

## Informe final\* del Proyecto GN007

### Estado actual de las especies de macroalgas introducidas e invasoras en la costa Pacífico de México

<b>Responsable:</b>	Ocean. Luis Ernesto Aguilar Rosas
<b>Institución:</b>	Universidad Autónoma de Baja California Instituto de Investigaciones Oceanológicas
<b>Dirección:</b>	Carretera Tijuana-Ensenada Km 103, Ensenada, B.C., 22860, México
<b>Correo electrónico:</b>	<a href="mailto:aguilarl@uabc.edu.mx">aguilarl@uabc.edu.mx</a>
<b>Teléfono, fax</b>	Tel: 01 646 176 4401 Fax: 01 646 176 5303
<b>Fecha de inicio:</b>	Junio 15, 2009.
<b>Fecha de término:</b>	Febrero 6, 2014.
<b>Principales resultados:</b>	Base de datos, hojas de cálculo, fichas, fotografías, Informe final
<b>Forma de citar** el informe final y otros resultados:</b>	Aguilar-Rosas, L.E. 2014. Estado actual de las especies de macroalgas introducidas en la costa del Pacífico de México. Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Investigaciones Oceanológicas. <b>Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. GN007</b> , México D.F.

#### Resumen:

El Proyecto contempla la generación de una Base de Datos que incluya la información considerada para especies invasoras señaladas en el APENDICE del Instructivo de la convocatoria para proyectos enfocados al conocimiento integral de la situación de las especies invasoras que amenazan a la biodiversidad en México (CONABIO). Esta Base, facilitará el manejo de la información florístico-taxonomía de las especies de macroalgas que han sido consideradas como introducidas y/o invasoras y aquellas que son consideradas como potenciales a ingresar en la costas del Pacífico de México: *Sargassum muticum*, *Sargassum filicinum*, *Undaria pinnatifida*, *Ulva fascista*, *Ulva fascista*, *Caulerpa taxifolia*, *Codium fragile* subesp. *tomentosoides*, *Cutleria cilíndrica*, *Ishige sinicola*, *Colpomenia phaeodactyla*, *Porphyra suborbiculata*, *Scytosiphon gracilis*, *Caulacanthus ustulatus* y *Lomentaria hakodatensis*. La Base de Datos contendrá la información de colectas de especies de macroalgas introducidas y/o invasoras que hemos realizado por más de dos décadas a lo largo de la costa del Pacífico de México. Así mismo, se obtendrá información y se corroborarán a nivel especie las identificaciones de ejemplares depositados en los herbarios más importantes de México y en herbarios de EUA, en donde se encuentran importantes colecciones de colectas realizadas en el Pacífico de México. También se realizarán campañas de recolectas en diferentes sitios a lo largo de la costa, para determinar los límites actuales de distribución de las especies propuestas.

- 
- \* 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](http://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.



Universidad Autónoma de Baja California  
Instituto de Investigaciones Oceanológicas



Informe Final (Cuarto) del proyecto CONABIO (GN007)  
"Estado actual de las especies de macroalgas introducidas e invasoras en la costa Pacífico de México"

Ocean. Luis Ernesto Aguilar Rosas UABC  
**Responsable del Proyecto**  
Investigador Tiempo Completo Titular C  
Responsable del Laboratorio de Taxonomía de Algas Marinas

**Investigador Adjunto:** Dr. Francisco Flores Peroche UAM  
**Técnico Académico:** Ocean. Filiberto Núñez Cebrero UABC  
**Técnico Académico:** Ocean. Cristiane Verónica Aguilar Rosas UABC

## Resumen:

Como parte de las acciones a cumplir del presente proyecto (Informe final: Cuarto período), se realizó captura total de 309 registros curatoriales en Base de Datos en formato electrónico en el programa Biótica v 5.0. De la misma manera, se concluyó la captura de información requerida, de las especies consideradas introducidas i/o invasoras. El porcentaje de avance de registros curatoriales (RC) total es de: 100% que corresponde a 300 RC de los 300 RC comprometidos. Así mismo, se tomaron y rotularon 37 fotografías de las especies estudiadas, ver anexo: 4) carpeta con 37 Fotografías GN007 4º Informe CONABIO abril 2013 y anexo 5) Tabla de imágenes CONABIO de ALGAS MARINAS.xls

Durante el desarrollo del proyecto, se realizaron varias campañas de recolecta en diversos sitios a lo largo de la costa de la Península de Baja California, ejemplares que fueron incorporados como registros curatoriales en Base de Datos: ver anexo 3) Biotica50Invasora\_conCatálogo\_Final2013.

Se considera importante mencionar, que en los últimos años han realizado cambios en cuanto a los nombres de algunas especies, como son los casos de *Sargassum filicinum* que ahora es sinónimo de *Sargassum horneri* (Uwai *et al.*, 2009), y *Porphyra suborbiculata* que ahora es considerada bajo el nombre de *Pyropia suborbiculata* (Sutherland *et al.*, 2011). Estas modificaciones no se tomaron en cuenta la base de datos.

Otro caso importante de comentar, corresponde a la especie de *Colpomenia phaeodactyla*, la cual presenta distribución en México y en otras costas como Japón, Chile y Perú (Norris, 2010), al momento no hemos encontrado la información base publicada que indique que es una especie introducida. Históricamente esta especie había sido considerada como una especie con distribución disyunta (Santelices *et al.*, 1989; Pedroche *et al.*, 2008), por lo que en había sido erróneamente asignada como "introducida". A pesar de ello se incluyeron los registros curatoriales en la base de datos ver: 3) Biotica50Invasora\_conCatálogo\_Final 2013.

Así mismo, con base en un análisis sobre las recolectas realizadas durante el desarrollo del presente proyecto, revisión de ejemplares de herbario y bibliografía, concluimos descartar por el momento la presencia de *Codium fragile* (Suringar) Hariot subesp. *tomentosoides*, debido a que el reporte original de esta especie, corresponde a un nombre mal aplicado producto de un error en la toma de datos de la filogenia (Pedroche *et al.*, 2005). Así mismo, se descarta la presencia de *Caulerpa taxifolia* en la costa del Pacífico de México, aunque se ha reportado para el estado de California EUA, en la costa del Pacífico de México, no existe registro alguno, ni bibliográfico, ni de ejemplares depositados en herbarios.

Es importante mencionar que las 13 especies "no nativas" propuestas para este estudio, son especies que deberían ser consideradas como introducidas en México. Aunque existen algunas como *Sargassum muticum*, *Sargassum filicinum* y *Undaria pinnatifida* ameritan ser consideradas como invasoras para las costas de México, con la reserva de realizar estudios específicos para tener evidencia científica-ecológica, para que cumplan con ese estatus.

## Objetivo general del proyecto:

Conocer el estado actual de las especies de macroalgas consideradas como introducidas y/o invasoras de la costa del Pacífico de México.

**Objetivos particulares de esta tercera etapa de proyecto:**

- a) Obtener registros curatoriales de los ejemplares depositados en los Herbarios nacionales y el de UC de la Universidad de California, EUA, de especies de macroalgas consideradas como introducidas e invasoras.
- b) Capturar registros curatoriales de 300 ejemplares en la Base de Datos Biótica.
- c) Realizar campañas de recolecta de ejemplares a lo largo de la costa del Pacífico de México.
- d) Obtención de 37 fotografías de las especies estudiadas.

**Metodología:**

El estudio comprendió la costa del Pacífico de México, desde la frontera de México con Estados Unidos de Norteamérica ( $32^{\circ} 7' N$   $117^{\circ} 7' W$ ), específicamente desde el Estado de Baja California hasta el límite sur del estado de Chiapas ( $14^{\circ} 32' N$   $92^{\circ} 14' W$ ) frontera con Guatemala.

