindicators, diversity, karst aquatic systems, water quality, México.

Antecedentes

En lengua Maya Sian Ka'an significa "donde nace el cielo", y es precisamente ahí en donde está ubicada esta Reserva de la Biosfera, comprendida entre las siguientes coordenadas geográficas: 19°05' y 20°06' N, 87°23' y 88°03' O (Fig. 1), en el Estado de Quintana Roo. La Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RSBK) cuenta con tres zonas núcleo y abarca una superficie de 528,000 ha (Fig. 2). La temperatura media anual en la región es de 26–27 °C, con máxima de hasta 35° C en verano y mínima de 17° C en enero y la precipitación media anual es de 1,250–1,300 mm (SMN, 2010). La Reserva incluye las principales comunidades vegetales de la Península de Yucatán: selva tropical, vegetación inundable, comunidades arbustivas. Así como, numerosos cuerpos de agua: cenotes, lagos, lagunas costeras, bahías someras con influencia de agua dulce y una plataforma arrecifal (CONANP, 2007).

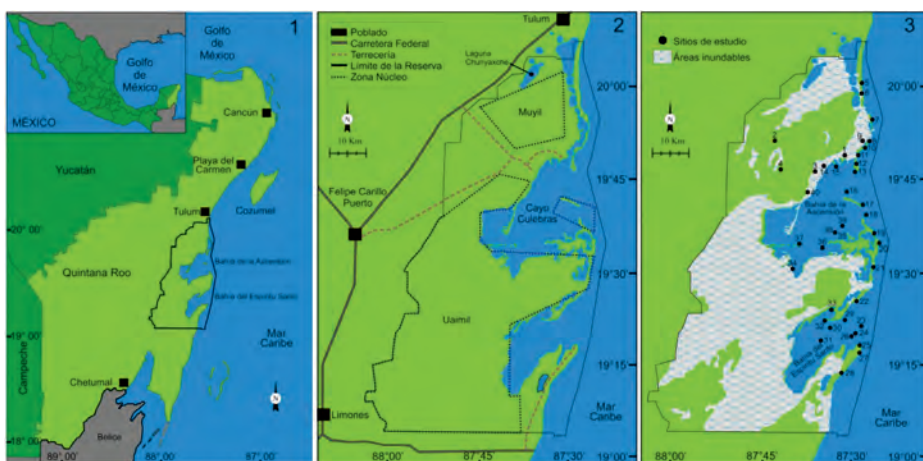


Figura 1. Ubicación de la RBSK, Quintana Roo, México. 2. Vías de acceso a las zonas núcleo. 3. Áreas inundables y sitios de estudio. Figuras de Francisco Valdez.

Naturaleza cárstica de Sian Ka'an y su sensibilidad a la contaminación

La plataforma cárstica de la Península de Yucatán, donde se localiza la RBSK, se caracteriza por su limitada variación de altitud, escurrimiento subterráneo y ausencia de una red fluvial superficial. Las fisuras, fracturas y fallas de las rocas, son los elementos que originan y controlan los sistemas cársticos (cavernas y cenotes) y desde luego el acuífero distintivo de la región. En estos sistemas cársticos la

continua disolución de carbonato de calcio (CaCO_3) resulta en aguas alcalinas que facilitan la precipitación de fósforo (P) con el CaCO_3 (McGlathery *et al.*, 1994).

Este proceso agota el P de la columna de agua limitando la productividad primaria (Howarth *et al.*, 1995; Lapointe *et al.*, 1992; Short *et al.*, 1990). En lo general, los sistemas acuáticos cársticos, como los de Sian Ka'an, se consideran oligotróficos por sus bajas concentraciones de nitrógeno total (NT) y fósforo total (PT). Sin embargo, la alta permeabilidad y baja retención de contaminantes por la roca caliza hacen del acuífero altamente vulnerable a la contaminación por excesivas entradas de nutrientes de origen antropogénico, las cuales pueden alterar las proporciones naturales de nutrientes tanto en las áreas de recarga como al interior de la Reserva (Beddows *et al.*, 2007).

Un estudio realizado por ASK (2003), señala que entre el 70 y el 90 % de las aguas servidas en los Municipios de Solidaridad/Tulum y Carrillo Puerto corresponden a aguas no tratadas (Fig. 5) y que el 68 % de las aguas residuales (tratadas o no) son inyectadas de manera directa al acuífero en el Estado de Quintana Roo (Fig. 5). Lo anterior sugiere que el crecimiento poblacional en las zonas de influencia de Sian Ka'an (Fig. 4) y el manejo inadecuado de las aguas residuales representan una potencial amenaza para la integridad ecológica de la Reserva (RAMSAR, 2003). Lo anterior se magnifica si consideramos que el transporte de contaminantes, en este tipo acuífero, es extremadamente rápido y de atenuación limitada (Kaçaroğlu, 1999).

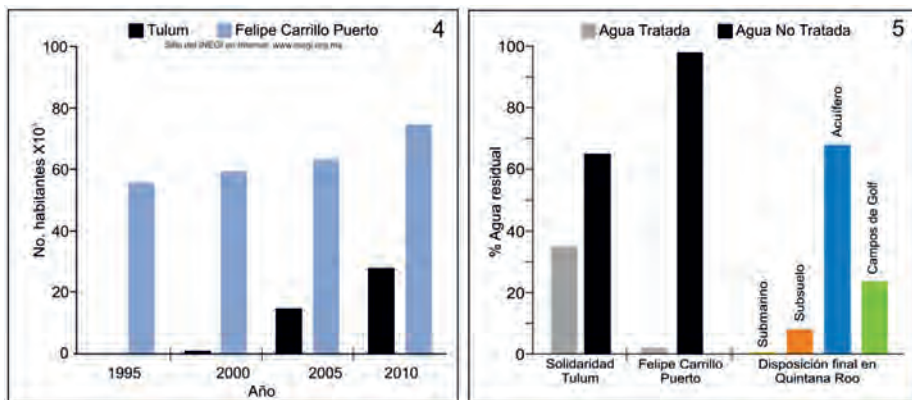


Figura 4. Crecimiento poblacional en las principales zonas de influencia de la RBSK. **5.** Porcentaje de agua residual en las principales zonas de influencia y su disposición final en Quintana Roo. Figuras modificada de ASK, 2003.

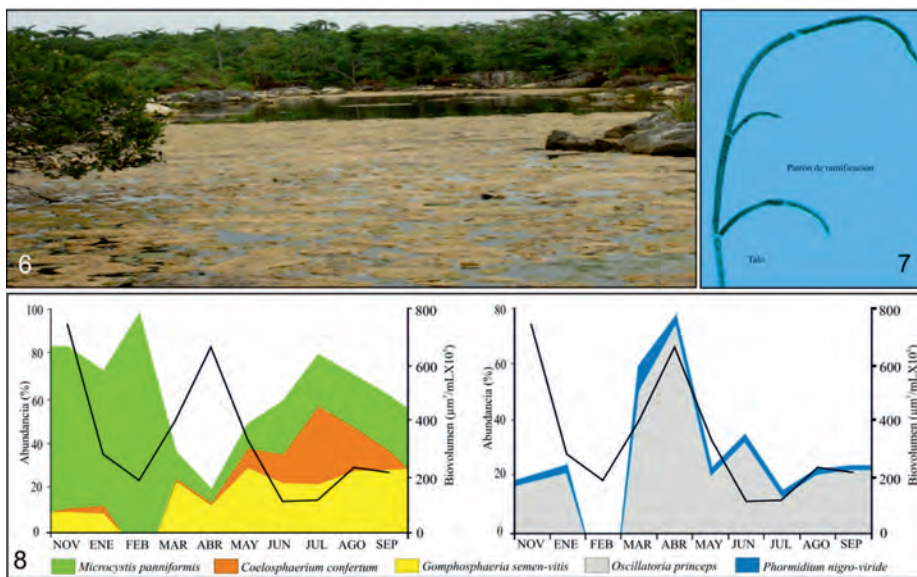
Mutchler *et al.* (2007), proporcionan evidencia de que las aguas residuales (altas concentraciones de $\delta^{15}\text{N}-\text{NO}_3$), han impactado distintos sistemas acuáticos en la Riviera Maya. Por otra parte, Hernández-Terrones *et al.*, (2011), sugieren que las altas concentraciones de $\text{N}-\text{NO}_3$ y las altas densidades de coliformes encontradas en varios pozos de Puerto Morelos son indicadores de contaminación del agua subterránea. Si bien, algunos cuerpos de agua son más vulnerables que otros, es un hecho que la excesiva entrada de NT y PT favorece la ocurrencia de crecimientos masivos de algas (Valadez *et al.*, 2013), lo cual contribuye al deterioro estético y pérdida de biodiversidad, acumulación de nutrimentos en los sedimentos, abatimiento de la concentraciones de oxígeno disuelto y cambios en las cadenas tróficas de los sistemas acuáticos.

Ejemplo de lo anterior es la recurrente floración del alga verde *Cladophora glomerata* en el Lago Lagartos (Figs. 6–7), localizado a 37 Km de la parte norte de la RBSK. Los crecimientos masivos de esta alga dulceacuícola se asocian al enriquecimiento de P por actividades humanas (Planas *et al.* 1996; Whitton, 1970). En este mismo cuerpo de agua, un exceso de N inorgánico disuelto (valor promedio de $42.7 \mu\text{M}$) y bajas concentraciones de P reactivo soluble (valor promedio de $1.0 \mu\text{M}$) promovieron la proliferación de cianobacterias en dos ocasiones (Fig. 8). La primera observada en noviembre del 2007 con el dominio de *Microcystis panniformis* ($7.40 \times 10^8 \mu\text{m}^3/\text{mL}$) y la segunda registrada en abril del 2008, con el predominio de *Oscillatoria princeps* ($6.55 \times 10^8 \mu\text{m}^3/\text{mL}$). Los datos de calidad del agua, el enriquecimiento por nitratos y el estado trófico basado en biovolumen, indicaron que Lagartos es un lago hiposalino, eutrófico, con limitación secundaria por fósforo y recurrentes crecimientos masivos de cianobacterias (Valadez *et al.*, 2013).

