Estudios Ecológicos en Bahía Magdalena

René Funes Rodríguez
Jaime Gómez Gutiérrez
Ricardo Palomares García

CICIMAR-IPN
GOBIERNO DE BAJA CALIFORNIA SUR
UNIDOS VAMOS POR MÁS

FONMAR-BCS

Estudios Ecológicos en Bahía Magdalena

Estudios Ecológicos de Bahía Magdalena es un libro que surgió con la idea de sintetizar e integrar en un solo volumen, gran parte de los estudios sobre biología, ecología, oceanografía y ciencias sociales. La obra se compone de 20 capítulos, agrupados en cinco secciones con temas comunes: Oceanografía Física, Bentos, Plancton, Necton y Aspectos Sociales e Históricos del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas situado en la costa sur occidental de la península de Baja California, México. Los diferentes capítulos incluyen investigaciones originales y artículos de revisión del estado actual del conocimiento que se tiene sobre procesos y/ó recurso naturales de la región, presentando nuevos enfoques y conceptos que pudieran definir futuras líneas de investigación, posibles áreas de protección y recomendaciones para el uso sustentable de los recursos naturales, de uno de los ecosistemas lagunares de mayor biodiversidad y atractivo ecoturístico y pesquero del litoral del Pacífico Mexicano.

ESTUDIOS ECOLÓGICOS EN BAHÍA MAGDALENA

Página ii sin texto

2007

ESTUDIOS ECOLÓGICOS EN BAHÍA MAGDALENA

RENÉ FUNES RODRÍGUEZ
JAIME GÓMEZ GUTIÉRREZ
RICARDO PALOMARES GARCÍA
Editores

GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR
FONDO PARA LA PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS MARINOS DE BAJA CALIFORNIA SUR
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

FONMAR

GOBIERNO DE BAJA CALIFORNIA SUR
UNIDOS VAMOS POR MÁS

CICIMAR-IPN

Diseño editorial: Edgar Yuen Sánchez.
Editores de estilo: René Funes Rodríguez, Jaime Gómez Gutiérrez, Ricardo Palomares García.
Diseño de portada: Jorge del Ángel Rodríguez (imagen de satélite) y Jaime Gómez Gutiérrez (diseño gráfico).
Imágen de satélite del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas: World wind y proveedores de datos: i-Cube Landsat 7 (Global and Cover Facility, University of Maryland e Institute of Advanced Computer Studies) y Blue Marble Next Generation (Reto Stockli NASA Earth Observatory y NASA Goddard Space Flight Center).
Formación y tipografía: Impresos Antom, S.A. de C.V.

QH 541.5 C65 2007

Estudios Ecológicos en Bahía Magdalena / Editado por René Funes Rodríguez, Jaime Gómez Gutiérrez, Ricardo Palomares García. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, BCS, México 2007.
ISBN XXX-XX-XXXX-X

D. R. © 2007
Derechos Reservados conforme a la ley
Primera edición.
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional
Av. Instituto Politécnico Nacional s/n
Col. Playa Palo de Santa Rita
C. P. 23096, La Paz, Baja California Sur, México
Impreso y hecho en Guadalajara, Jalisco, México

Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o trasmitida, mediante ningún sistema o método electrónico o mecánico sin autorización por escrito de los editores.

CONTENIDO

Prefacio ix

Prólogo xi

Agradecimientos xv

Instituciones participantes xvii

Árbitros xviii

Área de estudio: Complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas xxi

Sección I. Oceanografía Física

Capítulo 1 **Condiciones hidrofísicas en el sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas** **1**
Orzo Sánchez-Montante, Oleg Zaitsev, Manuel Saldivar-Reyes

Capítulo 2 **Características del ambiente hidrofísico de la plataforma continental y zona oceánica adyacente al sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas** **29**
Oleg Zaitsev, Orzo Sánchez-Montante, Carlos J. Robinson

Capítulo 3 **Efecto de la dinámica de las corrientes de marea en los organismos pelágicos en la boca de Bahía Magdalena** **45**
Carlos J. Robinson, Jaime Gómez-Gutiérrez, Samuel Gómez-Aguirre

Sección II. Bentos

Capítulo 4 **Composición química de los sedimentos y macroalgas del complejo lagunar Magdalena-Almejas** **61**
Durga Rodríguez-Meza, Evgueni Choumiline, Lia Méndez-Rodríguez, Baudilio Acosta-Vargas, Dmitri Sapozhnikov

Capítulo 5 **Concentración de metales pesados en almeja roñosa *Chione californiensis* (Broderip) en la porción norte de Bahía Magdalena** **83**
Lia Méndez-Rodríguez, Susan C. Gardner, Baudilio Acosta-Vargas, Nadia López-Esquerr, Sergio Ticul Álvarez-Castañeda

Capítulo 6 **Comunidades de anélidos poliquetos de Bahía Magdalena** **91**
Victoria Díaz-Castañeda, Jesús A. de León-González

Capítulo 7 **Ecología de la fanerógama *Zostera marina* en el sistema lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas** **101**
Noé Abraham Santamaría-Gallegos, Esteban Fernando Félix-Pico, José Luis Sánchez-Lizaso, Rafael Riosmena-Rodríguez

Capítulo 8 **Flora marina del sistema lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas** **113**
Gustavo Hernández-Carmona, Elisa Serviere-Zaragoza, Rafael Riosmena-Rodríguez, Ignacio Sánchez-Rodríguez

Capítulo 9 **Variación en la cobertura, distribución y estructura de los manglares del complejo lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas (1990-2005)** **127**
Joanna Acosta-Velázquez, Arturo Ruíz-Luna

Sección III. Plancton

Capítulo 10 **Dinoflagelados (Dinophyceae) del sistema lagunar Magdalena-Almejas** **145**
Ismael Gárate-Lizárraga, Christine Johanna Band-Schmidt, Gerardo Verdugo-Díaz, María del Socorro Muñetón-Gómez, Esteban Fernando Félix-Pico

Capítulo 11 **Variación estacional de la producción de huevos de copépodos en Bahía Magdalena** **175**
Ricardo Palomares-García, Roxana De Silva-Dávila

Capítulo 12 **Transporte de agregaciones de zooplancton a través de la boca de Bahía Magdalena asociado a corrientes y frentes de marea** **189**
Samuel Martínez-Gómez, Jaime Gómez-Gutiérrez, Carlos J. Robinson

Capítulo 13 **Composición, distribución y abundancia de larvas de peces en Bahía Magdalena** **205**
René Funes-Rodríguez, Julián D. Leal-Espinoza, Alejandro Hinojosa-Medina, Martín E. Hernández-Rivas, Cesar Flores-Coto

Sección IV. Nécton

Capítulo 14 **Parámetros poblacionales de la sardina del Pacífico *Sardinops sagax* y su contribución a la pesquería de Bahía Magdalena: enfoque de stocks** **223**
Roberto Félix-Uraga, Felipe N. Melo-Barrera, Casimiro Quiñonez-Velázquez

Capítulo 15 **Bahía Magdalena: zona de crianza de la macarela *Scomber japonicus*** **235**
María Georgina Gluyas-Millán

Capítulo 16 **Peces demersales de Bahía Magdalena** **241**
Francisco Javier Gutiérrez-Sánchez, Felipe Galván-Magaña, Leonardo Andrés Abitia-Cárdenas, Jesús Rodríguez-Romero

Capítulo 17 **Variabilidad interanual (1983-87) y (1996-97) de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en la zona norte de Bahía Magdalena** **251**
Luis A. Fleischer, Esperanza Michel-Guerrero, Alejandro Zárate-Villafranco, Alejandro Álvarez-Andrade

Capítulo 18 **Repertorio acústico de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en Bahía Magdalena** **263**
Francisco Ollervides, Sarah Rohrkasse

Sección V. Aspectos Sociales e Históricos

Capítulo 19 **La pesquería de camarón en Puerto San Carlos, Bahía Magdalena: una perspectiva socioeconómica** **277**
Salvador García-Martínez, Ernesto A. Chávez-Ortiz

Capítulo 20 **Evolución de la investigación científica en el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas** **289**
Alejandro Hinojosa-Medina, René Funes-Rodríguez, Gerardo Aceves-Medina, Jaime Gómez-Gutiérrez

Página viii sin texto

Prefacio

El complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas es uno de los ecosistemas lagunares con mayor biodiversidad y atractivo ecoturístico y pesquero en el Estado de Baja California Sur, México. Esto ha propiciado el interés de exploradores extranjeros en los inicios del siglo pasado y en épocas más recientes, de científicos nacionales e internacionales. De acuerdo con su creciente influencia económica-pesquera y el incremento en el número de investigaciones durante las últimas tres décadas, surgió la idea de sintetizar e integrar gran parte de los estudios sobre biología, ecología, oceanografía y ciencias sociales de este complejo lagunar. Esta iniciativa fue motivada por la necesidad de entender la dinámica del ecosistema y el deseo de cumplir con los diferentes sectores de la sociedad, cuyos reclamos recurrentes, son el aislamiento de las instituciones de investigación y la escasa disponibilidad de los productos de la investigación a la sociedad. Es así como surge el libro de "**Estudios Ecológicos en Bahía Magdalena",** conformado por 20 capítulos que incluyen artículos de investigación original y de revisión del estado actual del conocimiento del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, en el marco de la celebración de los 30 años de existencia del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN) en La Paz, Baja California Sur (1976-2006).