*Consulta de Herbarios:*

Para la obtención de datos curatoriales de las especies de macroalgas consideradas como introducidas y/o invasoras, se realizaron consultas en el Herbario CMMEX de la Universidad Autónoma de Baja California, en Ensenada, Baja California; Herbario ENCB de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, del Instituto Politécnico Nacional, en México D.F.; Herbario FBCS de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, en La Paz, Baja California Sur; el Herbario IBUG de la Universidad Autónoma de Guadalajara, en Guadalajara, Jalisco; Herbario UAS de la Universidad Autónoma de Sinaloa, en Mazatlán, Sinaloa; y el Herbario JEPS de la Universidad de California en Berkeley, California, E.U.A., cuyos datos se capturaron en el archivo: Biotica50Invasora\_conCatálogo\_Final2013.mdb.

*Campañas de recolecta:*

Debido que se requería conocer la distribución y corroborar la presencia de las especies introducidas y/o invasoras en la costa del Pacífico de México, se llevaron a cabo diversas campañas de recolecta de ejemplares en diversos sitios a lo largo de la costa del Pacífico de México, principalmente en la costa del Pacífico de la Península de Baja California, siendo ésta área en donde se han registrado bibliográficamente la mayoría de las especies introducidas. Los ejemplares recolectados se preservaron en solución de formol, se analizaron en el laboratorio. Se preparó una colección de referencia en hojas de herbario, y se depositó en el herbario CMMEX de la Universidad Autónoma de Baja California, en Ensenada, Baja California. Estos nuevos registros curatoriales fueron integrados en la base de datos: Biotica50Invasora\_conCatálogo\_Final2013.mdb.

*Fotografías de las especies:*

Como parte de los compromisos del presente proyecto, se realizó la captura fotográfica de las especies a estudiar (anexo 4 y 5), para enriquecer objetivamente la base de datos Biotica50Invasora\_conCatálogo\_Final2013.mdb.

Lista de especies a estudiar:

- |   |   |
|---|---|
| 1.- <i>Sargassum muticum</i>  | 8.- <i>Ishige sinicola</i>                                |
| 2.- <i>Sargassum filicinum/ Sargassum horneri</i>                   | 9.- <i>Colpomenia phaeodactyla</i> (descartada)           |
| 3.- <i>Undaria pinnatifida</i>                                      | 10.- <i>Porphyra suborbiculata/ Pyropia suborbiculata</i> |
| 4.- <i>Ulva fasciata</i>  | 11.- <i>Scytosiphon gracilis</i>                          |
| 5.- <i>Caulerpa taxifolia</i> (descartada)                          | 12.- <i>Caulacanthus ustulatus</i>                        |
| 6.- <i>Codium fragile</i> subesp. <i>tomentosoides</i> (descartada) | 13.- <i>Lomentaria hakodatensis</i>                       |
| 7 - <i>Cutleria cilindrica</i> (descartada)                         |   |

*Calendario de Actividades:*

Para el desarrollo del proyecto se siguió el calendario de actividades propuesto en el convenio Núm. 1389/GN007/09, el cual se modificó parcialmente en los tiempos del cumplimiento sin que afectara en las propias actividades.

ACTIVIDADES	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
Compra de consumibles laboratorio y materías de computo	*	*																						
Incorporación de nombres de los géneros y especies a estudiar			*																					
Obtención de registros curatoriales de especímenes depositados en Herbarios CMMEEX, FACIMAR Y ENCB			*	*	*	*																		
Trabajo de microscopio en identificación a nivel taxonómico de especie			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Trabajo bibliográfico, consulta y búsqueda de literatura especializada		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Incorporación a la BD de registros curatoriales de especímenes depositados en herbarios CMMEEX, FACIMAR Y ENCB			*	*	*	*																		
Captura en la Base de Datos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Elaboración y entrega del Primer informe parcial (avance de la Base de Datos)						*																		
Obtención y corroboración de registros curatoriales en herbarios UC							*																	
Campaña de recolecta de ejemplares en el Pacífico de México									*	*	*													
Incorporación a la BD de registros curatoriales de especímenes depositados en herbarios UC y de ejemplares recolectados								*	*	*	*	*												
Toma de fotografías del habito de cada una de las especies								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Elaboración y entrega del Segundo informe parcial (avance de la Base de Datos)												*												
Campaña de recolecta de ejemplares en el Pacífico de México													*	*										
Obtención y corroboración de registros curatoriales en herbarios UABCS															*									
Incorporación a la BD de registros curatoriales de especímenes															*	*	*							

depositados en herbarios UABCS y de ejemplares recolectados																					
Elaboración y entrega del Tercer informe parcial (avance de la Base de Datos)																	*				
Elaboración y entrega del Tercer informe y Base de Datos finales																					*

## Resultados-Discusión:

### Especies Introducidas

#### *Programa de monitoreo:*

Desde hace 3 décadas el Instituto de Investigaciones Oceanológicas y la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, implementó un programa de monitoreo sistemático sobre la flora marina de la costa del Pacífico de México. El programa consta de proyectos específicos estacionales en regiones previamente determinadas a lo largo de la costa; con base a ello, se han encontrado y registrado varias especies consideradas como introducidas, las cuales en su mayoría son nativas de la costa asiática (Aguilar-Rosas R. y Aguilar-Rosas L., 1985; Aguilar-Rosas R. *et al.*, 2004; Aguilar-Rosas R. *et al.*, 2006), cuya introducción a costas mexicanas ha sido referida principalmente al tráfico de embarcaciones (Mazariegos-Villareal, 2010; Aguilar-Rosas L.E. *et al.*, 2012), aunque no se ha comprobado tal situación. Ahora con el apoyo de CONABIO, se planteó el presente proyecto GN007, para analizar el estado actual de estas especies y definir su estatus, ya sea como especies introducidas o invasoras.

El incremento en los eventos de colonización por especies no nativas, ha sido mencionado por algunos autores como una situación preocupante, en particular debido a los efectos negativos que puede tener sobre la biodiversidad (Pedroche & Senties, 2003; Miller *et al.*, 2011). Seguramente en la actualidad estas especies ya están causando modificaciones en los ecosistemas, alterando la biodiversidad, situación que a la fecha no ha sido documentada.

Considerando la revisión de ejemplares de herbario, ejemplares producto de recolectas recientes, bibliográfica y de los datos de campo, nos permitimos confirmar hasta el momento que de las 13 especies propuestas en el presente estudio, 9 de ellas: *Ulva fasciata*, *Cutleria cylindrica*, *Porphyra suborbiculata* / *Pyropia suborbiculata*, *Scytosiphon gracilis*, *Caulacanthus ustulatus*, *Lomentaria hakodatensis*, *Sargassum muticum*, *Sargassum filicinum* / *Sargassum horneri*, y *Undaria pinnatifida* son especies no nativas que solo deben ser consideradas como especies de macroalgas introducidas en México. Aunque existen algunos casos como: *Sargassum muticum*, *Sargassum filicinum* y *Undaria pinnatifida*, que ameritan ser estudiadas ecológicamente en nuestras costas. Estos tres casos han sido ampliamente reconocidos por la comunidad científica internacional, como especies con comportamiento invasor (Miller *et al.*, 2011). En costas mexicanas éstas se deben de citar como introducidas y potencialmente invasoras, a la reserva de que se realicen estudios específicos, para tener evidencia cuantitativa sólida, científica-ecológica, para que sean indicadas en su caso como invasoras. Aunque se asume que en la actualidad, ya están causando modificaciones en los ecosistemas, alterando la biodiversidad de nuestra costa, pues son especies que tienen una amplia distribución y son abundantes en diversas localidades a lo largo de la costa Pacífico de la Península de Baja California. A nivel global se ha instalado prácticamente todos los continentes (Miller *et al.*, 2011; Cremades *et al.*, 2006, Murray *et al.*, 2007).