En el caso de los sistemas acuáticos de Sian Ka'an, solo se cuenta con información de una proliferación de *Pyrodinium bahamense* var. *bahamense* en la laguna costera de San Miguel (Gómez-Aguirre, 1998), sin embargo no se proporciona datos que relacionen la floración con un enriquecimiento por nutrientes. Al respecto, Philips *et al.* (2006) sugieren que las floraciones de este dinoflagelado se asocian con sistemas someros, con largos tiempos de residencia del agua y altas concentraciones de nutrientes. Por otra parte, Philips *et al.* (2004) observaron que *P. bahamense* var. *bahamense* llega a presentar crecimientos masivos bajo condiciones de baja salinidad (< 25), como las reportadas por Gómez-Aguirre (1998) para la laguna San Miguel.

Este dinoflagelado marino se considera no tóxico, sin embargo, Landsberg *et al.* (2006) confirmaron que puede producir saxitoxina, aunque no se ha documentado algún incidente por toxina paralizante (PSP, por sus siglas en inglés).

Como se puede apreciar, hay evidencia de que la entrada de nutrientes de origen antropogénico puede comprometer la integridad ecológica tanto de los sistemas acuáticos de la región como los de la Reserva, lo que a la postre, puede alterar la abundancia y diversidad de los organismos que en ellos se desarrollan.



Figuras 6–7. *Cladophora glomerata*; 6. Crecimiento masivo en Lago Lagartos; 7. Detalle del talo. Figuras de Francisco Valadez. 8. Biovolumen (línea oscura) y abundancia relativa (histogramas) de una proliferación de cianobacterias en Lago Lagartos. Figuras modificadas de Valadez *et al.*, 2013.

Análisis de Integridad Ecológica y uso de algas en el monitoreo de los sistemas acuáticos de Sian Ka’an

En respuesta a la potencial contaminación de los sistemas acuáticos de la Reserva, como medida preventiva y de protección, el Análisis de Integridad Ecológica de Sian Ka’an contempla el uso de algas (bioindicadores) como parte esencial en el monitoreo de dichos sistemas, sin embargo, su implementación permanece pendiente dada la carencia de inventarios confiables y actualizados (Cepeda-González *et al.*, 2007).

El uso de bioindicadores no sustituye a los datos físico-químicos del agua; sin embargo, la información biológica juega un papel importante por su alto nivel de integración de las condiciones del ambiente. Un buen bioindicador debe reunir, al menos, dos condiciones básicas: respuesta rápida y sensible a las alteraciones físicas, químicas y biológicas, así como, representatividad del gradiente espacio-temporal que se produce después de un evento de perturbación. Entre los organismos de amplio uso como bioindicadores de la salud de los sistemas acuáticos destacan las algas (Dixit *et al.*, 1992; Kennish *et al.*, 2011; Lowe y Pan, 1996; McGlathery, 2011; Stevenson, 1984).

Las algas son organismos procariontes y eucariontes que comparten niveles de organización celular y la capacidad de realizar fotosíntesis oxigénica. Constituyen el primer eslabón de la cadena trófica de la mayoría de los sistemas donde se desarrollan; dependen enteramente del agua para la obtención de nutrientes, intercambio de gases y procesos reproductivos, por lo que, la alteración en las características físicas y químicas del agua (naturales y/o antropogénicas), producen cambios en su composición, abundancia y diversidad dentro de las comunidades que constituyen, razón por la cual, se consideran buenos bioindicadores acuáticos (Weitzel, 1979).

En cuanto a los estudios florísticos y/o ecológicos en la RBSK, para las algas dulceacuícolas la única referencia previa es el trabajo de La Hée y Gaiser (2012). Estudios previos para el caso de las microalgas marinas son aquellos de Almazán-Becerril y Hernández-Becerril (2002), Almazán-Becerril *et al.* (2012), Hernández-Becerril y Almazán-Becerril (2004) y Gómez-Aguirre (1998). Para las macroalgas marinas las referencias bibliográficas previas son los trabajos de Acosta-Calderón (2011), Aguilar-Rosas (1990), Aguilar-Rosas *et al.* (1992, 1998), Díaz-Martín y Espinoza-Avalos (2000), Fikes *et al.* (2007), Inclán (1989), Keeney (1999) y Taylor (1972).

El objetivo del presente trabajo es el de resaltar aquellas especies de algas cuyas características –potenciales formadoras de crecimientos masivos– se les pueda considerar como bioindicadores y como elementos imprescindibles a considerar en los estudios ecológicos y programas de monitoreo que conlleven al manejo sustentable de los recursos naturales de Sian Ka'an.

Potenciales bioindicadores del Elenco Ficológico de la Reserva de la RBSK

De las 466 especies de algas reportadas en el Anexo I, considerando su potencialidad para formar floraciones, son 33 taxa las que tienen una clara utilidad de fungir como

bioindicadores, y de ellas: 22 (67 %) fueron macroalgas bentónicas marinas, 7 (21 %) microalgas perifíticas dulceacuícolas y 4 (12 %) microalgas planctónicas marinas. En cuanto a las algas dulceacuícolas, los crecimientos excesivos de *Merismopedia tenuissima*, *Cyclotella atomus* var. *gracilis*, *C. meneghiniana*, *Nitzschia acicularis* y *N. palea* se consideran indicadoras de condiciones eutróficas y de alto contenido de materia orgánica en las comunidades donde se desarrollan (Dantas et al., 2011; Krammer y Lange-Bertalot, 1997; Figs. 9–13), mientras que *Terpsinoe musica* es indicadora de aguas limpias (Krammer y Lange-Bertalot, 1991; Figs. 14–15). Entre las microalgas marinas, las floraciones de *Amphidinium operculatum*, *Prorocentrum lima*, *P. mexicanum* y *Pyrodinium bahamense* var. *bahamense*, además, de ser indicadoras de altas concentraciones de nutrientes, también lo son de cambios de salinidad, principalmente en lagunas costeras o manglares influenciados por descargas de agua dulce (Coello et al., 2010; Philips et al., 2004; Figs. 16–17) y algunas potencialmente tóxicas (Okolodkov, 2005).

Entre las macroalgas marinas, los crecimientos masivos de *Rhizoclonium phoenix* se consideran indicadores de aguas no impactadas (Torruco et al. 1993). Por otra parte, las floraciones de *Centroceras clavatum*, *Gelidium pusillum*, *Acetabularia calyculus*, *Caulerpa sertularioides*, *Chaetomorpha linum* y *Rhizoclonium riparium* se consideran tolerantes a materia orgánica de origen antropogénico (Collado Vides y González, 1993; Collado et al., 1994; Huerta y Tirado, 1970; Littler y Murray, 1978; Pedroche et al. 1995; Figs. 18–20). Finalmente, los blooms de *Acanthophora spicifera*, *Bostrychia tenella*, *Gracilaria tikvahiae*, *Hypnea spinella*, *Spyridia filamentosa*, *Caulerpa verticillata*, *Cladophora sericea*, *C. vagabunda*, *Cladophoropsis macromeres*, *C. membranacea*, *Enteromorpha flexuosa*, *E. intestinalis*, *Ulva fasciata* y *U. lactuca* se consideran indicadores de alto contenido de materia orgánica (Collado Vides y González, 1993; Collado et al., 1994; Kennish et al., 2011; McGlathery, 2011; Mendoza González y Mateo Cid, 1992; Fig. 21).

Discusión Académica

Dentro de los límites de la RBSK se encuentra un muy alto porcentaje de las algas dulceacuícolas reportadas para los sistemas acuáticos epicontinentales de Quintana Roo (Novelo y Tavera, 2011), y aun un más alto porcentaje de las especies de algas marinas conocidas para el Caribe Mexicano (Pedroche y Senties, 2003). Como podemos constatar en el Anexo I una proporción significativa de tales especies tiene potencialidades para fungir como bioindicadores. Sin embargo,

nuestro conocimiento de las floraciones algales en los cuerpos de agua cársticos de la Península de Yucatán y de la RBSK es limitado, por lo que el estudio de la autoecología de diferentes especies podría ayudar en una mayor comprensión de nichos de crecimiento, predicción de aparición y posibles estrategias de control para la minimización de las floraciones.