En esta obra se documenta la interacción de los diferentes procesos oceanográficos que ocurren en el área nerítica adyacente a la bahía y en su interior, y cómo ésta dinámica oceanográfica influencia la biodiversidad y las variaciones de la abundancia espacio-temporal de los organismos que en ella habitan. A su vez, en los diferentes capítulos se muestra el estado actual de los recursos naturales realizando una evaluación crítica de la literatura previamente publicada con la finalidad de presentar una síntesis que pudiera ser útil a estudiantes, científicos, administradores, conservacionistas y público en general, con especial énfasis en proveer de información científica accesible a quienes tienen la responsabilidad de tomar las decisiones sobre el uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas. Asimismo, los capítulos presentan enfoques y conceptos que pudieran definir futuras líneas de investigación, posibles áreas de protección o recomendaciones para el uso sustentable de los recursos naturales de esta región. Como toda obra humana, el presente libro no incluye todos los temas de investigación realizada en el sistema lagunar, pero enfatiza sobre aquellos que son relevantes y de mayor alcance hasta el momento. Sin embargo, este es un primer esfuerzo de convocatoria para integrar las investigaciones desarrolladas en el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, misma que fue atendida por 54 reconocidos investigadores pertenecientes a 13 instituciones de México y tres instituciones extranjeras (España, Rusia y Estados Unidos de Norteamérica).

Página x sin texto

Prólogo

La presente obra fue concebida inicialmente como una integración de la investigación científica desarrollada en el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas por el CICIMAR-IPN, a lo largo de sus 30 años de existencia (1976-2006). No obstante, esta idea fue creciendo y se realizó una amplia convocatoria multi-institucional, con el objeto de integrar el conocimiento interdisciplinario en oceanografía física, química y biología con énfasis en las especies clave del complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas. Gracias a la entusiasta y numerosa respuesta de los investigadores a la convocatoria, se pudieron integrar 20 capítulos que brindan diferentes visiones y metodologías de estudio oceanográfico y ecológico para profundizar en el conocimiento de los diferentes procesos que ocurren en la región. La obra comprende cinco secciones que agrupan capítulos con temas similares de investigación: Oceanografía Física (Sección I), Bentos (Sección II), Plancton (Sección III), Nécton (IV) y Aspectos Sociales e Históricos (Sección V).

La sección de Oceanografía Física (Sección I) incluye tres capítulos que comprenden la revisión y discusión de la hidrodinámica regional de una manera altamente complementaria entre sí. El capítulo 1 esta enfocado a la parte oceánica y plataforma continental del complejo lagunar, el capítulo 2 describe la hidrografía de la parte interna de Bahía Magdalena y el capítulo 3 aborda algunos procesos de la interacción entre ambos ecosistemas que ocurren a través de la boca principal de Bahía Magdalena. A su vez, estos tres capítulos describen los procesos oceanográficos más importantes que influyen y modulan las condiciones ambientales, el transporte de plancton y nécton y patrones de circulación de corrientes entre la porción marina adyacente y la parte interna del complejo lagunar, mediante una combinación del uso de técnología e instrumentación oceanográfica tradicional y moderna (de alta resolución) así como técnicas de modelación numérica, sin precedentes en la región, estos capítulos proveen al lector de una síntesis a diferentes escalas de tiempo y espacio desde los procesos oceánicos de la porción sureña de la Corriente de California a eventos de pequeña escala espacio-temporal como la formación de frentes de la cuenca profunda de Bahía Magdalena.

La sección de Bentos (Sección II) incluye seis capítulos enfocados a discutir aspectos del ecosistema bentónico. Los capítulos 4 y 5, describen la concentración de metales pesados en sedimentos, en macroalgas y en la almeja *Chione californiensis*. Los autores de estos capítulos han sentado el primer precedente de la concentración de metales pesados en la región donde, a pesar del constante incremento de asentamientos humanos a lo largo de línea costera del complejo lagunar, ellos concluyen que las concentraciones estimadas están dentro del intervalo considerado como natural. Asimismo el capítulo 6, es el primer estudio conocido sobre la composición y estructura de la comunidad de poliquetos (Anélida:Polychaeta) para el complejo lagunar. Los poliquetos son organismos de especial influencia en la compactación y composición del fondo marino por su función ecológica en la remoción de sedimentos y por representar una considerable fuente de alimento para depredadores bentónicos y demersales. Los capítulos 7 y 8 presentan aspectos ecológicos de las fanerógamas (pastos marinos) y macroalgas del complejo lagunar como parte integral del componente del bentos, incluyendo los listados taxonómicos más completos publicados hasta el momento de su diversidad específica. Es reconocido

que Bahía Magdalena esta cerca del límite norteño de la distribución de los sistemas de manglar de las costas del Océano Pacífico Oriental y en este contexto, el capítulo 9 muestra la primera evaluación de la cobertura geográfica de bosque de manglar, realizada por medio de técnicas de teledetección satelital. En este capítulo los autores concluyen que a la fecha, no existe evidencia de una reducción en la cobertura geográfica del bosque de manglar entre los periodos de 1990 y 2005. Lo anterior indudablemente es satisfactorio, debido a la creciente tendencia de deforestación de los bosques de manglar en México y gran parte del mundo. Es por ello que deben tomarse las previsiones necesarias para proteger y preservar este hábitat en su estado actual.

La sección de Plancton (Sección III) incluye cuatro capítulos enfocados al estudio de la abundancia espacio-temporal y estructura de las comunidades planctónicas de Bahía Magdalena. Los organismos del plancton son posiblemente el componente biológico más frecuentemente estudiado del complejo lagunar, pero a la vez, probablemente uno de los componentes bióticos menos comprendidos debido a su compleja dinámica espacio-temporal. El capítulo 10 es una revisión del estado actual de conocimiento de la biología, ecología y listado taxonómico de los dinoflagelados, destacando la presencia y riesgo ecológico de algunas especies responsables de florecimientos algales nocivos (FAN), que en ocasiones pueden llegar a provocar eventos de bioconcentración y/o mortalidad de organismos, generando problemas de salud en humanos y organismos marinos de la región. El capítulo 11, presenta la primera estimación anual de la producción secundaria de copépodos aportada por producción de huevos de la región. El grupo de los copépodos es reconocido por su elevada riqueza específica (214 especies), abundancia y biomasa (70-90% de la biomasa zooplanctónica total), constituyendo el principal enlace trófico entre los productores primarios y los depredadores zooplanctófagos en el ecosistema lagunar. Además, los copépodos realizan una importante función en la exportación, redistribución y almacenamiento de carbono y nutrientes en el ecosistema pelágico del complejo lagunar. Por lo anterior, este es un trabajo sin precedentes a nivel regional y nacional que muestra la productividad que aportan los copépodos en la dinámica trófica de Bahía Magdalena. El capítulo 12 es un estudio multidisciplinario de oceanografía de la columna de agua y el transporte de zooplancton a través de la boca de acceso a Bahía Magdalena, que provee de una aproximación novedosa para el estudio de la interacción del zooplancton en el ecosistema de la plataforma continental y la parte interna de la bahía. Este estudio fue realizado utilizando modernas ecosondas científicas, cámaras de video submarinas y sensores de variables ambientales de alta resolución espacio-temporal revolucionando el estudio del plancton en el complejo lagunar de Bahía Magdalena. Finalmente, el capítulo 13 hace referencia al estudio de la estructura de la comunidad y abundancia espacio-temporal de los primeros estadios de vida de los peces (ictioplancton) cuyo conocimiento es un indicador del éxito del reclutamiento y del tamaño potencial de las poblaciones. Este estudio se enfoca principalmente en los ciclos reproductivos de las especies explotadas comercialmente por la industria pesquera y ribereña, así como a los de otras especies que por su abundancia y frecuencia de aparición, tienen una relevante función ecológica en la trama trófica en el complejo lagunar.