A pesar de la importancia ecológica que representan las especies introducidas, en las últimas revisiones sobre el tema algunos autores indican que todavía hay pocos estudios rigurosos que demuestren los impactos de estas especies (Ruiz *et al.* 1999; Schaffelke y Hewitt. 2007). En ciertas situaciones, la introducción de especies han sido referidas con una aparente efecto negativo, sin el apoyo de datos estadísticos o análisis crítico (Didham *et al.*, 2005; MacDougall y Turkington, 2005), a nivel global existe escasa evidencia de muchas



especies introducidas que aparentemente causan impactos y los problemas que se les atribuyen (Bruno *et al.*, 2005).

Los casos de las especies de macroalgas como *Caulerpa taxifolia*, *Codium fragile* subesp. *tomentosoides*, *Ishige sinicola*, y *Colpomenia phaeodactyla*, consideradas en la lista especies a estudiar como introducidas en el presente proyecto, éstos se revisaron uno a uno y con base en la revisión de literatura, de ejemplares de herbario y muestreos de campo realizados, se confirmó que la dos primeras de ellas no presentan distribución en la costa del Pacífico de México, y las otras dos especies aunque existen registros curatoriales y poblaciones bien establecidas en nuestras costas, estas no son especies introducidas.

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| 1.- <i>Sargassum muticum</i>                           | 8.- <i>Ishige sinicola</i>          |
| 2.- <i>Sargassum filicinum</i>                         | 9.- <i>Colpomenia phaeodactyla</i>  |
| 3.- <i>Undaria pinnatifida</i>                         | 10.- <i>Porphyra suborbiculata</i>  |
| 4.- <i>Ulva fasciata</i>                               | 11.- <i>Scytosiphon gracilis</i>    |
| 5.- <i>Caulerpa taxifolia</i>                          | 12.- <i>Caulacanthus ustulatus</i>  |
| 6.- <i>Codium fragile</i> subesp. <i>tomentosoides</i> | 13.- <i>Lomentaria hakodatensis</i> |
| 7.- <i>Cutleria cylindrica</i>                         |                                     |

A continuación se incluye la descripción morfoanatómica de las especies estudiadas, incluyendo su localidad tipo, su hábitat de los ambientes costeros mexicanos y distribución de rangos en la costa del Pacífico de México.

Phyllum Chlorophyta  
Clase Ulvophyceae  
Orden Ulvales  
Familia Ulvaceae

***Ulva fasciata* Delile** (Fig. 1).

Láminas distromáticas, de color verde oscuro a amarillento, hasta 72 cm de altura, adherido al sustrato con un pequeño disco basal, el estípite con una base cuneada, expandido en la parte superior e dividido irregularmente en numerosos segmentos o grandes lóbulos. Los talos son de linear a lanceolado, simple o ramificado, aplanado o ligeramente ondulado con dicotomías irregulares, los lóbulos son de 1-4 cm de anchos, constreñidos en su parte baja y disminuyendo uniformemente hacia una extremidad delgada de 1-3 mm de ancho. Los márgenes son relativamente lisos o levemente irregulares con dientes marginales microscópicos, ocasionalmente gruesos o con proyecciones espinosas. En la superficie, las células son poligonales, isodiamétricas a elongadas de 15-20  $\mu\text{m}$  de longitud y 6-10  $\mu\text{m}$  de anchura; de uno a dos pirenoides por cada célula. En sección transversal, las láminas con un grosor entre 45-70  $\mu\text{m}$ , a lo largo de los márgenes y 60-130  $\mu\text{m}$  en el centro. Las células tienen entre 20-40  $\mu\text{m}$  de largo y de 10-20  $\mu\text{m}$  de ancho. Presenta células rizoidales (en la porción basal del estípite), de 18-30  $\mu\text{m}$  de ancho, con proyecciones filamentosas hialinas hacia el sustrato.

*Localidad Tipo:* Alejandría, Egipto.

*Hábitat:* En la costa del Pacífico mexicano se desarrolla en la zona del intermareal medio, creciendo sobre sustrato rocoso (Aguilar-Rosas R. *et al.*, 2005). En las localidades de la Bahía de Todos Santos crece abundantemente asociada a las especies de algas típicas del área.

Es una especie originalmente descrita para Alejandría, Egipto (Guiry y Guiry, 2012). En la costa del Pacífico Mexicano, presenta una distribución discontinua, ha sido registrada en algunas localidades de Baja California, Sinaloa, Jalisco, Guerrero y Oaxaca (Mateo-Cid y Mendoza-González, 2001; Aguilar-Rosas R. *et al.*, 2005).

*Estatus:* Especie introducida.

#### Orden Cutleriales

##### Familia Cutleriaceae

#### ***Cutleria cylindrica* Okamura** (Fig. 2).

Talo ramificado de color café oscuro hasta de 30 cm de longitud, se adhiere a través de una pequeña estructura de fijación discoide de donde surge un talo que es ramificado dicotómicamente. Las ramas principales son de hasta 2.5 mm de diámetro con ápices delgados de 120-200  $\mu\text{m}$  de diámetro. Presenta crecimiento tricotálico a través de una actividad meristemática en la base de numerosos filamentos uniseriados, simples y terminales. Los filamentos son cilíndricos de hasta 1 mm en longitud y de 12-20  $\mu\text{m}$  en diámetro, en ocasiones multiseriados debido a divisiones longitudinales de las células. Soros no confluentes en forma de manojo a lo largo de la planta, se presentan desde la base hasta antes de los 3-4 cm de los ápices ramificados, compuestos de filamentos fértiles no ramificados de 0.8-1.2 mm en longitud y de 6-15  $\mu\text{m}$  en diámetro, con las partes terminales atenuadas. Células de los filamentos fértiles básicamente uniseriadas (en ocasiones multiseriadas). Filamentos fértiles portando uno a seis plurangios por filamento. Plurangios multiseriados de 90-120  $\mu\text{m}$  en longitud y 15-25  $\mu\text{m}$  en diámetro, cilíndricos a ligeramente fusiformes, partiendo de un pedicelo compuesto de una a seis células.

*Localidades sintipo:* Varias localidades en las costas de Japón.

*Hábitat:* Crece sobre sustrato rocoso en pozas del intermareal, asociada a las especies típicas del área.

Especie nativa de las costas templadas del Japón, también con registros para Corea y Filipinas, así como en California, EUA (Guiry y Guiry, 2012). En México sólo se ha encontrado en Raul's, Baja California, México (Aguilar-Rosas R., 1994). No se han encontrado nuevas poblaciones a pesar de que se han realizado campañas en aéreas aledañas.

*Estatus:* Especie introducida.

#### Orden Fucales

##### Familia Sargassaceae

#### ***Sargassum filicinum* Harvey** (Fig. 3).

Talo erecto de color marrón a café de 50 a 80 cm de alto, que se desarrolla a partir de una estructura de fijación discoide sólida y rugosa, estípites casi cilíndricos y espinosos, con ramas espinosas alternas, y láminas vegetativas profundamente incididas, a menudo con muescas. Pneumatocistos de formas elípticas, mientras que los pneumatocistos de otras especies presentes en esta área son esféricos como el de *S. muticum*, *S. palmeri* y *S. agardhianum*. En su madurez la planta desarrolla receptáculos de 4 cm de largo, en forma de cigarro o puro, siendo éste otro de los caracteres distintivos de la especie.

*Localidad Tipo:* Estrecho de Corea.

*Hábitat:* En Baja California, crece sobre sustrato rocoso en las áreas intermareal y submareal a una profundidad de 6 m.