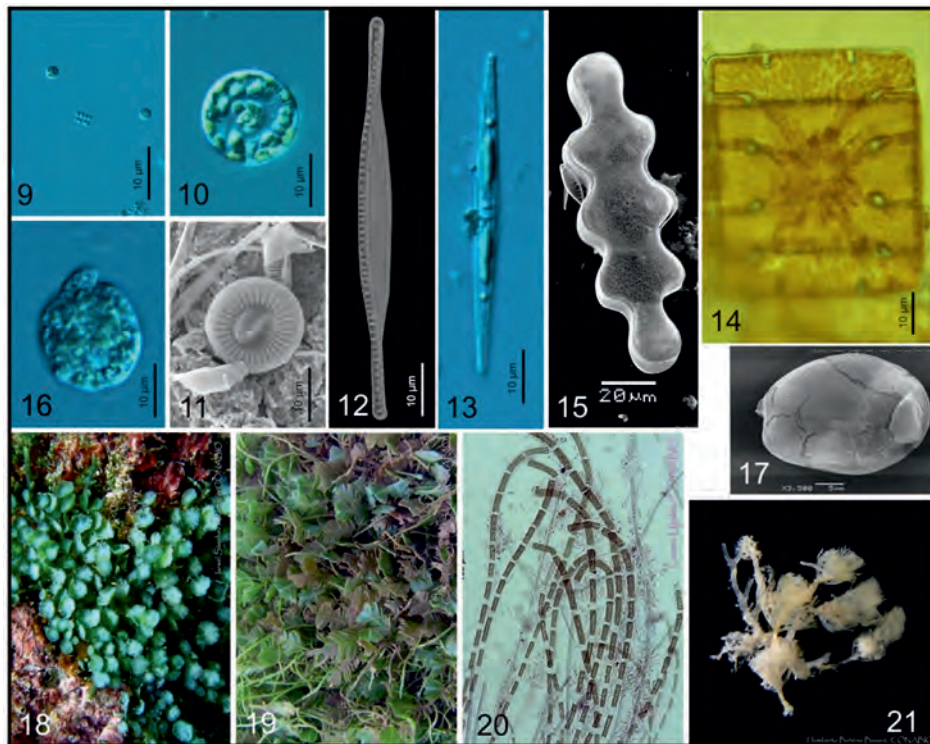


Figura 9. *Merismopedia tenuissima*; **10–11.** *Cyclotella meneghiniana* en microscopía de luz y electrónica de barrido, respectivamente; **12.** *Nitzschia acicularis*; **13.** *N. palea*; **14–15.** *Terpsinoe musica* en microscopía de luz y electrónica de barrido, respectivamente; **16.** *Amphidinium operculatum*, Figuras de Francisco Valadez; **17.** *Prorocentrum lima* en microscopía electrónica de barrido, Figura de Sergio Licea *et al.*/CONABIO; **18.** *Acetabularia calyculus*, Figura de Israel Sanchez/CONABIO; **19.** *Caulerpa sertularioides*, Figura de Carlos F. Candelaria/CONABIO; **20.** *Rhizoclonium riparium*, Figura de Lucero Ugalde/CONABIO; **21.** *Caulerpa verticillata*, Figura de Humberto Bahena/CONABIO.

Consideraciones finales y perspectivas

En esta contribución se presenta el primer listado de algas dulceacuícolas y marinas de la RBSK con alta potencialidad de fungir como bioindicadores, porque se constituye en un aporte imprescindible para los estudios de los impactos de las actividades humanas, el manejo sustentable de los recursos naturales de la reserva y para los programas de Análisis de Integridad Ecológica a desarrollarse no solo en la Reserva sino en toda la región.

En este contexto hacemos un llamado a generar mayores, y más profundos, estudios e investigaciones sobre las algas de agua dulce, muy especialmente las algas verdes, verde-azules, y las diatomeas, ello en virtud del particular potencial que sus especies tienen como potenciales indicadores biológicos del estado de salud de los sistemas acuáticos no solo de la RSBK, sino también de toda la región.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño gráfico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada

- Acosta-Calderón, J.A. 2011. *Variación espacio temporal de algas marinas bénticas (Chlorophyta, Rhodophyta, Phaeophyceae) durante 2008-2009, en la Bahía Ascensión y Espíritu Santo en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo.* Tesis de Licenciatura. Biología Marina. Universidad del Mar, Oaxaca, México. 92 pp.
- Aguilar-Rosas, M.A. 1990. *Algas marinas bentónicas de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo.* pp. 13-34. En: Navarro, D. y J.G. Robinson (Eds.). *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an Quintana Roo.* Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). Chetumal. Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO), México. 471 pp.

- Aguilar-Rosas, L.E., M.A. Aguilar-Rosas, A. Gómez-Pedroso-Cedillo y J.A. Fernández-Prieto. 1992. *Adiciones a la flora marina del Caribe mexicano*. Acta Botánica Mexicana 19: 77-84.
- Aguilar-Rosas, M.A., L.E. Aguilar-Rosas y R. Aguilar-Rosas. 1998. *Algas marinas de la región central de Quintana Roo, México*. Polibotánica 7: 15-32.
- Almazán-Becerril, A., G. Rosiles-González, S. Escobar-Morales, M. Rodríguez-Palacios y D.U. Hernández-Becerril. 2012. *Dinoflagelados bentónicos del Arrecife Mesoamericano: Caribe Mexicano*. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Unidad de Ciencias del Agua. Informe final Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (SNIB-CONABIO). Proyecto No. HJ033, México, D.F. 24 pp.
- ASK (Amigos de Sian Ka'an). 2003. Tratamiento de Aguas Residuales: construyendo las Bases Para la Conservación del Agua y su Biodiversidad Asociada en la Península de Yucatán [Wastewater treatment: constructing the basis for the conservation of water and the associated biodiversity on the Yucatan Peninsula]. CD-ROM, Amigos de Sian Ka'an, The Nature Conservancy y la Comisión de Áreas Naturales Protegidas, Cancún, Quintana Roo, México.
- Beddows, P.A., P.L. Smart, F.F. Whitaker y S.L. Smith. 2007. *Decoupled fresh-saline groundwater circulation of a coastal carbonate aquifer: Spatial patterns of temperature and specific electrical conductivity*. Journal of Hydrology 346 (1): 18-32.
- Cepeda-González, M.F., T. Lasch, A.O. Ortiz, F.E. Ursúa, G. Merediz, A. Franquesa, D.M. Bermúdez, J.A. Morales y M. Reza. 2007. *Programa de Monitoreo del Plan de Conservación del Complejo Sian Ka'an*. The Nature Conservancy, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Amigos de Sian Ka'an, A.C., United States Agency for International Development. Mérida, Yucatán, México. 123 pp.
- Coello, D., J. Cajas, P. Macias y J. Lindao. 2010. Floración algal ocasionada por *Prorocentrum mexicanum* en el canal de Jambelí. Revista Ciencias del May y Limnología 4(1): 25-33.
- Collado Vides L. y J. González González. 1993. *Macroalgas del sistema de Nichupté, Quintana Roo*. pp. 752-760. En: Salazar Vallejo S.I. y N.E. González (Eds.). Biodiversidad marina y costera de México, México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQROO).

- Collado Vides L., J. González González y M. Gold-Morgan. 1994. *A Descriptive Approach to the Floating Masses of Algae of a Mexican Caribbean Coastal Lagoon*. Botánica Marina 37: 391-396.
- CONANP. 2007. *Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an y Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil*. Borrador para consulta pública. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). México. 81 pp.
- Dantas, E.W., A.N. Moura y M.C. Bittencourt-Oliveira. 2011. *Cyanobacterial blooms in stratified and destratified eutrophic reservoirs in semi-arid region of Brazil*. Academia Brasileira de Ciências 83(4): 1327-1338.
- Díaz-Martín, M.A. y J. Espinoza-Avalos. 2000. *Distribution of brown seaweeds (Phaeophyta) in the Yucatan Peninsula, Mexico*. Bulletin of Marine Science 66(2): 279-289.
- Dixit, S.S., J.P. Smol, J.C. Kingston y D.F. Charles. 1992. *Diatoms: powerful indicators of environmental changes*. Environmental Science and Technology 26(1): 23-33.
- Fikes, R.L.; L.C. Smith, y R.L. Lehman. 2007. *Characterization of a High Energy Macroalgal Community in Quintana Roo, Mexico Using Digital Image Analysis*. The Texas Journal of Science 59 (2): 103-112.
- Gómez-Aguirre, S. 1998. *First record of Pyrodinium bahamense (Dinoflagellata) in brackish waters of the Mexican Caribbean coast*. Anales Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma México (UNAM), Serie Zoología 69: 121-123.
- Hernández-Becerril, D.U. y A. Almazán-Becerril. 2004. *Especies de dinoflagelados del género Gambierdiscus (Dinophyceae) del Mar Caribe mexicano*. Revista de Biología Tropical 52(1): 77-87.
- Hernández-Terrones, L., M. Rebolledo-Vieyra, M. Merino-Ibarra, M. Soto, A. Le-Cossec y E. Monroy-Ríos. 2011. *Groundwater Pollution in a Karstic Region (NE Yucatan): Baseline Nutrient Content and Flux to Coastal Ecosystems*. Water, Air, and Soil Pollution 218: 517-528.
- Howarth, R.W., H.S. Jensen, R. Marino y H. Postma. 1995. *Transport to and processing of P in near-shore and oceanic waters*. pp. 232-246. En: Thiessen, H (Ed.). SCOPE 54, Phosphorus in the global environment. Transfers, cycle sand management. J. Wiley and Sons. 476 pp.