La sección de Nécton (Sección IV) esta conformada por cinco capítulos que incluyen especies de la macrofauna con las que el público en general esta más frecuentemente familiarizado (peces y ballenas). El capítulo 14 contiene información de la dinámica poblacional de la sardina del Pacífico, *Sardinops sagax*, que comprende los mayores volúmenes de captura de peces pelágicos menores en el

Noroeste de México. Este capítulo incluye una comparación de las tasas de crecimiento de la sardina del Pacífico en Bahía Magdalena y los stocks ubicados a lo largo de la costa occidental de la península de Baja California. De esta especie, existe una vasta información sobre su pesquería, biología y ecología, pero los capítulos 13 y 14 hacen una evaluación de manera sintética y comprensible de su biología a lo largo de su ciclo ontogénico. El capítulo 15 analiza la estructura de edad y crecimiento de la macarela del Pacífico, *Scomber japonicus*, concluyendo que Bahía Magdalena es una importante área de crianza para esta especie. El capítulo 16 aborda un análisis de la composición específica y abundancia espacio-temporal de los peces demersales que posiblemente aportan la mayor proporción de especies y biomasa a las pesquerías ribereñas, en beneficio directo de la población que habita el complejo lagunar.

Los capítulos 17 y 18 comprenden el estudio de una de las especies más emblemáticas del Estado de Baja California Sur: la ballena gris *Eschrichtius robustus*. El capítulo 17 contiene información de la variabilidad espacio-temporal de la distribución y abundancia de ballena gris durante dos periodos (1983-1987 y 1996-1997) en la porción norte del complejo lagunar. En este estudio, los autores concluyen que aún cuando esta población posiblemente aún no ha alcanzado los niveles de abundancia previos al inicio de su cacería, los censos realizados en esos períodos proveen evidencia de que la ballena gris actualmente tiene una población estable en el Pacífico Mexicano durante su migración invernal. Aunque la caza de este cetáceo se encuentra en moratoria indefinida, la práctica de ecoturismo durante su temporada de reproducción, ha ocasionado un creciente tráfico de embarcaciones que posiblemente alteran el comportamiento y bienestar de estos animales. En este sentido, el capítulo 18 investiga cuál es el repertorio acústico de la ballena gris y discute el posible impacto de la creciente presión humana a través del ecoturismo, en la población de ballenas que llega a Bahía Magdalena, ocasionado por incremento del nivel de ruidos en el hábitat de estos cetáceos. Este estudio puede ser de gran utilidad en la evaluación, planeación y organización de la actividad ecoturística, con la finalidad de reducir el ruido ambiental producido por embarcaciones en beneficio de esta especie y de sus entusiastas observadores.

La sección de Aspectos Sociales e Históricos (Sección V) incluye a dos capítulos novedosos por su contenido sobre aspectos sociales e históricos del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas. El capítulo 19 tiene un enfoque socio-económico sobre la pesquería del camarón que es uno de los recurso de mayor valor comercial de la región y el capítulo 20 ilustra el desarrollo histórico de la investigación científica en el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, a la par de la fundación y consolidación de los centros de investigación del Estado de Baja California Sur. El análisis socio-económico de la pesquería del camarón del capítulo 19 hace énfasis en la necesidad de mejorar la regulación pesquera-comercial regional, sugiriendo que este tipo de estudios debería ser imitado para otros recursos pesqueros explotados en el complejo lagunar con la finalidad de identificar de forma temprana, el posible impacto adverso de la explotación y manejo inadecuado de los recursos. Estas acciones de administración deben ser realizadas antes de llegar a niveles de sobre-explotación en perjuicio de las especies marinas y de la economía de la población regional y del Estado. La preservación y el uso responsable de los recursos bióticos marinos, debe ser la formula para mantener este complejo lagunar como una zona pesquera sustentable.

Finalmente, el capítulo 20 sintetiza los estudios publicados en distintos medios de comunicación escrita, realizados exclusivamente dentro del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, el cual

incorpora 338 publicaciones, además de incluir una perspectiva histórica y discusión sobre el contexto social y económico a nivel regional, nacional e internacional que promovieron y dieron origen a los primeros esfuerzos por explorar, investigar y conocer los recursos bióticos y abióticos del sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas.

Como editores de este libro, nuestra intención fue realizar una síntesis de la información científica y mostrar el estado del conocimiento del complejo lagunar, que sirva como libro de consulta para el público en general y para quienes tienen la responsabilidad de tomar las decisiones sobre el uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas.

Editores
René Funes Rodríguez
Jaime Gómez Gutiérrez
Ricardo Palomares García

Agradecimientos

Los editores deseamos expresar nuestro agradecimiento a las autoridades e instituciones que patrocinaron la publicación de este libro: Gobierno del Estado de Baja California Sur, Fondo para la Protección de los Recursos Marinos de Baja California Sur (FONMAR), Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) e Instituto Politécnico Nacional (IPN). También agradecemos al Ing. Edgar Yuen Sánchez (Subdirección de informática del CIBNOR) por la realización del diseño editorial de los manuscritos que conformaron este libro. Es imprescindible hacer un especial reconocimiento, a los árbitros que evaluaron el contenido de los capítulos del libro, ya que gracias a su profesionalismo y ayuda altruista, colaboraron para que esta obra tuviera una calidad excepcional.

Asimismo apreciamos ampliamente a los investigadores participantes, la distinción por haber atendido a esta convocatoria con trabajos que identifican con detalle el estado del conocimiento de los procesos físicos, químicos y biológicos en un contexto ecológico de algunas de las especies clave que habitan en el complejo lagunar. Finalmente agradecemos enfáticamente al Dr. Juan Elordy Garay (QPD) y al Dr. David Alfaro Siqueiros Beltrones (editores de la revista Oceánides) por realizar la gestión administrativa para obtener el ISBN del libro, y a la Lic. Teresa Jesús Barriga Ramírez (Jefa de la biblioteca del CICIMAR-IPN) por la ayuda prestada en la clasificación del libro. De igual forma, agradecemos ampliamente el apoyo y gestión del Dr. Rogelio González Armas (Subdirector de Extensión y Apoyo Académico del CICIMAR-IPN) para la impresión de esta obra. Deseamos dedicar esta obra a la memoria del Dr. Juan Elorduy Garay (QPD) por su valiosa amistad, pero sobre todo por su profunda influencia personal en el quehacer cotidiano de la comunidad académica del CICIMAR-IPN.