Esta especie es nativa de las costas templadas del Japón y Corea, con distribución relativamente restringida a esas aguas asiáticas del noreste (Guiry y Guiry, 2012). En México su primer registro se dio en las localidades de La Jolla y Rancho Packard en la Bahía de Todos Santos, Baja California (Aguilar-Rosas L.E. *et al.* 2007). Recolectas recientes indican que actualmente se encuentra dispersa en numerosas localidades a lo largo de la costa del Pacífico de Baja California (Aguilar-Rosas L.E. *et al.*, 2010; Riosmena-Rodríguez *et al.*, 2012).

*Estatus:* Especie introducida, con reserva a ser considerada como invasora en la costa del Pacífico de México.

***Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt** (Fig. 4).

Talo ramificado, erecto, de color pardo claro cuando los ejemplares están frescos, a un color obscuro casi negro cuando están secos. Presenta una longitud de 1.5-2.0 m y algunos organismos llegan a medir hasta 4 m o más. Se adhiere a una gran diversidad de sustratos (rocas, caracoles, otras plantas) mediante un fuerte disco basal, del que parte normalmente un eje principal corto de donde surgen ramas laterales primarias, secundarias y terciarias. Presenta numerosas láminas o filoides lineares-lanceolados en la porción basal del talo y filoides angostos, lisos o dentados presentes en las ramas laterales. Pneumatocistos solitarios o en racimo desarrollados a lo largo del espécimen, repartidos en forma irregular en las axilas de las ramas secundarias, principalmente. Las plantas en estado reproductivo presentan receptáculos desarrollados en la base de los filoides, los cuales son cilíndricos de 0.80-1.25 mm en diámetro y dispuestos en las partes medias y terminales.

*Hábitat:* Se desarrolla desde la parte superior de la zona intermareal, hasta la submareal (20 m de profundidad), en ambientes variados: con baja energía o con oleaje intenso, así mismo se encuentra en zonas muy contaminadas como la rada portuaria de Ensenada o en ambientes limpios, pero siempre creciendo sobre rocas.

Esta especie es nativa de las costas del Japón (Guiry y Guiry, 2012). En México se encuentra en numerosas localidades de Baja California (Aguilar-Rosas R. y L.E. Aguilar-Rosas, 1993) y en Guadalupe, Baja California Sur (Aguilar-Rosas R. y L.E. Aguilar-Rosas, 1993).

*Estatus:* Especie introducida, con reserva a ser considerada como invasora en la costa del Pacífico de México.

Orden Ectocarpales

Familia Scytosiphonaceae

***Scytosiphon gracilis* Kogame** (Fig. 5).

Talo tubular, hueco y aplanado que crece en pequeños manojos, no ramificado, torcido en parte superior, adherido por una pequeña estructura discoidal formada de rizoides filamentosos. Los especímenes miden hasta 10 cm de alto y 1-1.2 mm de ancho, son de color amarillento a café. Los talos están formados de una corteza integrada por 1-3 capas de células pequeñas pigmentadas, de forma angular a rectangular y una médula integrada por 2-3 capas grandes de células descoloridas. En sección transversal, la célula medular ovalada con dimensiones de 25-34 x 24-42  $\mu\text{m}$ . Presenta pequeños filamentos solitarios o agrupados sobre la superficie del talo.

*Localidad Tipo:* Ohma, Prefectura Aomori, Japón.

*Hábitat:* Crece sobre sustrato rocoso en las áreas intermareal media y superior, en donde se ha observado que se desarrolla, principalmente, protegida a la acción del oleaje y a la luz.

Es una especie nativa de las costas templadas del Japón y Corea (Guiry y Guiry, 2012). En las costas de América presenta una distribución discontinua, en México se encuentra en algunas localidades de Baja California (Aguilar-Rosas R. *et al.*, 2006).

*Estatus:* Especie introducida.

Orden Laminariales

Familia Alariaceae

***Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar** (Fig. 6).

Talo laminar, anual, con esporofito de color pardo oro-marrón, de 1-2 hasta 3 m de longitud, se adhiere al sustrato por medio de rizoides ramificados, de los cuales surge un estípote comprimido en la base y aplanado arriba. La lámina es fina, membranosa, pinatífida con lóbulos de 50-80 cm de largo. Presenta vena central conspicua a lo largo de la lámina, con 1-3 cm de ancho. En su época fértil las plantas desarrollan esporófilos sinuosos al borde del estípote que pueden llegar a tener 10 cm o más, son lobulados, plegados, de color marrón oscuro. Presenta dos estadios de vida separados, con alternancia de una generación gametofítica microscópica y otra esporofítica macroscópica.

*Hábitat:* En las Islas de Todos Santos, crece sobre sustrato rocoso y en estructuras de flotación desde la zona intermareal hasta los 40 m de profundidad.

Es una especie nativa de las costas templadas del Japón, es ampliamente conocida en la región asiática incluyendo a China y Corea y en Rusia (Guiry y Guiry, 2012). En México, hasta el 2003, sólo se contaba con el registro de poblaciones bien establecidas en la Islas Todos Santos, Baja California (Aguilar-Rosas R. *et al.*, 2004). Actualmente se encuentra en Punta Banda y en la marina del Hotel y Marina Coral en la Bahía de Todos Santos, Baja California.

*Estatus:* Especie introducida, con reserva a ser considerada como invasora en la costa del Pacífico de México.

Phyllum Rhodophyta

Clase Florideophyceae

Orden Gigartinales

Familia Caulacanthaceae

***Caulacanthus ustulatus* (Mertens ex Turner) Kützinger** (Fig. 7).

Talo ramificado que forman densos parches o agrupaciones enmarañadas, con ejes postrados enredados y erectos, casi cilíndricos de 3 a 5 cm de alto, de color rojo púrpura parduzco. Adherido por numerosas y dispersas estructuras de fijación secundarias discoidales que surgen de los ejes postrados, que se ramifican irregularmente en todas direcciones. Los ejes principales irregularmente ramificados, cilíndricos de 150-300 µm de diámetro, con ramas terminales subuladas. Corteza formada de pequeñas células, y medula de una capa de células incoloras, con un filamento central. Tetrasporangios de forma sonada, desarrollados la capa de la corteza de las de las ramas terminales.

*Hábitat:* Crece sobre sustrato rocoso en zona intermareal baja y submareal.

Esta especie presenta una amplia distribución, se considera una especie cosmopolita y críptica (Guiry y Guiry, 2012; Zucarello *et al.*, 2002). En la costa del Pacífico de México, se ha observado en Isla Cedros, Baja California (Dawson, 1961), y en algunas localidades de Baja California Sur. También en el Golfo de California (Dawson, 1944). Desde los registros de Dawson (1944) hasta la fecha, no se han mencionado nuevos muestreos de *C. ustulatus* en la costa del Pacífico de México, a pesar de que se han realizado varios estudios florísticos

(Mendoza-González & Mateo-Cid, 1986; Aguilar-Rosas *et al.*, 2000; Pacheco-Ruíz & Zertuche-González, 2002).

*Estatus:* Especie introducida.

#### Orden Rhodymeniales

##### Familia Lomentariaceae

#### ***Lomentaria hakodatensis* Yendo (Fig. 8).**

Talo ramificado de color rojo púrpura-parduzco, formado de ejes enredados, cilíndricos o ligeramente aplanados, flácidos y huecos. Se adhiere a través de una pequeña estructura de fijación discoide estolonífera, de donde surgen los ejes con ramificaciones que se presentan de entre 3 y 5 veces, en dirección opuesta u ocasionalmente alternadas, o bien verticiladas. Los ejemplares son de 5-10 cm de alto y de 0.8-1.3 mm de ancho. Las ramas inferiores son generalmente más largas que las superiores, dando una apariencia piramidal al crecimiento del talo. Las ramas laterales se desarrollan en ángulos de alrededor de 45° con respecto a los ejes principales. Las ramas principales presentan constricciones, las ramas primarias y secundarias son indefinidas, pero las ramas jóvenes son muy distintivas y evidentes. La porción entre constricciones de las partes más bajas de los ejes, son mucho más largas que en la porción superior. Los ejes principales en la sección transversal constan de una corteza formada por una capa de células de forma isodiamétrica o levemente oblongas y pigmentadas (5-13  $\mu\text{m}$  de diámetro), mientras que la médula es de 3-5 capas de células, de redondas a elípticas, más grandes hacia el interior (30-38  $\mu\text{m}$  de diámetro).