- Huerta, L. y J. Tirado. 1970. *Estudio florístico-ecológico de las algas marinas de la costa del Golfo de Tehuantepec, México*. Boletín de la Sociedad Botánica de México 31: 115-137.
- Inclán-Rivadeneira, R. 1989. *Ecología de la epibiosis en las raíces inmersas de Rhizophora mangle en Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México*. Ciencias Marinas 15(1): 1-20.
- Kaçaroğlu, F. 1999. *Review of groundwater pollution and protection in karst areas*. Water, Air, and Soil Pollution 113: 337–356.
- Keeney, T.S. 1999. *Coral reef macroalgae in northern Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico*. M.S. Thesis. Biology Program, Texas A&M University-Corpus Christi. 58 pp.
- Kennish, J.M., B. Fertig y G.P. Sakowicz. 2011. *Benthic Macroalgal Blooms as an Indicator of System Eutrophy in the Barnegat Bay–Little Egg Harbor Estuary*. Bulletin New Jersey Academy of Science 56(1): 1–5.
- Krammer, K. y Lange-Bertalor H. 1991. *Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/3. Gustav Fisher, Stuttgart.
- Krammer, K. y Lange-Bertalor H. 1997. *Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/2 Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- La Hée, J.M. y E.E. Gaiser. 2012. *Benthic diatom assemblages as indicators of water quality in the Everglades and three tropical karstic wetlands*. Freshwater Science 31(1): 205-221.
- Lapointe, B.E., M.M. Littler y D.S. Littler. 1992. *Nutrient availability to marine macroalgae in siliclastic versus carbonate-rich coastal waters*. Estuaries 15: 75-82.
- Landsberg, J.H., H. Sherwood, J.N. Johannessen, K.D. White, S.M. Conrad, J.P. Abbott, L.J. Flewelling, R.W. Richardson, R.W. Dickey, E.L.E. Jester, S.M. Etheridge, J.R. Deeds, F.M. Van Dolah, T.A. Leiffield, Y. Zou, C.G. Beaudry, R.A. Benner, P.L. Rogers, P.S. Scott, K. Kawabata, J.L. Wolny y K.A. Steidinger. 2006. *Saxitoxin puffer fish poisoning in the United States, with the first report of Pyrodinium bahamense as the putative toxin source*. Environmental Health Perspectives 114: 1502–1507.
- Littler, M.M. y S.N. Murray. 1978. *Influence of Domestic Waters on Energetic Pathway in Rocky Intertidal Communities*. Journal of Applied Ecology 15: 583-595.

- Lowe, R. y Y. Pan. 1996. *Benthic algal communities as biological monitors*. pp. 705–739. En: Stevenson, R.J., M. Bothwell R.L. Lowe (Eds.). *Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems*. Academic Press. San Diego, California.
- McGlathery, K.J. 2011. Macroalgal blooms contribute to the decline of seagrass in nutrient-enriched coastal water. *Journal of Phycology* 37: 543-456.
- McGlathery, K.J., R. Marino y R. Howarth. 1994. *Variable rates of phosphate uptake by shallow marine carbonate sediments: Mechanisms and ecological significance*. *Biogeochemistry* 25: 127-146.
- Mendoza González, A.C. y L.E. Mateo Cid. 1992. *Algas marinas bentónicas de Isla Mujeres, Quintana Roo, México*. *Acta Botánica Mexicana* 19: 37-61.
- Mutchler, T., K.H. Dunton, A. Townsend-Small, S. Fredriksen y M.K. Rasser. 2007. *Isotopic and elemental indicators of nutrient sources and status of coastal habitats in the Caribbean Sea, Yucatan Peninsula, Mexico*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 74: 449-457.
- Novelo, E. y R. Tavera. 2011. *Un panorama gráfico de las algas de agua dulce de México*. *Hidrobiológica* 21(3): 333-341.
- Okolodkov, Y.B. 2005. *The global distributional patterns of toxic, bloom dinoflagellates recorded from the Eurasian Arctic*. *Harmful Algae* 4: 351–369.
- Pedroche, F.F. y A. Senties. 2003. *Ficología marina mexicana. Diversidad y Problemática actual*. *Hidrobiológica* 13 (1): 23-32.
- Pedroche, E.F., J.A. West, G.C. Zuccarello, A. Senties y U. Karsten. 1995. *Marine red Algae of the Mangrove in Southern Pacific México and Pacific Guatemala*. *Botánica Marina* 38: 111-119.
- Phlips, E.J., S. Badylak, S. Youn y K. Kelley. 2004. *The occurrence of potentially toxic dinoflagellates and diatoms in a subtropical lagoon, the Indian River Lagoon, Florida, USA*. *Harmful Algae* 3: 39–49.
- Phlips, E.J., S. Badylak, E. Bledsoe, M. Cichra. 2006. *Factors affecting the distribution of *Pyrodinium bahamense* var. *bahamense* in coastal waters of Florida*. *Marine Ecology Progress Series* 322: 99–115.
- Planas, D., S.C. Maberly y J.E. Parker. 1996. *Phosphorus and nitrogen relationships in *Cladophora glomerata* in two lake basins of different trophic status*. *Freshwater Biology* 35: 609–22.
- Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR). 2003. *Ficha Informativa de los humedales Sian Ka'an, RAMSAR*, 17pp.

- Short, F.T., W.C. Dennison y D.G. Capone. 1990. *Phosphorus-limited growth of tropical seagrass *Syringodium filiforme* in carbonate sediments*. Marine Ecology Progress Series 62: 169-174.
- Stevenson, R.J. 1984. *Epilithic and epipellic diatoms in the Sandisley River, with emphasis on species diversity and water pollution*. Hydrobiologia 114: 161-175.
- Taylor, W.R. 1972. *Marine algae of the Smithsonian-Bredin expedition to Yucatan*. Bulletin of Marine Science 22: 34-44.
- Torruco, D., M.A. González y W.D. Liddell. 1993. *Integración ecológica de grupos funcionales en la laguna arrecifal de Alacranes, Yucatán, México*. Brenesia 39-40: 37-49.
- Valadez, F., G. Rosiles-González, A. Almazán-Becerril y M. Merino-Ibarra. 2013. *Planktonic Cyanobacteria of the tropical karstic lake Lagartos from the Yucatan Peninsula, Mexico*. Revista de Biología Tropical 61(2): 971-979.
- Weitzel R.L. 1979. *Methods and Measurements of Periphyton Communities: A review*. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. 33 pp.
- Whitton, B.A. 1970. *Biology of Cladophora in freshwaters*. Water Research 4: 457-76.

Páginas Web

- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 2010. Temperatura y precipitación. <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/climatologia.html>; 18 May 2010.
- Sitio del INEGI en Internet: www.inegi.org.mx; 10 Mayo 2013.

Para citar esta obra:

- Valadez-Cruz, F., G. Rosiles-González y A. Ortega-Rubio. 2015. *Potenciales Bioindicadores del Elenco Ficológico de la Reserva De La Biosfera Sian Ka'an*. En: Ortega-Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México*. (pp.285-314). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Anexo I. Lista de especies de algas de la RSBK. Los números después de las autoridades taxonómicas indican los sitios de ocurrencia (Fig. 3). Potencial indicador biológico (PIB).

Grupo/Especie	PIB
CYANOPROKARYOTA	
Cyanophyceae	
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann ^{2,4}	+
<i>Phormidium kuetzingianum</i> (Kirchn.) Anagnostidis et Komárek ^{2,4}	
<i>Synechocystis pevalekii</i> Erceg ^{2,4}	
RHODOPHYTA	
Eurhodophytina	
<i>Acanthophora spicifera</i> (Vahl) Borg ^{7, 8, 11, 13, 18, 29, 37}	+
<i>Aglaothamnion cordatum</i> (Børg.) Feldm.-Maz. ¹¹	
<i>Aglaothamnion balliae</i> (Coll.) Aponte, Ballant. et Norris ⁷	
<i>Amansia multifida</i> Lamour. ¹¹	
<i>Amphiroa fragilissima</i> (L.) Lamour. ^{7, 8, 11, 13, 14, 15, 35}	
<i>Amphiroa rigida</i> Lamour. ^{7, 11, 25}	
<i>Amphiroa tribulus</i> (Ellis et Sol.) Lamour. ¹³	
<i>Anotrichum tenue</i> (Ag.) Näg. ^{7, 8, 11, 17, 18, 29, 31}	
<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevis. ^{6, 8, 11, 21}	
<i>Bostrychia montagnei</i> Harv. ^{13, 14}	
<i>Bostrychia tenella</i> (Lamour.) Ag. ¹¹	+
<i>Botryocladia pyriformis</i> (Børg.) Klin ⁶	
<i>Bryothamnion triquetrum</i> (Gmel.) Howe ^{7, 8, 10, 11}	
<i>Catenella caespitosa</i> (With.) Irvine ^{11, 13}	
<i>Caloglossa leprieurii</i> (Mont.) Martens ¹³	
<i>Centroceras clavulatum</i> (Ag.) Mont. ^{7, 8, 11, 13}	+
<i>Centroceras micracanthum</i> Kütz. ^{25, 29, 31}	
<i>Ceramium brevizonatum</i> var. <i>caraiibicum</i> Peter. et Borg. ^{25, 29}	
<i>Ceramium cimbricum</i> Peter. in Rosenv. ^{13, 25}	
<i>Ceramium cimbricum</i> f. <i>flaccidum</i> (Peter.) Furnari et Serio ^{13, 29}	
<i>Ceramium cruciatum</i> Coll. et Harv. ^{8, 25, 35}	
<i>Ceramium leutzelburgii</i> Schm. ^{15, 17, 18, 25, 29, 40}	
<i>Ceramium nitens</i> (Ag.) Ag. ^{7, 8, 11, 18, 25, 31}	

Continúa...