IN MEMORIAM

Juan Félix Elorduy Garay

1955-2007

Para mí es un verdadero honor escribir sobre un amigo tan querido. Quienes lo conocíamos bien sabemos que detrás de su carácter duro y serio, pero siempre atento y amable, había una persona de una gran calidad humana, que fuera del trabajo era extraordinariamente ameno. Pocos saben el significado de llamarse Jon, en lugar de Juan, nombre impuesto por el franquismo, en cuanto a la identificación de sus orígenes. Cómo olvidar las anécdotas que contaba sobre su tierra natal, el País Vasco, que nos permitían imaginar hermosos pueblos pesqueros como Bakio o Bermeo, en las costas del Mar Cantábrico, donde Jon vivió cerca del mar y la pesca. El legado que deja a sus estudiantes es invaluable, sobre todo el hacer del razonamiento y el buen pensar una forma de vida, más cuando uno se dedica a la investigación científica. Conocer y comprender todo lo que hacemos eran preceptos básicos dentro de sus normas de conducta. Ese comportamiento se puso de manifiesto en el seminario de los alumnos de doctorado del CICIMAR que él coordinaba, donde las críticas y las discusiones eran de gran nivel intelectual, junto con las formas para presentar los avances de los estudiantes, que Jon vigilaba con esmero y detalle. Decir y escribir bien las ideas, junto con la honestidad profesional y moral, eran sin duda características de su personalidad. Llegó a México a Ensenada a estudiar la maestría en el CICESE, sin imaginar que de esa experiencia se fundaría una familia mexicana con marcados rasgos vascongados, como los nombres de sus hijos, Itziar e Iñaqui, a quienes se dedicó con la más absoluta responsabilidad y cariño, o la frase de bienvenida grabada en la entrada de su casa *Gure ametsa*, nuestro sueño. Ya contratado por la UABCS realizó sus estudios de doctorado en la Universidad de Bilbao con fuertes restricciones económicas. Se graduó con los máximos honores: *Summa cum laude* según reza su diploma. En el CICIMAR, además de su labor docente y de investigación, tenía a su cargo la revista científica Oceánides, que dirigió los últimos 14 años. Jon era el editor del Centro por antonomasia. El nombre de la revista permanecerá ligado al recuerdo de Jon, cuyo nombre acuñó por analogía con el de las ninfas del mar de la mitología llamadas oceánidas, hijas del dios Océano. Por esa labor Oceánides recibió el premio nacional de la Feria Internacional del Libro de Guadalajara en la categoría de revistas científicas, que le dio gran prestigio y reconocimiento. Lamentamos que no se le hayan concedido los “diez añitos” que pedía al inicio de su enfermedad, desde entonces deseamos fervientemente el milagro de su curación. Fueron menos de dos años de una lucha intensa, le preocupaba sacar adelante a sus hijos y nunca dejó de pensar en el trabajo. Falleció el 22 de septiembre de 2007, a dos días de cumplir 52 años. Lo recordaremos con enorme cariño y admiración.

Victor M. Gómez Muñoz

Instituciones participantes

(POR ORDEN ALFABÉTICO)

A&M University, College Station Texas
Department of Wildlife and Fisheries Sciences, TX 77843, USA

Centro de Estudios Tecnológicos del Mar
Av. IPN y calle CETMAR s/n, Col. Playa Palo de Santa Rita, A.P. 585, La Paz, 23096 Baja California Sur, México

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas
Av. IPN s/n. Col Playa Palo de Sta. Rita, La Paz, 23096, Baja California Sur, México

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional
Blvd. Juan de Dios Bátiz 250, A.P. 280, Guasave, 81101, Sinaloa, México

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada
Km 106 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, 22860, Baja California, México

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
Laboratorio de Manejo Ambiental. Av. Sábalo-Cerritos s/n. Estero del Yugo, A.P. 711, Mazatlán, 82000, Sinaloa, México

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Mar Bermejo 195, Col. Playa Palo de Santa Rita. A.P. 128, La Paz, 23090, Baja California Sur, México

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada
Instituto Politécnico Nacional, Altamira, Km 14.5 Carretera Tampico-Puerto de Altamira, Altamira 89600, Tamaulipas, México

Centro Regional de Investigación Pesquera La Paz
Instituto Nacional de La Pesca-SAGARPA, Carretera a Pichilingue, Km 1 s/n, La Paz, 23020, Baja California Sur, México

Comisión Nacional para la Conservación de la Biodiversidad
Av. Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903. Col. Parques del Pedregal, Del. Tlalpan. México, D.F. 14010

Instituto de V. I. Vernadsky de Geoquímica y Química Analítica
Academia de Ciencias de Rusia, Moscú, Rusia

Universidad Autónoma de Baja California Sur
Carretera al Sur Km 5.5. A.P. 19-B, La Paz, 23080, Baja California Sur, México

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ciencias Biológicas. Pedro de Alba y Manuel L. Barragán, Ciudad Universitaria. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México

Universidad de Alicante
Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, Unidad de Biología Marina. A.P. 99, E-03080 Alicante, España

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología
A.P. 70-305, México, D.F. 04510

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
A.P. 70-305, México, D.F. 04510

Árbitros

(POR ORDEN ALFABÉTICO)

Dr. Abitia Cárdenas Andrés. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional

Dr. Aguirre Gómez Raúl. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Alatorre Mendieta Miguel Ángel. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México

Dra. Alonso Rodríguez Rosalba. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Álvarez Andrade Alejandro. Universidad Autónoma de Baja California Sur

Dr. Álvarez Silva Carlos. Universidad Autónoma Metropolitana

Dr. Balart Páez Eduardo. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dra. Bazúa Durán Carmen. Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Bocco Verdinell Gerardo. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Campos González Ernesto. Universidad Autónoma de Baja California

Dr. Castellote Olivito Juan Manuel. Universidad de Valencia España

Dra. Carrillo Bibriezca Laura. Colegio de La Frontera Sur, ECOSUR

Dr. Castro Valdez Rubén. Universidad Autónoma de Baja California

Dr. Choumiline Evgueni. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional

Dr. Durazo Arvizu Reginaldo. Universidad Autónoma de Baja California

Dr. Flores Coto César. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Färber Lorda Jaime. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

Dra. Fernández Alamo María Ana. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México

Dra. Franco Gordo María del Carmen. Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara

Dr. Galván Magaña Felipe. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional

Dra. Gendron Laniel Diane. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional

Dra. González Macías María del Carmen. Instituto Mexicano del Petróleo

Dra. González Lozano Cristina. Instituto Mexicano del Petróleo

Dr. Green Ruíz Carlos. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Gutiérrez de Velasco Sanroman Guillermo. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

Dr. Gutiérrez González José Luis. Centro Regional de Investigación Pesquera-La Paz INP-SAGARPA

Dr. Guzmán del Poo Juan. Universidad Autónoma de Baja California Sur

Dr. Hendrickx Reners Michel. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Hernández Herrera Agustín. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional

Dra. Ibáñez Aguirre Ana Laura. Universidad Autónoma Metropolitana

Dra. Ibarra Ovando Silvia E. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

Dra. León Tejera Hilda. Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Licea Durán Sergio. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. López Cortés David. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dr. Mas Caussel Jean-Francois. Instituto de Geografia, Universidad Nacional Autónoma de México

Dra. Meave del Castillo María Esther. Universidad Autónoma Metropolitana

Dr. Meling López Enrique. Universidad Autónoma de Sonora

Dr. Morales Pérez Rubén A. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Dra. Morquecho Escamilla Lourdes. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dr. Okolodkov Yuri. Centro de Ecología y Pesquerías, Universidad Autónoma de Veracruz

Dr. Orduña Rojas Javier. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral regional de Guasave, Instituto Politécnico Nacional

Dr. Ponce Díaz Germán. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dr. Ramírez Aguirre Hernán. Universidad Autónoma de Baja California Sur

Dr. Reyes Bonilla Héctor. Universidad Autónoma de Baja California Sur

Dr. Ríos Jara Eduardo. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara

Dr. Robinson Mendoza Carlos Jorge. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Ruíz Luna Arturo. Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo A.C.

Dr. Salazar Vallejo Sergio. Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR

Dr. Sánchez Carrillo Salvador. Instituto Tecnológico de Sonora

Dr. Schmitter Soto Jacobo. Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR

Dr. Suárez Morales Eduardo. El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR

Dr. Urbán Ramírez Jorge. Universidad Autónoma de Baja California Sur

Dr. Uriel Becerril David. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México

Dra. Van Tussenbroek Brigitta Ine. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Zavala García Faustino. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México

Página xx sin texto

Área de estudio: Complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas

El complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas se localiza en la costa sur-occidental de la península de Baja California Sur (24º 16´ N y 25º 45´ N y 111º20´ W y 112º 18´ W). Este sistema tiene tres zonas geomorfológicamente distintas: Zona de Canales (137 km^2) ubicada al noroeste; Bahía Magdalena (883 km^2) situada en la parte central del complejo; y Bahía Almejas (370 km^2) situada al sureste (Fig. 1) (Álvarez-Borrego et al. 1975, Hernández-Rivas et al. 1993).