*Hábitat:* Crece sobre sustrato rocoso en zona intermareal baja y submareal.

Especie nativa de las costas de Japón y Corea (Guiry y Guiry, 2012). En México se encuentra en diversas localidades de lo largo de la costa del Pacífico (Dawson, 1962; Dawson, 1963).

*Estatus:* Especie introducida.

#### Orden Bangiales

##### Familia Bangiaceae

#### ***Pyropia suborbiculata* (Kjellman) J.E. Sutherland, H.G. Choi, M.S. Hwang & W.A. Nelson (Fig. 9).**

Talo laminar o foliar de color rosa claro a rojo púrpura de 1-2 cm de ancho por 1-3 cm de alto, redondo, ovado o reniforme. Las láminas son de textura lisa, monostromáticas de 30-40  $\mu\text{m}$  en grosor, con los márgenes ligeramente ondulados hacia adentro, presenta denticulaciones microscópicas en los márgenes de las láminas. Las células vegetativas son poligonales en vista superficial, de 10-18  $\mu\text{m}$  de largo y 5-8  $\mu\text{m}$  de ancho, en sección trasversal son rectangulares con ángulos redondeados y miden de 15-20  $\mu\text{m}$  de largo y 7.5-10  $\mu\text{m}$  de ancho. La porción basal del talo presenta células rizoidales, angulares a oblongas en vista superficial, de 20-40  $\mu\text{m}$  de largo y 12-20  $\mu\text{m}$  de ancho, llevan proyecciones filamentosas, hialinas orientadas hacia el sustrato. Las plantas son monoicas con espermatangios y zigospangios en la porción marginal de la lámina, generalmente en áreas separadas; los espermatangios contienen 64 espermacios, según la fórmula [a/4, b/4, c/4]; los zigospangios en cambio, cada uno contiene 32 zigósporas, según la fórmula [a/2, b/4, c/4] o en algunos casos 16 zigósporas, según la fórmula [a/2, b/2, c/4].

*Localidad Tipo:* Goto, Provincia de Nagasaki, Japón.

*Hábitat:* Se desarrolla en zona intermareal media y alta, crece sobre sustrato rocoso en la costas expuestas y semiexpuestas a la acción del oleaje, además se encuentra comúnmente

epifitando a varias especies de algas como: *Nemalion helmintoides*, *Gelidium coulteri*, *Hesperophycus californicus* y *Silvetia compressa* (Aguilar-Rosas R. & Aguilar-Rosas L.E., 2003).

Esta alga es nativa de las costas templadas del Japón (Guiry y Guiry, 2012). En la costa del Pacífico ha sido registrada como *Porphyra suborbiculata*, en diversas localidades desde Popotla hasta la Bahía de Todos Santos en Ensenada, Baja California (Aguilar-Rosas R. y Aguilar-Rosas L.E., 2003). En la actualidad se han detectado otras poblaciones hacia el sur de Bahía de Todos Santos como Puerto Santo Tomás y Eréndira Baja California.

*Estatus*: Especie introducida.

### **Esfuerzos gubernamentales**

La Comisión de Cooperación Ambiental (CCA), que se formó a principios de los 90's, a partir del Tratado del Libre Comercio de América del Norte, con el propósito de asesorar a los países involucrados (Canadá, Estados Unidos y México) en los temas relacionados a los aspectos sanitarios, fitosanitarios para la protección de la biodiversidad, ha organizado y desarrollado diversos talleres, foros de consulta, en los que involucra a especialistas de investigación de Universidades e Institutos, iniciativa privada, agencias gubernamentales y no gubernamentales. La CCA junto con la Comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad (CONABIO), han sentado las bases para la implementación de programas formales y sistemáticos para el control, prevención, manejo y erradicación de especies invasoras, dicha información ha sido editada y presentada por IMITA *et al.*, (2007) y el Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras (2010). Dicha información incluye diversos temas, desde la regulación sobre las especies invasoras de México, rutas y mecanismos de introducción, educación ambiental y difusión, y el tema de los efectos del cambio climático que en la última década ha tomado gran importancia en los estudios relacionados a biodiversidad (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010; Miller *et al.*, 2011).

De la misma manera, en las últimas dos décadas, el gobierno mexicano a través de la CONABIO, desarrolló el Sistema Nacional sobre las Especies Invasoras, éste incluye listados preliminares de las especies consideradas como invasoras en México, sin considerar aquellas que ya se han registrado como introducidas y que pudieran ser potencialmente invasoras. Se asume en ese sentido, que el mayor interés de la CONABIO está enfocado a las especies invasoras reconocidas globalmente, más que a las especies introducidas. Es notorio que la falta de estudios ecológicos y la actualización de información sobre las especies de macroalgas introducidas de las costas mexicanas, limita la decisión de las agrupaciones o instituciones para que estas especies puedan ser consideradas como un verdadero riesgo biológico en la biodiversidad. Para el caso de las especies de macroalgas, la CONABIO sólo incluye a cuatro especies: *Sargassum muticum*, *Codium fragile* var. *fragile*, *Cutleria cylindrica* y *Ulva fasciata* consideradas como invasoras ([http://www.conabio.gob.mx/invasoras/index.php/Especies\\_invasoras - Algas](http://www.conabio.gob.mx/invasoras/index.php/Especies_invasoras_-_Algas)), de las más de diez especies registradas recientemente como introducidas en Baja California, México (Okolodkov, 2007; Miller *et al.*, 2011),

Cabe señalar también, que algunas especies deben de ser reconfirmadas en cuanto a su identificación a través de análisis molecular, además de definir su estatus de introducida o en su caso invasora, ya que existen ejemplos de especies que han sido consideradas como introducidas y abundantes en nuestras costas (Gavio & Fredericq, 2002; Aguilar-Rosas *et al.*, 2012; Bellorin *et al.*, 2002, 2004), y debido a que presentan gran variación morfológica, se requieren análisis complementarios que podrían brindar mayor certidumbre sobre su condición.

En conclusión, pocos son los antecedentes de acciones aplicadas sobre especies de macroalgas introducidas en México (Miller *et al.*, 2011), a pesar de que cada vez se registran nuevos hallazgos. Así lo muestran los registros recientes de *Cladostephus spongiosus* (Mazariegos-Villareal *et al.*, 2010), *Dictyopteris prolifera* (Aguilar-Rosas L.E. *et al.*, 2010) y *Grateloupia turuturu* (Aguilar-Rosas L.E. *et al.*, 2012) y *Chondracanthus squarulosus* (Murray *et al.*, 2007), especies que además de ser reportadas recientemente como introducidas, ya son abundantes en las localidades en donde fueron descubiertas.

La problemática sobre las especies introducidas ha sido reconocida globalmente como una situación imperante de conservación, por lo que el proceso de conocimiento de éstas y otras especies debe de continuar. Los esfuerzos gubernamentales del gobierno mexicano sobre este tema han sido importantes, pero falta promover proyectos de investigación específicos a corto, mediano y largo plazo, para la implementación de las estrategias nacionales contempladas por IMITA *et al.*, (2007) y Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras (2010). Se debe sobre todo, lograr la colaboración entre especialistas e instituciones para sumar voluntades y enfrentar esta realidad.