-
- Ceramium subtile* Ag. ^{11, 13}
- Ceramium virgatum* Roth ¹³
- Ceramium* sp. ^{13, 17, 18, 36, 37}
- Champia parvula* (Ag.) Harv. ^{7, 11, 17, 18}
- Champia parvula* var. *postrata* Williams ^{15, 17, 18, 24, 25, 29, 35}
- Champia salicornioides* Harv. ^{11, 13, 25}
- Chondracanthus acicularis* (Roth) Fredericq ^{7, 11}
- Chondracanthus teedii* (Mert. ex Roth) Kütz. ¹¹
- Chondria baileyana* (Mont.) Harv. ^{11, 13}
- Chondria cnicophylla* (Melvill) De Toni ^{15, 18, 23, 25}
- Chondria collinsiana* Howe ^{15, 35}
- Chondria curvilineata* Coll. et Herv. ^{18, 24, 25}
- Chondria dasyphylla* (Woodw.) Ag. ^{15, 17, 40}
- Chondria littoralis* Herv. ^{7, 8, 11, 13, 23, 25, 29, 31}
- Chondria platyramea* Jol. et Ugadim ^{11, 13}
- Chondria polyrhiza* Coll. et Herv. ^{7, 11, 18, 25}
- Chondrophycus corallopsis* (Mont.) Nam ²⁵
- Chondrophycus flagelliferus* (Ag.) Nam ¹³
- Chondrophycus papillosus* (Ag.) Garbary et Harper ¹³
- Chrysomenia planifrons* (Melvil) Ag. ^{13, 14}
- Colaconema daviesii* (Dillw.) Stegenga ^{25, 29}
- Coelothrix irregularis* (Harv.) Borg. ¹⁵
- Corynomorpha clavata* (Harv.) Ag. ¹³
- Crouania attenuata* (Ag.) Ag. ^{11, 13}
- Crouania pleurospora* Taylor ^{24, 25}
- Crouanophycus latiaxis* (Abbott) Athanas ^{15, 17, 18, 24, 25, 29, 31, 35}
- Dasya baillouiana* (Gmel.) Mont. ^{7, 25}
- Dasya caraibica* Borg. ⁷
- Dasya corymbifera* Ag. ^{7, 8, 11}
- Dasya mollis* Harv. ¹³
- Dasya rigidula* (Kütz.) Ardiss. ^{8, 11, 35}
- Digenea simplex* Ag. ^{6-8, 11, 14, 15, 17, 18, 31, 35}
- Dipterosiphonia dendritica* (Ag.) Schm. ^{7, 8, 11}
- Euclidean isiforme* (Ag.) Ag. ¹³
-

Continúa...

<i>Galaxaura rugosa</i> (Ellis et Sol.) Lamour.	7, 13, 14, 24	
<i>Ganonema dendroideum</i> (Crouan et Crouan) Ballant. et Aponte	11	
<i>Ganonema farinosum</i> (Lamour.) Fan et Wang	7, 8, 11	
<i>Gastroclonium parvum</i> (Hollenb.) Chang et Xia	7, 8, 11, 13, 17-19, 36, 38	
<i>Gayliella flaccida</i> (Harv. ex Kütz.) Cho et Fredericq	15, 18, 25, 29, 31, 35	
<i>Gayliella transversalis</i> (Coll. et Herv.) Cho et Fredericq	15, 17, 29, 35	
<i>Gelidiella acerosa</i> (Forssk.) Feldm. et Hamel	6-8, 11, 13, 25	
<i>Gelidiopsis</i> sp.	37	
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackh.) Lejolis	7	+
<i>Gracilaria armata</i> (Ag.) Grev.	13	
<i>Gracilaria cervicornis</i> (Turn.) Ag.	13	
<i>Gracilaria debilis</i> (Forssk.) Borg.	29	
<i>Gracilaria tickanubiae</i> MacLachlan	18, 29	+
<i>Gracilaria</i> sp.	6	
<i>Grallatoria reptans</i> Howe	11	
<i>Grateloupia gibbesi</i> Harv.	13, 17	
<i>Griffithsia globulifera</i> Harv. ex Kütz.	7, 8, 11, 13	
<i>Griffithsia heteromorpha</i> Kütz.	17, 18, 25	
<i>Griffithsia radicans</i> Kütz.	11, 13, 25	
<i>Haloplegma duperreyi</i> Mont.	13	
<i>Heterodasya mucronata</i> (Harv.) Wynne	7, 8, 11	
<i>Heterosiphonia bipinnata</i> Howe	18, 24, 25, 29	
<i>Heterosiphonia crispella</i> (Ag.) Wynne	18, 25, 35	
<i>Heterosiphonia crispella</i> var. <i>laxa</i> (Borg.) Wynne	17, 18, 25, 29, 35	
<i>Heterosiphonia gibbesii</i> (Harv.) Falkenb.	7, 8, 11, 13, 14	
<i>Heterosiphonia pecten-veneris</i> (Harv.) Falkenb.	7, 8, 11, 15, 25, 35	
<i>Herposiphonia secunda</i> (Ag.) Ambr.	7, 8, 11	
<i>Herposiphonia secunda</i> f. <i>tenella</i> (Ag.) Wynne	7, 8, 11, 15, 17, 18, 24, 29, 31, 35	
<i>Herposiphonia tenella</i> (Ag.) Ambr.	13, 14	
<i>Hydrolithom farinosum</i> (Lamour.) Penrose et Chamb.	14, 15, 17, 18, 25, 29, 31, 35	
<i>Hypnea cervicornis</i> Ag.	10, 13	
<i>Hypnea musciformis</i> (Wulf.) Lamour.	8, 10, 11, 13, 17, 18	
<i>Hypnea spinella</i> (Ag.) Kütz.	11, 13, 18, 25, 29, 31	+
<i>Hydropuntia cornea</i> (Ag.) Wynne	13	

Continúa...

-
- Hydropuntia crassissima* (Crouan et Crouan) Wynne ^{6,7}
- Halymenia duchassaingnii* (Ag.) Ktlin ¹¹
- Hypneocolax stellaris* Borg. ^{13,17}
- Jania adhaerens* Lamour. ^{7, 8, 11, 14, 18, 25, 29, 31, 37, 40}
- Jania capillaceae* Harv. ^{10, 13, 14, 24, 30}
- Jania cubensis* Mont. ex Kütz. ^{11, 15}
- Jania pumila* Lamour. ^{7, 13}
- Jania rubens* (L.) Lamour. ¹¹
- Jania subuluta* (Ellis et Sol.) Sond. ¹¹
- Jania tenella* (Kütz.) Grun. ^{13, 25}
- Kallymenia limminghei* Mont. ¹³
- Laurencia filiformis* (Ag.) Mont. ^{7, 8, 11, 15, 17, 18, 25, 35}
- Laurencia intricata* Lamour. ^{7, 8, 11, 14, 15, 17, 18, 23-25, 29, 31, 35}
- Laurencia microcladia* Kütz. ^{7, 8, 11}
- Laurencia minuta* Vandermeulen, Garbary et Guiry ^{17, 25}
- Laurencia obtusa* (Huds.) Lamour. ^{11, 13, 15, 23, 25, 29, 35}
- Laurencia papillosa* (Ag.) Grev. ^{7, 8, 10, 11, 13, 14}
- Laurencia poiteani* (Lamour.) Howe ^{7, 8, 13}
- Laurencia* sp. ^{13, 17, 18, 37}
- Liagora ceranoides* Lamour. ⁷
- Lithophyllym pustulatum* (Lamour.) Näg. ²⁹
- Lophocladia trichoclados* (Ag.) Ag. ^{7, 8, 11, 13}
- Lophosiphonia cristata* Falkenb. ^{8, 29}
- Martensia fragilis* Harv. ¹³
- Melobesia membranacea* (Esper) Lamour. ^{14, 17, 29, 35}
- Meridiocolax polysiphoniae* (Oliveira et Ugadim) Morrill ²⁴
- Mesophyllum incertum* (Fosl.) Lemoine ^{11, 13, 25}
- Murrayella pericladus* (Ag.) Schm. ¹³
- Neogoniolithon spectabile* (Fosl.) Setch. et Mason ¹⁷
- Neogoniolithon strictum* (Fosl.) Setch. et Manson ^{11, 25}
- Neogoniolithon trichotomum* (Heydr.) Setch. et Manson ¹³
- Neosiphonia ferulacea* (Suhr ex Ag.) Guim. et Fuji ^{7, 8, 11, 18, 25, 31, 35}
- Neosiphonia gorgoniae* (Harv.) Guim. et Fuji ^{11, 13, 15, 25}
- Neosiphonia harveryi* (Bail.) Kim, Choi, Guiry et Saunders ^{13, 15}
-

Continúa...

<i>Neosiphonia hawaiiensis</i> (Hollenb.) Kim et Abbott	18, 25, 35	
<i>Neosiphonia sertularioides</i> (Gratel.) Nam et Kang	13	
<i>Neosiphonia tongatensis</i> (Harv. ex Kütz.) Kim et Lee	7, 8, 11	
<i>Ochtodes secundiramea</i> (Mont.) Howe	7	
<i>Palisada flagellifera</i> (Ag.) Nam	7, 15, 17, 25	
<i>Palisada perforata</i> (Bory) Nam	15, 18, 35	
<i>Peryssonellia armorica</i> (Crouan et Crouan) Web. Bosse	25, 35	
<i>Peryssonellia conchicola</i> Picconne et Grun.	17, 25	
<i>Peryssonellia simulans</i> Web. van Boree in Borg	40	
<i>Platoma cyclocarpum</i> (Mont.) Schm.	13	
<i>Pneophyllum confervicola</i> (Kütz.) Chamb.	17, 19	
<i>Pneophyllum fragile</i> Kütz.	17, 19, 25	
<i>Polysiphonia atlantica</i> Kapraun et Norris	18, 23, 25, 29	
<i>Polysiphonia binneyi</i> Harv.	15, 17, 18, 25, 29, 31, 35	
<i>Polysiphonia breviarticulata</i> (Ag.) Zanard.	13, 16, 17, 36, 37, 38	
<i>Polysiphonia denudata</i> (Dillw.) Grev. ex Harv.	8, 13, 25	
<i>Polysiphonia havanensis</i> Mont.	13	
<i>Polysiphonia howei</i> Hollenb. in Taylor	7, 8, 11, 15, 25	
<i>Polysiphonia opaca</i> (Ag.) Moris et De Not.	7, 8, 11	
<i>Polysiphonia pseudovillum</i> Hollenb.	15	
<i>Polysiphonia scopolorum</i> Harv.	13	
<i>Polysiphonia scopolorum</i> var. <i>villum</i> (Ag.) Hollenb.	8, 18, 36, 40	
<i>Polysiphonia sertularioides</i> (Gratel.) Ag.	11, 17, 29	
<i>Polysiphonia sphaerocarpa</i> Borg.	7, 8, 11, 15, 17, 18	
<i>Polysiphonia subtilissima</i> Mont.	13	
<i>Polysiphonia</i> sp.	13, 18, 37	
<i>Pterocladia sanctarum</i> (Feldm. et Hamel) Santel.	15	
<i>Ptilothamnion speluncarum</i> (Coll. et Herv.) Ballant. et Wynne	11	
<i>Spermathamnion gymnocarpum</i> Howe	13	
<i>Spermathamnion investiens</i> (Crouan et Crouan) Vicjers	11	
<i>Spermathamnion</i> sp.	18	
<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulf.) Harv.	7, 8, 13, 14, 37	+
<i>Spyridia hypnoides</i> (Bory) Pepenf.	13, 25	
<i>Taenioma nanum</i> (Kütz.) Pepenf.	7, 11, 18, 29	

Continúa...