La Zona de Canales presenta una geomorfología irregular, conformada por numerosos esteros y canales someros (usualmente <12 m, pero con profundidades máximas de 18 m) bordeados por bosques de mangle en la costa Este y por dunas elevadas de arena al Oeste, en la Isla Magdalena. En la porción norte, la zona de Canales se comunica con la plataforma continental a través de dos bocas relativamente angostas y poco profundas denominadas Santo Domingo (1.9 km de ancho) y La Soledad (1.7 km de ancho); desde este último punto existe un canal somero en dirección a Puerto Adolfo López Mateos (población en 2005 = 2171 habitantes). En su porción sureña, el canal principal presenta condiciones favorables para la navegación que comunica con Bahía Magdalena, con profundidades promedio de 11 m, a excepción de la zona conocida como La Curva del Diablo que es relativamente más somera, situada a unos 30 km al sur de López Mateos (Norris & Gentry 1974).

Bahía Magdalena esta comunicada con mar abierto, a través de una amplia boca de acceso de 5.6 km de ancho, con 40 m de profundidad máxima, ubicada entre Punta Entrada (Isla Magdalena) y Punta Redonda (Isla Margarita). A partir de esta boca se extiende un canal de navegación con profundidades entre 15-30 m que comunica con Puerto San Carlos (población en 2005 = 4716 habitantes), el cual se orienta paralelamente a la Isla Magdalena. La parte central de la bahía tiene una profundidad entre 15 y 20 m, la cual disminuye hacia el oriente con una pendiente suave hacia la costa, quedando expuestos frecuentemente extensos bancos de arena durante periodos de bajamar hacia el Este y Noreste de la bahía.

La zona de Bahía Almejas tiene una profundidad promedio de 8 m y una cuenca de 30 m de profundidad máxima. El Canal de Gaviotas permite la navegación de embarcaciones de poco calado (profundidad 20 m) y comunica Bahía Magdalena y Bahía Almejas. Esta última, se conecta con el mar abierto a través de dos bocas, una llamada Canal de Rehusa de 2.5 km de ancho en su parte mas estrecha, ubicada entre Isla Margarita e Isla Creciente y otra boca, conocida como Boca y Barra Flor de Malva, de carácter temporal con amplitud y profundidad altamente variables, localizada en la porción mas sureña del complejo lagunar.

El complejo lagunar tiene tres islas: Isla Magdalena, mide aproximadamente 90 km de largo y tiene forma de escuadra, se sitúa al Oeste del litoral del Municipio de Comondú (24° 32´ N y 25° 16´ N y 112° 18 W y 112° 03´ W). Esta isla tiene como principal asentamiento el Puerto Magdalena (población en 2005 = 112 habitantes). La segunda es la Isla Margarita, con aproximadamente 33.8 km de largo y 7.2 km de ancho (24º 31′ N y 24° 18´ N y 112º 18′ W y 112° 00´ W), presenta elevaciones que forman acantilados y extremos rocosos y una elevación máxima de 566 m sobre el nivel medio del mar (Monte Margarita). La isla esta habitada por militares concentrados en una base de la Armada de México en Puerto Cortés (población en 2005 = 128 habitantes) y por pescadores en Puerto Alcatraz (población en 2005 = 143 habitantes). La isla es considerada como refugio de múltiples aves acuáticas migratorias, destacando la colonia de pelícanos *Pelecanus occidentalis*, considerada como la concentración más grande del Estado (Zárate-Ovando et al. 2006) y colonias permanentes de lobos marinos *Zalophus californianus*. Su vegetación es escasa y con una macrofauna relativamente reducida o al menos poco estudiada. La tercera es la Isla Creciente (Bahía Almejas) conformada por una franja angosta de tierra de aproximadamente 23 km de largo (24° 22´ N y 24° 19´ N y 111° 26´ W y 111° 40´ W). En Isla Creciente a menudo se instalan campamentos estacionales de pescadores para organizar la captura de almeja y también ha sido clasificada como área de refugio de múltiples aves acuáticas y algunos mamíferos marinos.

Las tres zonas descritas (Zona de Canales, Bahía Magdalena y Almejas) presentan extensos bosques de manglar que en conjunto cubren un área cercana a las 17000 ha de superficie (Acosta-Velázquez & Ruíz-Luna este libro). Este extenso bosque de manglar se ubica en una latitud cercana al límite norte de distribución de los sistemas de manglar en el mundo, delimitado por la isoterma de 20° C (Blaber 2007). El 75% de la superficie del manglar del complejo lagunar se ubica entre Bahía Magdalena y la zona de canales y el resto, en Bahía Almejas. La superficie ocupada por los bosques, representa aproximadamente el 70% de la cobertura de manglar total existente en Baja California Sur y se considera que el grado actual de deforestación es aun indetectable (Acosta-Velázquez & Ruíz-Luna este libro). Los bosques están conformados principalmente por tres especies de mangle: rojo (*Rhizophora mangle)*, negro (*Avicenia germinans)* y blanco (*Laguncularia racemosa)*. Las zonas de manglar en Bahía Magdalena contribuyen de forma importante, en la producción total de la materia orgánica depositada en los sedimentos y en la producción de follaje que es transportada por las corrientes marinas (1094 g m^2 año^{-1}, con un máximo en verano de ~6 g m^2 d^{-1})

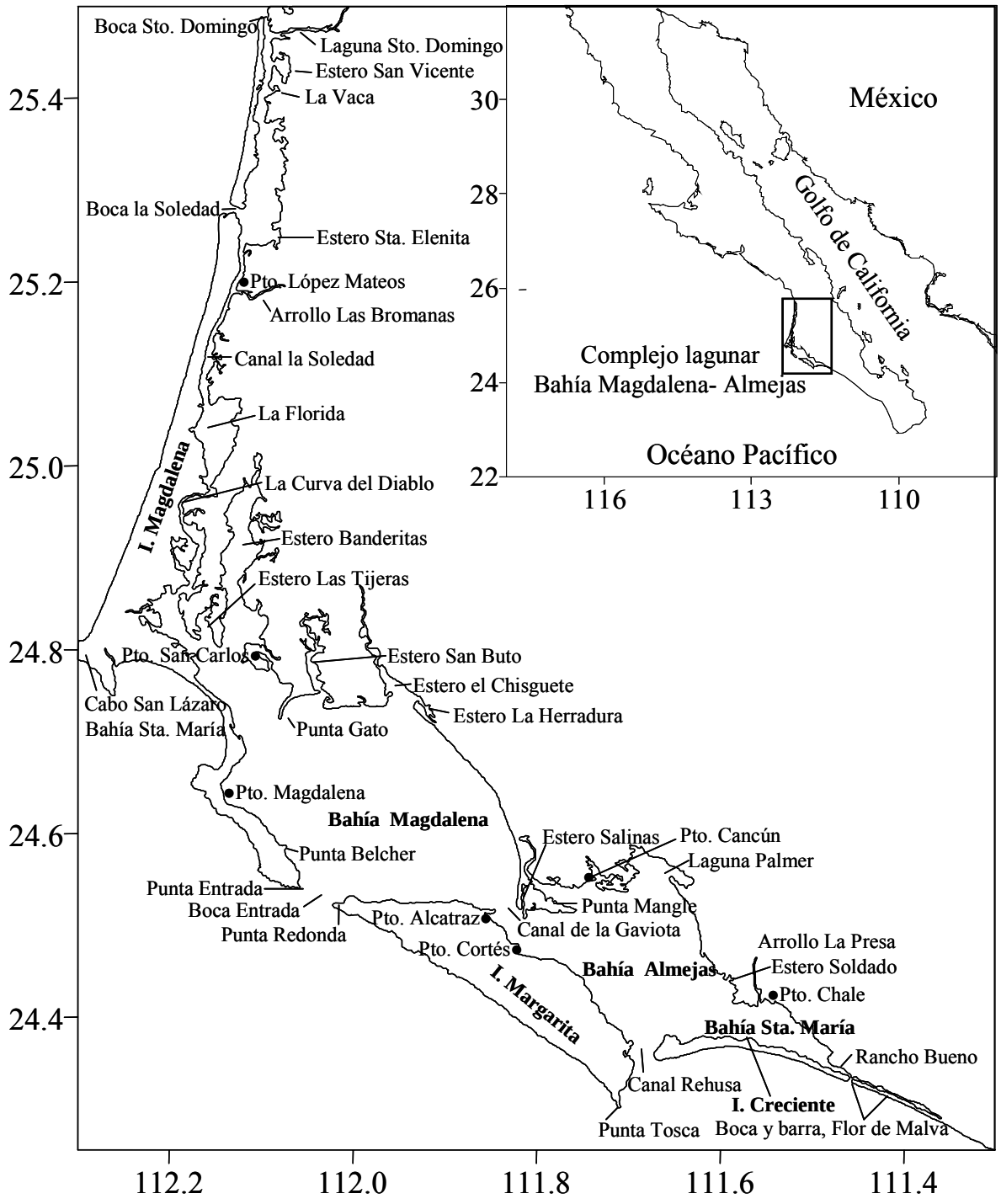

Fig. 1. Toponimia del sistema lagunar de Bahía Magdalena-Almejas ubicada en la costa sur-occidental de la península de Baja California Sur, México

(Chávez-Rosales 2006). A su vez, los bosques de manglares propician la reducción de corrientes que favorece la acumulación de sedimentos (aun no cuantificado) y protección a las poblaciones humanas contra ciclones y huracanes. Estos bosques constituyen además un hábitat de refugio y alimentación crítico para diversas comunidades, integradas por un gran número de vertebrados e invertebrados de varios niveles tróficos, muchos de ellos de valor comercial y ecológico (Chávez-Rosales 2006).