Por último, en los registros de introducción de éstas especies a nuestras costas (Tabla 1), se han sugerido algunos vectores y han sido referidos o relacionados principalmente al incremento en el tráfico de embarcaciones que arriban a México (Miller *et al.*, 2011); sin embargo, hasta el momento no existen antecedentes que determinen con precisión la forma en que estas especies fueron transportadas de los lugares de origen a las costas mexicanas.

#### **Consideraciones específicas:**

- 1) Tomando en cuenta la actualización de los nombres científicos de la especie a estudiar y definir su estatus taxonómico, la consulta y revisión bibliográfica sobre las especies (ver: lista de especies a estudiar), definimos que las especies de *Colpomenia phaeodactyla* y *Ishige sinicola* son especies con distribución disyunta más que especies introducidas, y mucho menos invasoras. A pesar de ello, hemos ingresado registros como compromiso para cumplir con el número total de registros curatoriales propuesto.

Históricamente *C. phaeodactyla*, había sido referida con distribución disyunta, de ahí que se consideraba como especie introducida con registros entre la costa de Japón y Baja California, incluyendo el Golfo de California, México, bajo otros nombres como: *C. sinuosa* f. *deformans* (sensu Setchell y Gardner, 1924, 1925; y en parte Dawson, 1944, 1949, Wynne, 1972, 1973); también como *Colpomenia bullosa* sensu Norris, 1973; Pacheco-Ruíz *et al.*, 2008 [no *Colpomenia bullosa* (D.A. Saunders) Yamada, 1948; y con el basionimo de *Scytosiphon bullosus* D.A. Saunders, 1898. Después Wynne y Norris (1976) realizan una revisión del género, y concluyen que *C. phaeodactyla* es originaria de la cota de Sonora, con localidad tipo en Playa Estación, Puerto Peñasco. Actualmente Norris (2010) confirma su distribución global, indicando que se encuentra en México, Costa Rica, parte central Chile y Japón.

De la misma manera, *Ishige sinicola* fue referida por Dawson (1960) como una especie con distribución disyunta, entre la costa de Japón y Baja California (Golfo de California), razón por la cual se hacía referencia de que su presencia en México fuera un caso de introducción. Al respecto Hommersand (1972) en su estudio sobre las relaciones fitogeográficas de las algas marinas de ambientes templados cálidos, entre Japón y Norteamérica, indican a las corrientes marinas como un posible vector de

introducción de especies entre ambas costas. En la actualidad se conoce que *Ishige sinicola* es una especie típica del Golfo de California y Japón / Asia oriental con una distribución discontinua (Dawson, 1960; Kitayama, 2006; Pedroche *et al.*, 2008), sin embargo a través de estudios molecular realizados por Lee *et al.* (2009), concluyen que las poblaciones de *Ishige* del Golfo de California corresponden a *Ishigea sinicola*, y que las poblaciones de *I. okamurae*, y aquellos ejemplares identificados como "*I. sinicola*" de Japón (Yoshida, 1998) y Corea (Kawai *et al.*, 2005), corresponden a *I. foliacea*. De la misma manera, Lee *et al.* (2009), sugieren que se estudien las poblaciones de "*I. sinicola*", reportados en la costa de China (Tseng, 1983) y Taiwán (Lewis y Norris, 1987) que probablemente corresponden a *I. foliacea*.

De la misma manera, se descartó la presencia de *Caulerpa taxifolia* en la costa del Pacífico de México, a pesar de que se ha reportado para el estado vecino de California EUA. En la costa del Pacífico de México, no existe registro alguno, ni bibliográfico, ni de ejemplares depositados en herbarios.

- 2) La consulta en las bibliotecas de la UABC y de la Universidad de California en San Diego y sitios especializados de Internet, fue fundamental para obtener la bibliografía y para capturar información referente las especies consideradas en el proyecto. Por lo tanto, la captura de la literatura consultada y obtenida, se incorporó en la Base de Datos y se efectuaron las asociaciones correspondientes a cada especie.
- 3) Se concluyó con la captura de información de los campos requeridos de las especies en Base de Datos (Biotica50Invasora\_conCatálogo\_Final2013.mdb) del programa Biótica v 5.0.  
Cabe señalar, que aunque se contempló ingresar registros curatoriales en como parte de las actividades de este periodo de proyecto, uno del herbario AUABCS de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, en La Paz; y otro registro del Herbario IBUG de la Universidad Autónoma de Guadalajara, Jalisco, estos, no se ingresaron debido a que el primero de ellos de la AUABCS, correspondió a una mala identificación del ejemplares de *Sargassum* y en el segundo caso del Herbario IBUG, no existen registros de ejemplares de las especies introducidas y/o invasoras.
- 4) Se ingresó la información de las especies a estudiar sobre el Catálogo de Características, que son utilizados en la base de datos en el Sistema de Información Biótica v.5.0., incluida en el archivo Biotica50Invasora\_conCatálogo\_Final2013.mdb.
- 5) Se realizó la obtención de registros curatoriales y incorporación de los mismos a la Base de Datos de especímenes depositados en herbarios. Además de registros curatoriales, producto de las recolectas derivadas del presenta proyecto, y que fueron depositados en el herbario CMEX de la Universidad Autónoma de Baja California.
- 6) En el desarrollo del proyecto se cumplió con el 100% de avance. El compromiso fue de 300, 300 Registros curatoriales, comprometidos convenio (FB1389/GN007/09) y se ingresaron 309 en total.

Es importante mencionar que para determinar el estado actual de la posible introducción o invasión y distribución de cada especie (que es el objeto de nuestro estudio), fue necesario corroborar la identificación de cada ejemplar depositado en los herbarios antes de ingresar la información a la Base de Datos: Biotica50Invasora\_conCatálogo\_Final2013.mdb, además de aquellos ejemplares correspondientes a las nuevas recolectas producto de este estudio.



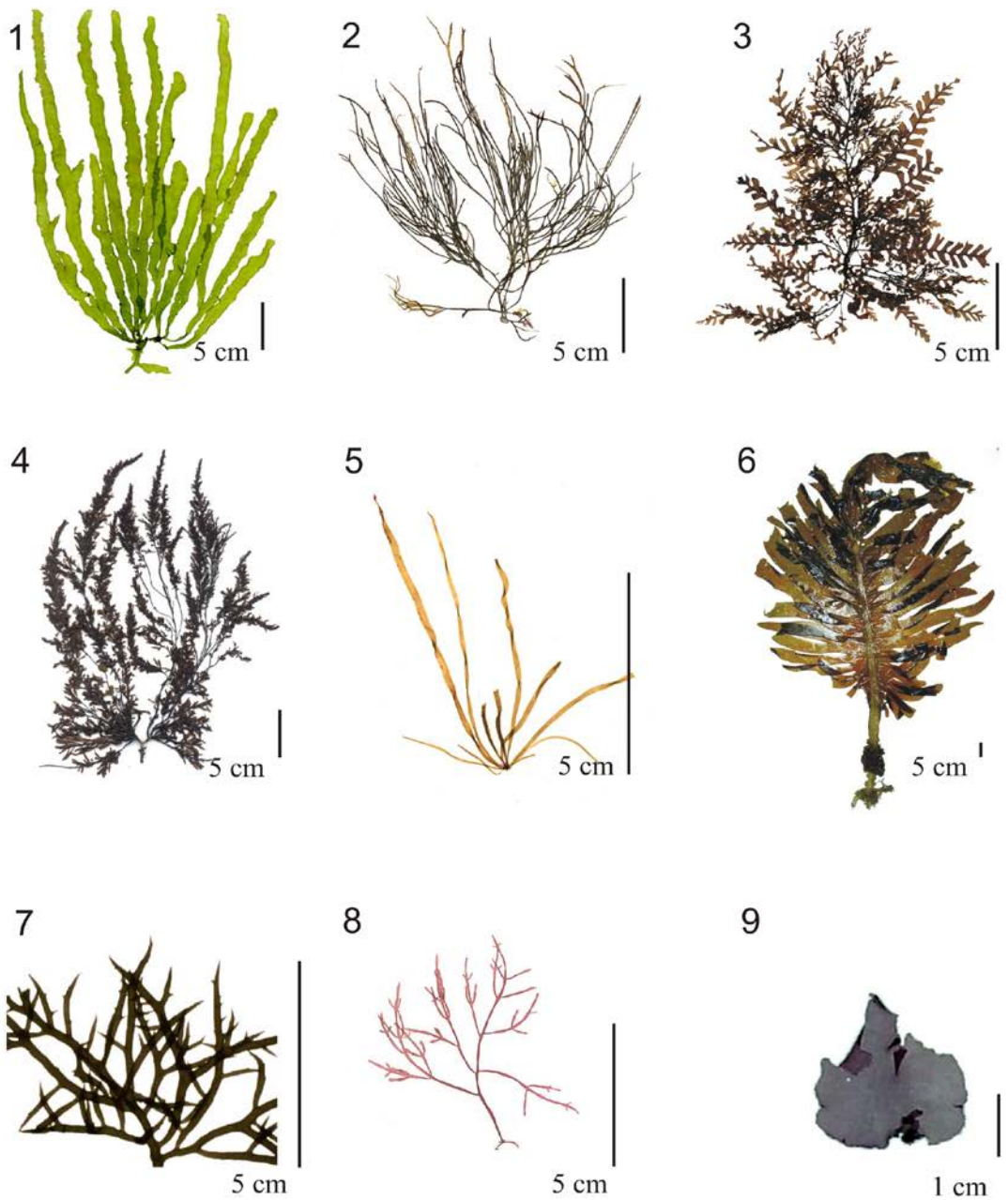
### Literatura citada:

- Aguilar Rosas, L.E., R. Aguilar Rosas, A.C. Mendoza González & L.E. Mateo Cid, 2000. Marine Algae from the Northeast Coast of Baja California, México. *Bot. Mar.* 43: 127–139.
- Aguilar-Rosas, L.E., R. Aguilar-Rosas, H. Kawaii, S. Uwai y E. Valenzuela-Espinoza. 2007. New record of *Sargassum filicinum* Harvey (Fucales, Phaeophyceae) in Helmut the Pacific Coast of Mexico. *Algae* 22(1):17-21.
- Aguilar-Rosas, L.E., R. Aguilar-Rosas, F. Núñez-Cebrero y J.A. Zertuche-González. 2010. Dispersión del alga marina *Sargassum filicinum* Harvey (Fucales, Phaeophyceae): especie asiática, introducida en México. Memoria del XV Congreso Nacional de Oceanografía. Universidad Autónoma de Baja California. 18-23 p.
- Aguilar-Rosas, L.E., S.M. Boo, K.M. Kim y C.V. Aguilar-Rosas. 2012. Primer registro de *Grateloupia turuturu* (Halimenaiceae, Rhodophyta) en la costa del Pacífico mexicano. *Hidrobiológica* 22 (2): 189-194.
- Aguilar-Rosas, R. 1994. Notas Ficológicas. I. Primer registro de *Cutleria cylindrica* Okamura (Cutleriaceae, Phaeophyta) para las costas del Pacífico mexicano. *Acta Botánica Mexicana* 29: 55-60.
- Aguilar-Rosas, R. y L.E. Aguilar-Rosas. 1985. *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Fucales, Phaeophyta) in Baja California coast, México. *Ciencias Marinas* 11: 127-129.
- Aguilar-Rosas R. y L.E. Aguilar-Rosas, 1993. Cronología de la colonización de *Sargassum muticum* (Phaeophyta) en las costas de la Península de Baja California, México (1971-1990). *Revi. Invest. Cient.* 4(1):41-51.
- Aguilar-Rosas, R. & L.E. Aguilar-Rosas. 2003. El género *Porphyra* (Bangiales, Rhodophyta) en la costa del Pacífico de México. I. *Porphyra suborbiculata* Kjellman. *Hidrobiológica* 13: 51-6.
- Aguilar-Rosas, R., L.E. Aguilar-Rosas y F.F. Pedroche. 2005. *Ulva fasciata* Delile (Ulvacea, Chlorophycota): a species newly introduced into Pacific Mexico. *Botanica Marina* 48: 46-51.
- Aguilar-Rosas R., L.E. Aguilar-Rosas, G.E. Ávila-Serrano y R. Marcos-Ramírez. 2004. First record of *Undaria pinnatifida*. (Harvey) suringar (Laminariales, Phaeophyta) on the Pacific coast of Mexico. *Botanica Marina*. 47: 255-258.
- Aguilar-Rosas R., L.E. Aguilar-Rosas, G.Y. Cho y S. M. Boo. 2006. First record of *Scytosiphon gracilis* Kogame (Scytosiphonaceae, Phaeophytaceae) for the Pacific coast of Mexico. *Algae* 21 (1): 11-13.
- Bruno, J.F., J.D. Fridley, K.D. Bromberg y M.D. Bertness. 2005. Insights into biotic interactions from studies of species invasions. In: (D.F. Sax, J.J. Stachowicz y S.D. Gaines, eds) *Species invasions: insights into ecology, evolution and biogeography*. Sinauer Associates, Sunderland. pp. 13-40.
- Dawson, E.Y. 1944. The marine algae of the Gulf of California. *Allan Hancock Pac. Exped.* 3:189-432.
- Dawson, E. Y. 1949 [1948]. Resultados preliminares de un reconocimiento de las algas marinas de la costa Pacífica de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 9(3/4): 215–254, pl. 3.
- Dawson, E. Y. 1960. A Review of the Ecology, Distribution, and Affinities of the Benthic Flora. In *The Biogeography of Baja California and Adjacent Seas, Part 2: Marine Biotas. Systematic Zoology* 9(3): 93–100.