-
- Tiffaniella gorgonea* (Mont.) Doty et Meñez ¹¹
Trichogloopsis pedicellata (Howe) Abbott et Doty ¹³
Tricleocarpa fragilis (L.) Huisman et Tows. ¹³
Wrangelia argus (Monta.) Mont. ^{8,11}
Wrangelia bicuspidata Borg. ¹¹
Wrangelia penicillata (Ag.) Ag. ^{7,8}
Wrighiella blodgettii (Harv.) Schm. ¹¹
Wurdemannia miniata (Spreng) Feldm. et Hamel ^{8,11}
Yuzura poiteani (Lamour.) Martin-Lescanne ^{15, 17, 18, 24, 25, 29, 31, 35}
Yuzura poiteani var. *gemmifera* (Harv.) Wynne ^{14, 15, 17, 18, 23, 25, 35}

Metarhodophytina

- Erythrotrichia carnea* (Dillw.) Ag. ^{15, 17, 18, 25, 29, 31, 35}

Rhodophytina

- Stylonema alsidii* (Zanard.) Drew ^{8, 15, 17, 18, 23, 25, 29, 35}

OCHROPHYTA

Chrysophyceae

- Chromulina fusiformis* Conr. ^{1, 2, 4}

Phaeophyceae

- Canistrocarpus cervicornis* (Kütz.) De Paula et De Clerck ^{18, 25, 29}
Cladosiphon occidentalis Kylin ¹¹
Dictyota bartayresiana Lamour. ^{7, 12, 13, 16, 17, 19, 25, 38}
Dictyota caribaea Hör. et Sch. ^{15, 18, 35}
Dictyota cervicornis Kütz. ^{7-12, 16, 18, 19, 25, 36}
Dictyota ciliolata Sond. ex Kütz. ^{7, 8, 11, 20}
Dictyota dicothoma ((Huds.) Lamour. ^{7, 8, 11, 12, 16, 18, 19, 25}
Dictyota dicothoma var. *intricata* (Ag.) Grev. ^{7, 8}
Dictyota guineensis (Kütz.) Crouan et Crouan ^{7, 8, 11, 20, 22, 25, 32}
Dictyota jamaicensis Taylor ^{8, 19}
Dictyota menstrualis (Hoyt) Sch., Hör. et W.P. ^{16, 19, 20, 22, 26-29, 32, 33, 36, 39}
Dictyota mertensii (Mart.) Kütz. ^{8, 9, 11, 16, 25}
Dictyota pinnatifida Kütz. ^{7, 8, 11, 20, 25}
Dictyota pulchella Hör. et Sch. ^{9, 11, 16-20, 22, 25, 27, 28, 32, 35}
Dictyota sp. ⁶
Dictyopteris delicatula Lamour. ^{11, 16, 20, 26, 28}
-

Continúa...

-
- Dictyopteris justii* Lamour. ^{11,14}
Feldmannia irregularis (Kütz.) Hamel ^{22, 26, 29}
Hincksia mitchelliae (Harv.) Silva ^{20, 28}
Kuetzingiella elachistaeformis (Heydr.) Balakri. et Kinkar ²⁹
Lobophora variegata (Lamour.) Womers. ex Oliveira ^{6-9, 11, 13,16, 18, 20,24 ,25, 27-29}
Onslowia endofitica Searles et Leister ²⁵
Padina boergesenii Allender et Kraft ²⁷
Padina gymnspora (Kütz.) Sond. ¹¹
Padina haitiensis Thivy ²⁵
Padina sanctae-crucis Borg. ^{6-11, 16, 19, 20, 22, 25}
Sargassum buxifolium (Chauv.) Wynne ¹¹
Sargassum filipendula Ag. ²⁵
Sargassum fluitans (Borg.) Borg. ^{6, 7, 11, 22}
Sargassum furcatum Kütz. ²²
Sargassum hystrix Ag. ^{6-9, 19, 20, 22}
Sargassum natans (L.) Gaillon ^{6, 25}
Sargassum platycarpum Mont. ^{7, 8, 25}
Sargassum polyceratium Mont. ^{7-9, 11, 19, 20, 22, 25}
Sargassum vulgare Ag. ^{7, 9, 13, 25}
Spatoglossum schroederi (Ag.) Kütz. ^{18, 25, 29, 31}
Sphaelaria tribuloides Menegh. ¹¹
Sytopodium zonale (Lamour.) Peperf. ^{8-10, 16, 18, 22, 25, 26, 28}
Turbinaria tricostrata Barton ^{6-8, 11, 22, 38}
Turbinaria turbinata (L.) Kuntze ^{6, 8, 11, 14, 22, 25}

Xanthophyceae

- Characiopsis sphagnicola* Pasch. ^{2, 4}

BACILLARIOPHYTA

Coscynodyscophyceae

- Cyclotella atomus* var. *gracilis* Genkil et Kiss ^{1, 2, 3, 4} +
Cyclotella litoralis Lange-Bert. et Syvertsen ^{1, 2, 3, 4}
Cyclotella meneghiniana Kütz. ^{1, 2, 3, 4} +
Cyclotella striata (Kütz.) Grun. ^{1, 2, 3, 4}
Cyclotella sp. ^{2, 4}
Melosira nummuloides (Dillw.) Ag. ^{1, 2, 3, 4}
-

Continúa...

Terpsinoe musica Ehren. ^{2,4} +

Fragilariophyceae

Fragilaria cf. *famelica* (Kütz.) Lange-Bert. ^{1,2,3,4}

Fragilaria hialina (Kütz.) Grun. ^{1,2,3,4}

Fragilaria nanana Lange-Bert. ^{1,2,3,4}

Fragilaria synegrotesca Lange-Bert. ^{1,2,3,4}

Fragilaria ulna var. *ulna* (Nitz.) Lange-Bert. ^{1,2,3,4}

Limnophora hyalina (Kütz.) Grun. ^{1,3}

Synedra acus var. *angustissima* Ehren. ^{1,2,3,4} +

Bacillariophyceae

Achnanthes temperei Perag. ^{1,2,3,4}

Achnantheidium exiguum (Grun.) Czarn. ^{1,2,3,4}

Achnantheidium neomicrocephalum Lange-Bert. et Staab ^{2,4}

Achnantheidium sp. ^{2,4}

Amphora corpulenta var. *capitata* Temp. et Perag. ^{1,2,3,4}

Amphora cymbifera var. *beritierarum* Wachnicka et Gaiser ^{1,2,3,4}

Amphora ovalis (Kütz.) Kütz. ^{1,2,3,4}

Amphora pseudoproteus Wachnicka et Gaiser ^{1,2,3,4}

Amphora sulcata (Bréb.) Cleve ¹⁻⁴

Amphora sp. 1 ^{2,4}

Amphora sp. 2 ^{2,4}

Amphora sp. 3 ^{2,4}

Anomoneis sphaerophora (Ehren.) Pfitzer ^{1,2,3,4}

Brachysira estonarium Witkow., Lange-Bert. et Metz. ^{1,2,3,4}

Brachysira cf. *hofmanniae* Lange-Bert. ^{1,2,3,4}

Brachysira neoexilis Lange-Bert. ^{1,2,3,4}

Brachysira procerca Lange-Bert. et Moser ^{1,2,3,4}

Caponea caribbea Podz. ^{1,2,3,4}

Cocconeis placentula Ehren. ^{1,2,3,4}

Cymbella affinis Kütz. ^{1,2,3,4}

Diploneis cf. *elliptica* var. *tropica* Freng. ^{1,2,3,4}

Diploneis didyma (Ehren.) Ehren. ^{1,2,3,4}

Diploneis oblongella (Näg. ex Kütz.) Cleve-Euler ^{1,2,3,4}

Diploneis parma Cleve ^{1,2,3,4}

Continúa...