Geomorfología. El complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas esta incluido en la subprovincia geológica de Llanos de Magdalena (con ligera pendiente Este-Oeste fácilmente erosionable) adyacente a la subprovincia geológica de Sierras Volcánicas y Mesetas. La subducción y transformación de la falla Tosco-Abreojos a lo largo de la península de Baja California, ha formando las Islas de Magdalena y Margarita (Spencer & Normark 1979, Blake 1984, Ibarra-Obando 2001, Sedlock 2003).

Frente a Bahía Magdalena existe una plataforma continental estrecha que cambia abruptamente de 40 a 110 m de profundidad (Zaytsev et al. 2003, Gómez-Gutiérrez & Robinson 2006). En la boca de Bahía Magdalena existen formaciones rocosas de origen volcánico que sobresalen sobre los sedimentos, donde se desarrolla una fauna demersal diversa, de acuerdo con observaciones realizadas con cámaras submarinas (Robinson & Gómez-Gutiérrez observ pers). El fondo marino de la cuenca profunda de Bahía Magdalena esta compuesta por roca volcánica y sedimentaria expuesta o ligeramente cubierta con sedimento reciente del cuaternario. Mientras que en el interior de Bahía Magdalena, las corrientes de marea tienen un efecto directo en la distribución de sedimentos y el fondo esta formado por sedimentos muy finos (de limos a arena fina). En los últimos 80 mil años las depresiones fueron formadas a través de grandes extensiones costeras de la región, combinando procesos tectónicos, sedimentarios e hidrológicos (Lankford 1977). La elevación del nivel del mar en los últimos 20 mil años (Lambeck & Chappell 2001) posiblemente inundaron las depresiones y transformaron la geomorfología actual del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas.

El complejo lagunar esta compuesto por lagunas de plataforma interna de barrera, protegidas por barras arenosas que se han desarrollado en los últimos 5000 años y por lagunas de tipo estructural tectónico caracterizadas por depresiones y barreras producidas por fallas tectónicas, levantamientos rocosos y/o vulcanismo (Lankford 1977). La laguna de Santo Domingo en la parte norte conocida como Zona de Canales y también la laguna al extremo sudeste de Bahía Almejas (Rancho Bueno), son depresiones costeras alineadas sobre la costa y protegidas del mar por barreras arenosas. En cambio, Bahía Magdalena y Bahía Almejas son lagunas de origen tectónico separadas del mar por una barrera formada por levantamientos rocosos. En relación a su edafología, el complejo lagunar tiene principalmente tres tipos de suelos: (1) suelos tipo Regosol que son comunes en zonas áridas, que se caracterizan por no presentar capas bien diferenciadas (estratificadas), y se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina como en playas y dunas y en mayor o menor grado, en las laderas de los cerros de las islas; (2) suelo tipo Yermosol caracterizado por una capa superficial de tonalidades claras y un subsuelo rico en arcilla; y (3) suelos tipo Solonetz (derivado de los vocablos rusos "sol" que significa sal y "etz" que es un sufijo indicador del superlativo) caracterizados por un alto contenido de sodio y magnesio asociado a terrenos llanos.

Clima. El clima es seco, semi-cálido, con temperatura del aire promedio anual superior a los 18° C, con una temperatura mínima en enero (14.5° C) y máxima en agosto-septiembre (32° C). El complejo lagunar presenta condiciones anti-estuarinas como resultado de una reducida tasa de precipitación y escasa afluencia de agua dulce, así como de una elevada tasa de evaporación (Álvarez-Borrego et al. 1975). Sus principales recursos hídricos continentales son de origen lótico (arroyos temporales, estuarios y canales). Este complejo presenta una precipitación anual promedio que flúctua entre 48.5 y 153.0 mm año^{-1}, con variaciones estacionales de 71 mm entre otoño e invierno y 54 mm entre primavera y verano (García 1973, Rueda-Fernández 1983, Arriaga et al. 2002). Las precipitaciones tienen fluctuaciones periódicas de aproximadamente 10 años asociadas con el patrón de aparición de manchas solares (Rueda-Fernández 1983). En consecuencia, el sistema lagunar no es alimentado por corrientes de agua permanente, aunque la humedad relativa del ambiente frecuentemente se presenta en forma de rocío (Rofomex 1983).

La época de ciclones tropicales con intensidades que van desde onda tropical hasta huracán, usualmente ocurren de mayo a octubre, con mayor intensidad y frecuencia entre julio y septiembre. El número promedio de eventos climáticos por año (1990-2005) es de 6.9 tormentas tropicales, 4.2 huracanes con categorías H1-H2 y 4.1 huracanes con categorías H3-H5 (CFE, http://www.cfe.gob.mx/). Estas tormentas, cuando pasan cerca del complejo lagunar, representan la más significativa fuente de agua dulce de la región, auque su impacto sobre la comunidad biológica aún no ha sido estudiado.

Los vientos predominantes en el complejo lagunar son del Noroeste-Sureste, siendo los principales responsables de los eventos de surgencia costera por forzamiento de viento durante todo el año, pero con mayor intensidad entre febrero y mayo, mientras que los vientos del Sur persisten usualmente entre julio y septiembre (Bakun & Nelson 1977, Zaytsev et al. 2003). El patrón sinóptico del viento tiene una incidencia del Noroeste en un 67%, con intensidad promedio de 5 m s^{-1} y valores máximos de 15 m s^{-1} (García-Escobar 1993). Se presentan también los vientos de brisa y esporádicamente, vientos por influencia de ciclones tropicales en verano-otoño y de sistemas atmosféricos frontales provenientes del norte durante el invierno.

Hidrografía. La temperatura y salinidad del agua es consistentemente mayor en las porciones someras de la Laguna de Santo Domingo, en la Zona de Canales y el Estero Rancho Bueno (Bahía Almejas) que en las partes profundas del complejo lagunar y el área cercana a las

bocas de comunicación con el exterior. Las bocas se caracterizan por presentar altas concentraciones de nutrientes, baja temperatura, salinidad y menor concentración de oxígeno disuelto y pH (Álvarez Borrego et al. 1975, Lluch-Belda et al. 2000, Zaytsev et al. 2003, Gómez-Gutiérrez & Robinson 2006, Rodríguez-Mata 2006, Gómez-Gutiérrez et al. 2007). Un patrón similar se observa en la cantidad de partículas suspendidas, con menor transparencia del agua en las zonas someras donde ocurre la mayor concentración de material particulado (Aguirre-Bahena et al. 2002, Rosales-Villa 2004).

El promedio de la temperatura superficial del mar (TMS) presenta un pronunciado contraste entre el mes típicamente más frío (mayo, 17.8° C) y el más cálido del año (agosto, 29° C) siendo en general, comparativamente más cálido el interior del complejo lagunar que la porción costera adyacente (Hernández-Rivas et al. 1993, Lluch-Belda et al. 2000). El valor promedio de la TSM de enero a marzo fluctúa entre 19-20° C, con un incremento en julio y valores mensuales máximos en septiembre (30.0° C), disminuyendo en octubre (26° C) y diciembre (22.0° C) (Palomares-García & Gómez-Gutiérrez 1996, Palomares-García et al. 2003, Funes-Rodríguez et al. 2001). La secuencia de cambios del ambiente está estrechamente asociada con la región costera adyacente (Alvarez-Borrego et al. 1975, Acosta-Ruíz & Lara-Lara 1978, Guerrero-Godínez et al. 1988, Lluch-Belda et al. 2000) que le transmite la influencia de corrientes costeras superficiales y la zona de surgencia costera desde el exterior de Bahía Magdalena (Zaytsev et al. 2003). La convergencia de agua fría de la Corriente de California proveniente del norte y la Contracorriente costera que es cálida por el sur, originan un sistema frontal localizado transversalmente en la parte oceánica frente a Bahía Magdalena, con una permanencia superior a nueve meses (Etnoyer et al. 2004, 2006).