- Dawson, E.Y. 1961. Marine red algae of Pacific Mexico, Part 4: Gigartinales. *Pac. Naturalist* 2:191-343.
- Dawson, E.Y. 1962. Benthic Marine Exploration of Bahía de San Quintín, Baja California, 1960-1961: Marine and Marsh Vegetation. *Pacific Naturalist* 3(7): 275-280.
- Dawson, E. Y. 1963. Marine Red Algae of Pacific Mexico, Part 6: Rhodymeniales. *Nova Hedwigia* 5: 437-476, pls. 77-95.
- Didham, R.K., J.M. Tylianakis, M.A. Hutchinson, R.E. Ewers y N.J. Gemmel. 2005. Are invasive species the drivers of ecological change? *Trends in Ecology and Evolution* 20: 470-474.
- Guiry, M.D. y G.M. Guiry. AlgaeBase. 2012. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway.<http://www.algaebase.org>.
- Hommersand, M. H. 1972. Taxonomic and Phytogeographic Relationships of Warm Temperate Marine Algae Occurring in Pacific North America and Japan. *In Proceedings of the Seventh International Seaweed Symposium, Sapporo, Japan*, I. Nozawa, ed., pp. 66–71. Tokyo: University of Tokyo Press.
- Kawai, H., H. Sasaki, S. Maeba, and E. C. Henry. 2005. Morphology and Molecular Phylogeny of *Phaeostrophion irregulare* (Phaeophyceae) with a Proposal for Phaeostrophiaceae *fam. nov.*, and a Review of Ishigeaceae. *Phycologia* 44(2): 169–182.
- Kitayama, T. 2006. Brown Algae from the Suzaki Imperial Villa, Suzaki, Shimoda, Japan. *Memoirs of the National Science Museum, Tokyo*, 40: 7–21.
- Lee, M. K., G. H. Boo, R. Riosmena-Rodríguez, J. A. Shin, and S. M. Boo. 2009. Classification of the Genus *Ishige* in the North Pacific Ocean with Recognition of *Ishigea foliacea* based on Plastid rbcL and Mitochondrial cox3 Gene Sequences. *Journal of Phycology*, DOI: 10.1111/j.1529-8817.2009.00704.x
- Lewis, J. E., and J. N. Norris. 1987. *A History and Annotated Account of the Benthic Marine Algae of Taiwan*. Smithsonian Contributions to the Marine Sciences, No. 29: iv+38 pp. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- MacDougall, A.S. y R. Turkington. 2005. Are invasive species the drivers or passengers of change in degraded ecosystems? *Ecology* 86: 42–55.
- Mazariegos-Villareal, A., R. Riosmena-Rodríguez, A.R. Rivera-Camacho y E. Zerviere-Zaragoza. 2010. First report of *Cladostephus spongiosus* (Sphacelariales: Phaeophyta) from the Pacific coast of Mexico. *Botanica Marina* 53: 153-157.
- Mateo-Cid, L.E. y C.A. Mendoza-González. 2001. Algas marinas bentónicas de la costa de Oaxaca, México. *Annales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México*. 47: 11–26.
- Mendoza-González, A.C. & L.E. Mateo-Cid, 1986. Flora marina bentónica de la costa noroeste del estado de Sonora, México. *Phytologia* 60: 414–427.
- Miller K.A, L.E Aguilar-Rosas y F. Pedroche. 2011. A review of non-native seaweeds from California, USA and Baja California, México. *Hidrobiológica* 21(3):240-254.
- Norris, J. N. 1973 [1972]. Marine Algae from the 1969 Cruise of *Makrele* to the Northern Part of the Gulf of California. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 32: 1-30.
- Norris, J.N. 2010. Marine algae of the Northern Gulf of California: Chlorophyta and Phaeophyceae. *Smithsonian Contributions to Botany* 94:1-276.
- Pacheco-Ruíz I. & J.A. Zertuche-González. 2002. Red algae (Rhodophyta) from Bahía de los Angeles, Gulf of California, Mexico. *Hydrobiologica* 398/399:159-166.
- Pacheco-Ruíz, I., J.A. Zertuche-González, J. Espinoza-Ávalos, R. Riosmena-Rodríguez, L. Galindo-Bect, A. Gálvez-Télles, A.E. Meling-López & J. Orduña-Rojas. 2008.

- Macroalgas. In *Bahía de Los Ángeles: Recursos Naturales y Comunidad Línea Base 2007*, G.D. Danemann y E. Ezcurra, eds., pp. 181–214. Ensenada, México: Pronatura Noroeste A. C., San Diego Natural History Museum, and Instituto Nacional de Ecología.
- Pedroche, F.F., Silva, P.C., Aguilar-Rosas, L.E., Dreckmann, K.M. & Aguilar-Rosas, R. 2005. *Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México. I. Chlorophycota*. pp. i-viii, 17-146. Ensenada, México: Universidad Autónoma de Baja California.
- Pedroche, F.F., Silva, P.C., L.E. Aguilar-Rosas, K.M. Dreckmann & R. Aguilar-Rosas. 2008. *Catálogo de las algas bentónicas del Pacífico de México, II: Phaeophycota*. [iv]+i-vi, 15-146 pp. Mexico D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Universidad Autónoma de Baja California, and University of California, Berkeley.
- Riosmena-Rodríguez, R., G.H. Boo, J.M. López-Vivas, A. Hernández-Velasco, A. Sáenz-Arroyo & S.M. Boo. 2012. The invasive seaweed *Sargassum filicinum* (Fucales, Phaeophyceae) is on the move along the Mexican Pacific coastline *Botanica Marina* 55(5):547–551
- Ruiz, G.M., P. Fofonoff & A.H. Hines. 1999. Non-indigenous species as stressors in estuarine and marine communities: assessing invasion impacts and interactions. *Limnology and Oceanography* 44: 950-972.
- Santelices B., M.E. Ramírez & I.A. Abbott. 1989. A new species and new records of marine algae from Chile. *Br. Phycol. J.* 24: 73-82.
- Saunders, D.A. 1898. Phycological Memoirs. *Proceedings of the California Academy of Sciences, Third Series*, 1: 147–168, pls. 12–32.
- Setchell, W.A. & N.L. Gardner. 1924. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921: The Marine Algae. *Proceedings of the California Academy of Sciences, Fourth Series*, 12(29): 695–949.
- Setchell, W.A. & N.L. Gardner. 1925. The Marine Algae of the Pacific Coast of North America, Part III: Melanophyceae. *University of California Publications in Botany* 8(3): 383–898.
- Schaffelke, B. & C.L. Hewitt. 2007. Impacts of introduced seaweeds. *Botanica Marina* 50: 397–417.
- Sutherland, J.E., S.C. Lindstrom, W.A. Nelson, J. Brodie, M.D. Lynch, M.S. Hwang, H.-G. Choi, M. Miyata, N. Kikuchi, M.C. Oliveira, T. Farr, C. Neefus, A. Mols-Mortensen, D. Milstein & K.M. Müller. 2011. A new look at an ancient order: generic revision of the Bangiales (Rhodophyta). *Journal of Phycology* 47(5): 1131-1151.
- Tseng, C. K. 1983. *Common Seaweeds of China*. [ii]+x+316 pp. Beijing: Science Press.
- Uwai S., K. Kogame, G. Yoshida, H. Kawai & T. Ajisaka. 2009. Geographical genetic structure and phylogeography of the *Sargassum horneri* / *filicinum* complex in Japan, based on the mitochondrial cox3 haplotype by. *Marine Biology* 156 (5): 901-911.
- Wynne, M.J. 1972. Studies of Life Forms in Nature and Culture of Selected Brown Algae. In *Contributions to the Systematics of Benthic Marine Algae of the North Pacific*, I.A. Abbott and M. Kurogi, eds., pp. 133–145. Kobe: Japanese Society of Phycology.
- Wynne, M.J. 1973. A Key to Unbranched, Cylindrical Brown Algae. *Contributions in Marine Science* 17: 133-152.
- Wynne, M.J. & Norris, J.N. 1976. The genus *Colpomenia* Derbès et Solier (Phaeophyta) in the Gulf of California. *Smithson. Contrib. Bot.* 35: 1-18.
- Yamada, Y. 1948. Marine Algae. In *Icones of the Marine Plants and Animals of Hokkaido, No. 1*, Y. Yamada and S. Kinoshita, eds., p. 6, pl. 4 [*Colpomenia bullosa*]. Yoichi, Hokkaido: Hokkaido Fisheries Scientific Institution.

- Yoshida, T. 1998. *Marine Algae of Japan* [Shin Nihon kaisoshi; Nihonsan kaisorui soran]. 25+[2]+3-1222 pp. Tokyo: Uchida Rokakuho Publishing Company.
- Zuccarello, G.C., J.A. West & J. Rueness. 2002. Phylogeography of the cosmopolitan red alga *Caulacanthus ustulatus* (Caulacanthaceae, Gigartinales). *Phycological Research* 50: 163-172.



Figuras 1-9. Especies de macroalgas introducidas en la costa del Pacífico de México. Fig. 1. *Ulva fasciata*, Fig. 2. *Cutleria cylindrica*, Fig. 3. *Sargassum filicinum*, Fig. 4. *Sargassum muticum*, Fig. 5. *Undaria pinnatifida*, Fig. 6 *Scytosiphon gracilis*, Fig. 7. *Caulacanthus ustulatus*, Fig. 8. *Lomentaria hakodatensis*, Fig. 9. *Porphyra suborbiculata*.