<i>Diploneis puella</i> (Schum.) Cleve	1, 2, 3, 4
<i>Diploneis suborbicularis</i> (Greg.) Cleve	1, 2, 3, 4
<i>Diploneis</i> sp. 1	1, 2, 3, 4
<i>Diploneis</i> sp. 2	1, 2, 3, 4
<i>Encyonema elginense</i> (Kramm.) Mann	1, 2, 3, 4
<i>Encyonema evergladianum</i> Kramm.	1, 2, 3, 4
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) Mann	1, 2, 3, 4
<i>Encyonema</i> sp. 1	1, 2, 3, 4
<i>Encyonema</i> sp. 2	1, 2, 3, 4
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grun.) Kramm.	1, 2, 3, 4
<i>Encyonopsis subminuta</i> Kramm. et Reich.	1, 2, 3, 4
<i>Eunotia camelus</i> Ehren.	1, 2, 3, 4
<i>Eunotia</i> cf. <i>karenae</i> Metz. et Lange-Bert.	1, 2, 3, 4
<i>Eunotia flexuosa</i> (Bréb. ex Kütz.) Kütz.	1, 2, 3, 4
<i>Eunotia maior</i> (Sm.) Rabenh.	1, 2, 3, 4
<i>Eunotia monodon</i> Ehren.	1, 2, 3, 4
<i>Gomphonema affine</i> Kütz.	1, 2, 3, 4
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kütz.) Rabenh.	1, 2, 3, 4
<i>Gomphonema gracile</i> Ehren.	1, 2, 3, 4
<i>Gomphonema intricatum</i> var. <i>vibrio</i> (Ehren.) Cleve	1, 2, 3, 4
<i>Gomphonema maclaughlinii</i> Reich.	1, 2, 3, 4
<i>Gomphonema</i> cf. <i>vibriodes</i> Richardt et Lange-Bert.	1, 2, 3, 4
<i>Hantzschia vivacior</i> Lange-Bert.	1, 2, 3, 4
<i>Haslea spicula</i> (Hickie) Lange-Bert.	1, 2, 3, 4
<i>Mastogloia braunii</i> Grun.	1, 2, 3, 4
<i>Mastogloia lanceolata</i> Thw. ex Sm.	1, 2, 3, 4
<i>Mastogloia</i> cf. <i>smithii</i> Thw. ex Sm.	1, 2, 3, 4
<i>Mastogloia smithii</i> var. <i>lacustris</i> Grun.	1, 2, 3, 4
<i>Mastogloia</i> sp.	1, 2, 3, 4
<i>Navicella pusilla</i> (Grun.) Kramm.	1, 2, 3, 4
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bert.	1, 2, 3, 4
<i>Navicula heimansioides</i> Kramm. et Reich.	1, 2, 3, 4
<i>Navicula palestinae</i> Gerloff, Natour et Rivera	1, 2, 3, 4
<i>Navicula pseudocrassorostis</i> Hust.	1, 2, 3, 4

Continúa...

<i>Navicula</i> cf. <i>radiosa</i> Kütz.	1, 2, 3, 4	
<i>Navicula subtilissima</i> Cleve	1, 2, 3, 4	
<i>Navicula</i> sp. 1	1, 2, 3, 4	
<i>Navicula</i> sp. 2	1, 2, 3, 4	
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) Sm.	1, 2, 3, 4	+
<i>Nitzschia denticula</i> Grun.	1, 2, 3, 4	
<i>Nitzschia lacunarum</i> Hust.	1, 2, 3, 4	
<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>subtilis</i> (Grun.) Hust.	1, 2, 3, 4	
<i>Nitzschia microcephala</i> Grun.	1, 2, 3, 4	
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) Sm.	1, 2, 3, 4	+
<i>Nitzschia semirobusta</i> Lange-Bert.	1, 2, 3, 4	
<i>Nitzschia serpentiraphe</i> Lange-Bert.	1, 2, 3, 4	
<i>Nitzschia tubicola</i> Grun.	1, 2, 3, 4	
<i>Nitzschia</i> sp. 1	1, 2, 3, 4	
<i>Nitzschia</i> sp. 2	1, 2, 3, 4	
<i>Parlibellus</i> sp.	1, 2, 3, 4	
<i>Pinnularia divergens</i> Sm.	1, 2, 3, 4	
<i>Pinnularia</i> sp. 1	1, 2, 3, 4	
<i>Pinnularia</i> sp. 2	1, 2, 3, 4	
<i>Plagiotropis</i> sp.	1, 2, 3, 4	
<i>Pleurosigma</i> sp.	1, 2, 3, 4	
<i>Proschkinia</i> sp.	1, 2, 3, 4	
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehren.) Müll.	1, 2, 3, 4	
<i>Rhopalodia</i> sp.	1, 2, 3, 4	
<i>Sellaphora laevis</i> (Kütz.) Kramm.	1, 2, 3, 4	
<i>Seminavis eulensteini</i> (Grun.) Danielidis, Ford et Kennett	1, 2, 3, 4	
<i>Tryblionella scalaris</i> (Ehren.) Siver et Hamilton	1, 2, 3, 4	
DINOPHYTA		
Dinophyceae		
<i>Amphidinium operculatum</i> Clap. et Lachm.	5, 11-13	+
<i>Bysmatrum caponii</i> Faust et Steid.	5, 11-13	
<i>Bysmatrum subsalsum</i> (Ostenf.) Faust et Steid.	5, 11-13	
<i>Coolia monotis</i> Meun.	5, 11-13	
<i>Dinophysis siankanensis</i> Almazán et Hernández-Becerril	13, 25	

Continúa...

<i>Gambierdiscus belizeanus</i> Faust	5, 11-13	
<i>Gambierdiscus toxicus</i> Adachi et Fukuyo	5, 7, 8, 11-13, 25	
<i>Gambierdiscus yasumotoi</i> Holmes	5	
<i>Ostreopsis heptagona</i> Norris, Bomber et Balech	5, 11-13	
<i>Ostreopsis belizeanus</i> Faust	5, 11-13	
<i>Ostreopsis ovata</i> Fukuyo	5, 11-13	
<i>Ostreopsis siamensis</i> Schm.	5, 11-13	
<i>Plagiodinium belizeanum</i> Faust et Balech	5, 11-13	
<i>Prorocentrum belizeanum</i> Faust	5, 11-13	
<i>Prorocentrum caribbaeum</i> Faust	5, 11-13	
<i>Prorocentrum compressum</i> (Bail.) Abé et Dodge	5, 11-13	
<i>Prorocentrum concavum</i> Fukuyo	5, 11-13	
<i>Prorocentrum elegans</i> Faust	5, 11-13	
<i>Prorocentrum emarginatum</i> Fukuyo	5, 11-13	
<i>Prorocentrum foraminosum</i> Faust	5, 11-13	
<i>Prorocentrum gracile</i> Schütt	5, 11-13	
<i>Prorocentrum hoffmanianum</i> Faust	5, 11-13	
<i>Prorocentrum lima</i> (Ehren.) Stein	5, 11-13	+
<i>Prorocentrum maculosum</i> Faust	5, 11-13	
<i>Prorocentrum mexicanum</i> Osorio-Tafall	5, 11-13	+
<i>Prorocentrum ruetzlerianum</i> Faust	5, 11-13	
<i>Prorocentrum</i> sp.	5, 11-13	
<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>bahamense</i> Plate	5	+
<i>Sinophysis canaliculata</i> Quod et al.	5, 11-13	
<i>Sinophysis microcephala</i> Nie et Wang	5, 11-13	
EUGLENOPHYTA		
Euglenophyceae		
<i>Euglena gasterosteus</i> Skuja	2, 4	
<i>Euglena pascheri</i> Swirenko	2, 4	
<i>Euglena simulacra</i> Walton	2, 4	
<i>Phacus acuminatus</i> Stokes	2, 4	
<i>Trachelomonas abrupta</i> Svirenko	2, 4	
<i>Trachelomonas bernardi</i> Wolosz.	2, 4	

Continúa...

CHLOROPHYTA**Clorophyceae**

- Acutodesmus dimorphus* (Turp.) Tsarenko ^{2,4}
Carteria simplex Pasch. ^{2,4}
Carteria stellifera Nygaard ^{2,4}
Hyaloraphidium contortum Pasch. et Kors. ex Kors. ^{1,2,3,4}
Monoraphidium flexuosum Kom. ^{1,2,3,4}
Pandorina minodii Chod. ^{1,2,3,4}
Polytoma uvella Ehren. ^{1,2,3,4}

Ulvophyceae

- Acetabularia calyculus* Lamour. ¹³ +
Acetabularia crenulata Lamour. ^{7, 10, 13-15, 18, 19, 23, 25, 34-36, 38, 40}
Aegagropila linnaei Kütz. ¹³
Anadyomene stellata (Wulf.) Ag. ^{7, 8, 14, 15, 25, 34, 36-38, 40}
Avrainvillea asarifolia Borg. ¹⁹
Avrainvillea digitata Little et Littler ^{13, 25}
Avrainvillea levis Howe ^{13, 25}
Avrainvillea longicaulis (Kütz.) Murr. et Boodle ^{7, 8, 10-12, 14, 16-18, 25, 35, 38}
Avrainvillea nigricans Dec. ^{7, 8, 11, 12, 16-18, 25, 30, 38}
Avrainvillea ransonii (Dickie) Howe ^{7, 8, 10, 11, 13}
Batophora oerstedii Ag. ^{10, 11, 13-15, 18, 19, 23, 30, 34-38, 40}
Batophora occidentalis var. *largoensis* (Prince et Baker) Berger et Kaever ^{15, 25, 35, 40}
Boodlea composita (Harv.) Brand ^{13, 14}
Bryopsis halliae Taylor ¹⁷
Caulerpa cupressoides (West) Ag. ^{7, 8, 11, 13}
Caulerpa cupressoides var. *lycopodium* Web. Bosse ²⁹
Caulerpa cupressoides var. *mamillosa* ((Mont.) Web. Bosse ^{7, 8, 11, 13}
Caulerpa cupressoides var. *turner* Web. Bosse ^{11, 13}
Caulerpa mexicana Sond. ex Kütz. ^{8, 11, 13, 18, 29}
Caulerpa paspaloides (Bory) Grev. ^{7, 8, 13, 16, 25}
Caulerpa paspaloides var. *laxa* Web. Bosse ^{18, 29, 35}
Caulerpa peltata Lamour. ¹³
Caulerpa prolifera (Forssk.) Lamour. ^{8, 11, 13}
Caulerpa prolifera f. *obovata* (Forssk.) Ag. ^{11, 13}
-

Continúa...

<i>Caulerpa racemosa</i> (Forssk.) Ag.	6-8, 13, 17, 18, 27	
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>clarigera</i> (Turn.) Web. Bosse	7	
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>macrophysa</i> (Sond. ex Kütz.) Taylor	7, 13	
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>peltata</i> (Lamou.) Eubank	7	
<i>Caulerpa sertularioides</i> (Gmel.) Howe	17, 18, 25, 29	+
<i>Caulerpa sertularioides</i> f. <i>brevipes</i> (Ag.) Sved.	13, 16, 17	
<i>Caulerpa sertularioides</i> f. <i>farlowii</i> (Web. Bosse) Borg.	29, 35	
<i>Caulerpa sertularioides</i> f. <i>longiseta</i> (Bory) Sved.	7, 13, 25	
<i>Caulerpa verticillata</i> Ag.	8, 10, 11, 13	+
<i>Caulerpa</i> sp.	6	
<i>Caulerpella ambigua</i> (Okamura) Prud'Homme et Lokhorst	7, 13	
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillw.) Kütz.	11	
<i>Chaetomorpha gracilis</i> Kütz.	25, 29	
<i>Chaetomorpha linum</i> (Müll.) Kütz.	7, 8, 15	+
<i>Cladocephalus luteofuscus</i> (Crouan et Crouan) Borg.	12, 19	
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kütz.	17, 18, 25, 29, 35	+
<i>Cladophora catenata</i> (L.) Kütz.	7, 8, 10, 11, 15, 17, 18, 25, 27, 29, 31, 35, 40	
<i>Cladophora crispula</i> Vickers	25	
<i>Cladophora jongiorum</i> Hoek	13	
<i>Cladophora montagneana</i> Kütz.	29	
<i>Cladophora sericea</i> (Huds.) Kütz.	11, 40	+
<i>Cladophora vagabunda</i> (L.) Hoek	11, 38	+
<i>Cladophora</i> sp.	6	
<i>Cladophoropsis macromeres</i> Taylor	6-8, 14, 17, 25, 35, 40	+
<i>Cladophoropsis membranacea</i> (Bang ex Ag.) Borg.	7, 8, 11, 25, 28, 38, 40	+
<i>Codium decortcatum</i> (Woodw.) M. Howe	7	
<i>Cymopolia barbata</i> (L.) Lamour.	25, 29, 31	
<i>Dasycladus vermicularis</i> (Scop.) Krasser	6, 8, 11, 15, 28, 29	
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i> (Forssk.) Borg.	6-8, 10-18, 25, 35, 40	
<i>Dictyosphaeria ocellata</i> (Howe) Olsen-Stojkovich	7, 8, 11, 13, 15, 17-19, 25, 27	
<i>Dictyosphaeria versluysii</i> Web. Bosse	11, 30	
<i>Enteromorpha intestinalis</i> (L.) Nees	13, 25	+
<i>Dictyosphaeria flexuosa</i> (Wulf.) Ag.	12, 13, 18, 36	+
<i>Ernodesmis verticillata</i> (Kütz.) Borg.	11	
<i>Halimeda gracilis</i> Harv. ex Ag.	17	

Continúa...

<i>Halimeda incrassata</i> (Ellis) Lamour.	7, 8, 11-13, 16-19, 25, 29-31, 35	
<i>Halimeda monile</i> (Ellis et Sol.) Lamour.	7, 8, 11-17, 19, 23, 25, 31, 35	
<i>Halimeda opuntia</i> (L.) Lamour.	7, 8, 11, 13, 14, 17, 19, 23, 25, 29, 30, 35	
<i>Halimeda scabra</i> Howe	7, 8, 11, 14, 15, 17-19, 25, 29	
<i>Halimeda simulans</i> Howe	¹³	
<i>Halimeda tuna</i> (Ellis et Sol.) Lamour.	8, 17, 19, 29	
<i>Halimeda</i> sp.	⁶	
<i>Neomeris annulata</i> Dickie	7, 11, 29	
<i>Parvocanlis pusillus</i> (Howe) Berger <i>et al.</i>	^{13, 29}	
<i>Penicillus capitatus</i> Lam.	7, 8, 11-18, 23, 25, 29-31, 34, 35, 37, 40	
<i>Penicillus dumetosus</i> (Lamou.) Blainv.	7, 8, 11, 13, 17-19, 29, 36, 38	
<i>Penicillus lamourouxii</i> Dec.	7, 8, 10, 11, 14, 15, 17-19, 25, 30, 35	
<i>Penicillus pyriformis</i> Gepp et Gepp	8, 10, 11, 15, 17, 18, 23, 25, 29, 31, 35	
<i>Petrosiphon adbaerens</i> Howe	7, 8, 27	
<i>Phaeophila dendroides</i> (Crouan et Crouan) Batt.	15, 18, 23, 25, 29, 35	
<i>Rhipilia tomentosa</i> Kütz.	8, 11, 18, 19, 25	
<i>Rhipocephalus oblongus</i> (Dec.) Kütz.	7, 8, 11, 19, 25	
<i>Rhipocephalus phoenix</i> (Ellis et Sol.) Kütz.	11, 18, 25, 31	+
<i>Rhipocephalus phoenix</i> f. <i>brevifolius</i> Gepp et Gepp	7, 17, 25	
<i>Rhipocephalus phoenix</i> f. <i>longifolius</i> Gepp et Gepp	7, 11, 19, 25, 31	
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harv.	21, 29	+
<i>Rhizoclonium</i> sp.	³⁶	
<i>Siphonocladus rigidus</i> Howe	11, 15, 18, 27, 35, 40	
<i>Siphonocladus tropicus</i> (Crouan et Crouan) Ag.	³⁷	
<i>Trichosolen duchassaingii</i> (Ag.) Taylor	¹⁸	
<i>Udotea caribaea</i> Litter et Litter	²³	
<i>Udotea conglutinata</i> (Ellis et Sol.) Lamour.	7, 8, 11, 18, 25	
<i>Udotea cyathiformis</i> Dec.	¹³	
<i>Udotea cyathiformis</i> f. <i>sublittoralis</i> (Taylor) Litter et Littler	8, 11-13, 18, 19	
<i>Udotea dicionii</i> Litter et Litter	¹⁸	
<i>Udotea flabellum</i> (Ellis et Sol.) Howe	7, 8, 11-13, 16-19, 29-31	
<i>Udotea boensis</i> Litter et Litter	²⁵	
<i>Udotea luna</i> Litter et Litter	25, 35	
<i>Udotea occidentalis</i> Gepp et Gepp	8, 29	
<i>Udotea wilsonii</i> Gepp, Gepp et Howe	15, 17, 18, 25, 31	

Continúa...

<i>Udotea</i> sp.	³⁷	
<i>Ulva compressa</i> L.	^{29,31}	
<i>Ulva fasciata</i> Delile	^{16,17}	+
<i>Ulva lactuca</i> L.	¹⁷	+
<i>Ulva rigida</i> Ag.	¹¹	
<i>Uthella viridis</i> (Reinke) Nielsen, O'Kelly et Wysor	^{17, 23, 25, 40}	
<i>Ulothrix flacca</i> (Dillw.) Thur. in Le Jol.	²⁹	
<i>Valonia aegagropila</i> Ag.	^{8, 11, 15, 18, 25}	
<i>Valonia macrophysa</i> Kütz.	^{6, 11, 13, 16, 19, 25, 35, 40}	
<i>Valonia utricularis</i> (Roth) Ag.	^{11, 25, 35, 40}	
<i>Valonia ventricosa</i> Ag.	^{6-8, 10, 11, 13, 14, 18, 19, 25, 30, 31}	
Trebouxiophyceae		
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schm.) Schm.	^{2, 4}	
<i>Crucigenia smithii</i> (Bourr. et Manguin) Kom.	^{1, 2, 3, 4}	

Así como la década de 1960 fue verdaderamente prodigiosa por la Revolución que provocó en las artes y la cultura, la década de 1970 fue para México un momento singular de crecimiento explosivo de la ciencia y la tecnología, así como de formación de algunos de los más destacados cuadros de la ecología mexicana moderna. En la actualidad, la ecología y la ciencia de la conservación en México son realmente áreas de vanguardia a nivel mundial, y este libro es un vibrante testimonio de ello. Sin temor a exagerar, podemos decir que los trabajos de los científicos mexicanos están en la base de nuestra legislación ambiental, y fueron el factor central en la decisión de crear la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas - la CONANP.

Pero no todo, desafortunadamente, es razón para auto-congratularnos. Después de años de esfuerzos para lograr la profesionalización del personal de la CONANP, décadas después de haber logrado introducir los criterios de la ciencia en la legislación en materia de Áreas Naturales Protegidas, las prioridades de las decisiones políticas, y no técnicas, amenazan nuevamente la gestión de las áreas naturales protegidas en México. Mientras, por un lado, nuestros gobernantes nos prometen nuevas áreas protegidas, por otro lado se está reduciendo aceleradamente el presupuesto para la conservación del capital natural de México. Corremos el inmenso riesgo de regresar, una vez más, al tiempo de las “reservas de papel”, sin personal ni presupuesto, que sólo existen en decretos oficiales pero no tienen manifestación concreta en el campo.

En ese contexto, este libro es doblemente importante. Por un lado, porque muestra nuevamente el compromiso de nuestros científicos con la conservación. Pero, además, porque resalta que, gracias al trabajo de grandes científicos, no hay -no debe haber- marcha hacia atrás. La conservación basada en una ciencia rigurosa es la única alternativa que tiene México para un futuro próspero y una economía viable.

Exequiel Ezcurra