La hidrodinámica del complejo lagunar en relación a la región costera adyacente, ha sido estudiada principalmente en la boca de acceso a Bahía Magdalena y en menor grado, en las bocas de Santo Domingo y La Soledad (norte de la Zona de Canales) y el Canal de Rehúsa (Bahía Almejas) (Obeso-Nieblas et al. 1999, Zaitsev et al. 2003). En la Boca de La Soledad la velocidad del flujo alcanza 1.09 m s^{-1}, en el Canal la Gaviota es de 0.52 m s^{-1} y en el Canal Rehusa de 0.50 m s^{-1} (Obeso-Nieblas et al. 1999), mientras que en Punta Entrada puede alcanzar hasta 1.5 m s^{-1} (Zaitsev et al. 2003, este libro, Robinson & Gómez-Gutiérrez 2007). Estas bocas intercambian nutrientes provenientes de los manglares y de la zona adyacente a la bahía por medio de eventos de surgencia costera (Zaitsev et al. 2003, Rosales-Villa 2004, Rodríguez-Meza 2005). La plataforma occidental de Bahía Magdalena esta influenciada por corrientes y procesos de mezcla originados por la marea, circulación oceánica y corrientes de gradiente horizontal que forman un complejo patrón de flujo geostrófico (Zaytsev et al. 2003, este libro). El área oceánica adyacente al sistema lagunar Magdalena-Almejas es una zona típica de surgencia, donde los nutrientes son introducidos al sistema por medio de una combinación entre el transporte vertical de surgencia y el transporte horizontal producido por intensas corrientes de marea (Zaitsev et al. 2003). Se estima que la intensidad máxima de la actividad de surgencia costera se presenta durante la primavera, con frecuentes variaciones como consecuencia de la influencia de los vientos dominantes y la pendiente batimétrica del declive continental (Bakun & Nelson 1977). El tipo de mareas del complejo lagunar es mixto semi-diurno donde se observa regularmente a dos pleamares y dos bajamares (24.8 h). La pleamar media superior es de 0.83 m y cerca de 1.5 m en la pleamar máxima, de acuerdo a la predicción de mareas para Puerto San Carlos (http://www.arachnoid.com/Jtides). El efecto de la marea en el intercambio de agua entre la región oceánica y el interior de Bahía Magdalena es físicamente posible debido a corrientes generadas durante el flujo y el reflujo, a través de su boca de acceso (Obeso-Nieblas et al. 1999, Zaitsev et al. 2003, Sánchez-Montante 2004). En Punta Entrada se forma un micro-frente termo-halino estacional, que se observa a simple vista como un abrupto cambio de coloración del agua y por el fuerte contraste en sus propiedades físico-químicas y biológicas, entre los tipos de agua de la plataforma continental y el interior de Bahía Magdalena (Gómez-Gutiérrez & Robinson 2006, Martínez-Gómez 2006, este libro).

Productividad biológica. Las tasas de acumulación de nitrógeno, carbono y fósforo orgánico (N_{org}, C_{org}, P_{org}) obtenidos de dos núcleos sedimentarios en la margen de Bahía Magdalena, indican que éstas han sido similares durante la etapa isotópica marina 2 (EIM2, 11.5-25 mil años), el último máximo glacial (UMG, 18-22 mil años), el holoceno tardío (HT, 3 mil años) y la época reciente. Sin embargo, las tasas de acumulación de ópalo biogénico (BSi) han sido relativamente más elevadas durante la EIM2 y UMG que durante el HT (Sánchez & Carriquiri 2007). Esto implica que, desde al menos hace 25 mil años, el sistema de vientos que favorecen el transporte de Ekman y los eventos de surgencia a lo largo de la costa de California y Baja California, han dado lugar a una elevada productividad primaria dominada por diatomeas (evidenciada por la elevada tasa promedio de C/N = 10 y la acumulación de ópalo biogénico). Estudios recientes de los niveles de concentración de clorofila muestran variaciones a lo largo del año, con valores mínimos de noviembre a marzo (<1.5 mg chl-*a* m^{-3}) y concentraciones mayores de abril a julio (hasta 9.0 mg chl-*a* m^{-3}) (Palomares-García et al. 2003, Rosales-Villa 2004, Rodríguez-Mata 2006). Sin embargo, hasta el momento aun no se han realizado estimaciones de la producción primaria medida *in situ* en el complejo lagunar.

El ciclo anual de biomasa zooplanctónica es caracterizado por valores comparativamente bajos de noviembre a abril (<2.0 ml m^{-3}) y concentraciones mayores durante el resto del año (usualmente <4.0 ml m^{-3}) (Palomares-García et al. 2003). Un patrón de variación estacional de la biomasa similar fue determinado en un estudio donde se utilizaron tres tipos de redes con diferente apertura de malla (54, 333, 505 μm), (Palomares-García & De Silva-Dávila este libro). Las tasas de producción secundaria fueron estimados en la plataforma

continental adyacente a Bahía Magdalena para el eufáusido *Nyctiphanes simplex* estimando una producción anual atribuida a crecimiento somático de 273 mg m^{-2} $año^{-1}$ y una proporción producción biomasa (P/B) de 7 $año^{-1}$. Los mayores valores de producción secundaria ocurren en primavera-verano reduciéndose considerablemente durante el otoño (Gómez-Gutiérrez et al. 1996). Las tasas de producción secundaria del zooplancton dentro del complejo lagunar han sido estimadas únicamente a través de producción de huevos de cinco especies de copépodos, cuyas tasas específicas de crecimiento de hembras fueron usualmente <0.20 μg C d^{-1}, siendo mas elevada en verano (agosto) que en invierno (febrero) (Gómez-Gutiérrez et al. 1999, datos sin publicar). No obstante, este estudio fue realizado durante un evento de calentamiento El Niño (1997-98), por lo que la turbulencia y el calentamiento anómalo pudieran haber mantenido condiciones de productividad secundaria reducidas, siendo las tasas de producción de huevos y de crecimiento específico probablemente más elevadas durante periodos fríos (La Niña). La producción secundaria anual de cuatro especies de copépodos omnívoros, estimadas en 2000 y 2001 considerados comparativamente mas fríos que en 1997-1998, fue de 0.4 μg C d^{-1} y éstas tasas fueron aún más elevadas (hasta 1 μg C d^{-1}) para una especie de copépodo carnívoro (*Labidocera trispinosa*) en Bahía Magdalena (Palomares-García & De Silva-Dávila este libro).

Biogeografía. En el Pacífico, existe evidencia de la gran similitud en los patrones biogeográficos de especies oceánicas del fitoplancton, zooplancton y nécton (cefalópodos, peces y mamíferos marinos). Estos patrones responden a masas de agua con propiedades hidrográficas distintivas, que interactúa de forma dinámica con otras masas de agua bajo distintos regimenes climáticos (McGowan 1985). La zona de transición es delimitada por el Norte, por las masas de agua Subártica, el agua Subtropical del Pacífico Central al Oeste y el agua Tropical Ecuatorial por el sur. El agua Subártica fluye en la Corriente de California por el Norte formando un núcleo de baja temperatura y salinidad y alto contenido de oxígeno que se dirige hacia el Ecuador, entre la superficie y 100 m de profundidad. El flujo del agua Subártica se ve disminuido al sur de Punta Eugenia, donde el incremento en la temperatura y salinidad se produce por la mezcla de agua más cálida y salina, a lo largo del recorrido del flujo de la Corriente de California (Durazo & Baumgartner 2002). Por el Sur, se presenta un contraflujo costero en dirección al polo denominado como la Contracorriente Costera, con mayor temperatura y salinidad (Hickey 1979, Lynn & Simpson 1987).

El complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas se localiza en la zona frontal caracterizada por una amplia variabilidad espacio-temporal de sus características oceanográficas, en comparación a regiones de mayor o menor latitud. En él confluyen la flora y fauna marina residente, adaptada a los cambios del ambiente y la presencia temporal de especies migratorias y especies planctónicas, asociadas con el transporte de masas de agua (Briggs 1974, Brusca & Wallerstein 1979, Castro-Aguirre & Torres-Orozco 1993, Palomares-García & Gómez-Gutiérrez 1996, Gárate-Lizárraga & Siqueiros-Beltrones 1998). No obstante, la zona frontal es altamente dinámica y su distribución usualmente fluctúa entre Punta Abreojos y el sur del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas (Etnoyer 2004, 2006).

La evidencia de cómo la estructura de la comunidad en Bahía Magdalena cambia en tiempo y espacio, se manifiesta más claramente en los organismos planctónicos y nectónicos que en los organismos sésiles (demersales y bentónicos). Las especies de zooplancton de afinidad templada, como el eufáusido *Nematoscelis difficilis* o los copépodos *Calanus pacificus* y especies del género *Labidocera*, tienen como límite de distribución sureño las cercanías del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas. Aunque se han registrado poblaciones relictas de estas especies en el Golfo de California, usualmente restringidas a las aguas profundas. La comunidad tropical de zooplancton comúnmente es trasportada hacia el norte por el flujo de la Contracorriente Costera invadiendo la plataforma continental (V gr. *Euphausa eximia*, *Euphausia distinguenda*, *Euphausia tenera*, *Nematoscelis gracilis, Acarita tonsa*) (Gómez-Gutiérrez et al. 1995, Palomares-García & Gómez-Gutiérrez 1996).

La zona de transición es dominada en términos de biomasa por el crustáceo decápodo de la familia Galatheidae (*Pleuroncodes planipes*) que presenta incursiones significativas hacia el norte durante eventos de El Niño (Aurioles-Gamboa et al. 1994, Gómez-Gutiérrez et al. 2000). Los cambios en la composición y estructura de las asociaciones de copépodos y larvas peces en Bahía Magdalena se relacionan con el ciclo térmico estacional y la influencia de aguas provenientes de la zona nerítica adyacente (Funes-Rodríguez et al. 1998, 2001, Palomares-García & Gómez-Gutiérrez 1996, Palomares-García et al. 2003, Avendaño-Ibarra et al. 2004, López-Ibarra & Palomares-García 2006). En consecuencia, es posible identificar la presencia de copépodos y larvas de peces de especies residentes y de especies de origen nerítico y oceánico que penetran por el efecto transporte del flujo de mareas (Aceves-Medina et al. 1992, Palomares-García et al. 2003, Avendaño-Ibarra et al. 2004, Gómez-Gutiérrez & Robinson 2006, Gómez-Gutiérrez et al. 2007).

La regionalización zoogeográfica de la distribución de los peces del Pacífico Noreste (Allen & Smith 1988) esta basada en los esquemas propuestos por McGowan (1971) y Briggs (1974), que incluye la provincia San Dieguina que se extiende desde el sur de California, EU, hasta Bahía Magdalena y la provincia Mexicana, que se extiende desde el sur de Bahía Magdalena hasta el Golfo de Tehuantepec. En la provincia San Dieguina no existe un cambio gradual aparente de las especies de origen templado y tropical, lo cual se debe a que las especies de la fauna de origen templado, que son comunes en el sur de California, frecuentemente extienden su ámbito de distribución hasta el sur de Bahía Magdalena, adaptadas parcial o totalmente a las zonas de surgencia costera. En cambio las especies de origen tropical, a pesar de

presentar una marcada disminución entre Cabo San Lucas y Bahía Magdalena, encuentran sitios apropiados dentro de lagunas costeras y ensenadas de la costa occidental de Baja California Sur (Briggs 1974).

Bahía Magdalena es la región donde usualmente se registra la mayor tasa de cambio de especies y por lo tanto, pudiera ser identificada como el límite norteño de la denominada provincia Mexicana (Briggs 1974). De acuerdo a lo anterior, la ictiofauna de Bahía Magdalena esta caracterizada por tres componentes: (1) templado (provincia San Dieguina); (2) subtropical; y (3) tropical que probablemente se originó al momento de la formación de la península de Baja California entre el Mioceno y el Plioceno (Castro-Aguirre & Torres-Orozco 1993). La diversidad específica de peces óseos del sistema lagunar consta de 260 especies (De la Cruz-Agüero et al. 1994, Galván-Magaña et al. 2000) que representan aproximadamente el 65% del total de 400 especies de peces óseos reportadas en la zona nerítica de la costa occidental de la península de Baja California (Fisher et al. 1995, Moser 1996). La elevada diversidad de esta región no es característica de un grupo taxonómico en particular, ya que también se presenta en los dinoflagelados (168 especies, Gárate-Lizárraga et al. este libro), 279 especies de macroalgas y tres fanerógamas (Hernández-Carmona et al. este libro) y 152 especies de copépodos (Henández-Trujillo et al. 2004). Además, el complejo lagunar es uno de los lugares de la costa del Pacífico donde es posible pescar sardinas durante todo el año (Félix-Uraga et al. 2004, este libro).

Impacto humano en el ecosistema del complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas. Se ha demostrado que los ecosistemas marinos con alta biodiversidad del mundo, tienden a ser más productivos y estables que los ecosistemas que han perdido su biodiversidad por razones naturales o actividades humanas (Worm et al. 2006). El complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas por su alta biodiversidad y su incomparable belleza escénica ha sido considerado por la organización World Wildlife Fund (WWF), como uno de los nueve hábitats litorales más importantes que requieren ser protegidos en México (http://www.seawatch.org). A su vez, la Comisión Nacional para Conservación de la Biodiversidad en México (CONABIO) designó al complejo lagunar como región prioritaria hidrológica y como Área de Importancia de Conservación de Aves (AICA) (Zárate-Obando et al. 2006). De igual forma, es uno de los sitios piloto de la Iniciativa de Conservación Marina que abarca desde Baja California, hasta el Mar de Bering (B2B, Baja California to Bering Sea ecoregion) (Etnoyer et al. 2004, 2006).

En la actualidad el deterioro ambiental del complejo lagunar, tiene un componente originado por los escasos recursos sanitarios de la población, debido a que actualmente no cuentan con una planta de aguas residuales ni red de drenaje. No obstante en el año 2007 el Gobierno del Estado de Baja California Sur, programó una significativa inversión económica para la construcción de la red sanitaria y lagunas de oxidación para reducir el aporte de aguas negras a la bahía. Otro riesgo potencial para la salud de la población y el ecosistema son los tiraderos de basura al aire libre y de aquellos productos del desecho de los recursos marinos explotados a lo largo de sus costas, playas y zonas de manglar. Otros problemas relevantes son; la pesca furtiva de especies protegidas (tortuga marina), la pesca durante los periodos de veda (camarón) y la captura de ejemplares por debajo de la talla legal mínima (sardinas). Además, existe una creciente demanda de la proteína de la sardina para alimentos balanceados y recientemente para la maricultura de atún que aumentan la cuota de pesca de sardina de manera significativa. Esto ha causado gran preocupación en la comunidad, la industria pesquera sardinera y en organizaciones conservacionistas (http://www.seawatch.org). Por otro lado, el uso de redes agalleras y de arrastre tipo chango (ilegales, pero desafortunadamente en uso frecuente debido a la falta de vigilancia oficial), tienen un impacto destructivo en los fondos arenosos del ecosistema bentónico y demersal del complejo lagunar que son particularmente frágiles debido a su relativamente largo periodo de recuperación a este tipo de perturbación. Asimismo, la navegación de buques en los cuatro puertos marítimos (Puerto San Carlos, Adolfo López Mateos, Puerto Cortés y Puerto Alcatraz) son centros potenciales de dispersión de especies exógenas de carácter invasivo, producto del intercambio del agua de lastre que puede contener fauna y flora exótica. Aunque este tipo de impacto aún no ha sido formalmente evaluado en los diferentes puertos del estado de Baja California Sur, es imperativo realizar investigación al respecto.

La creciente demanda de actividades ecoturísticas, aunque representan una fuente de ingreso alternativa para los pescadores ribereños puede, si no es regulada, convertirse en un problema debido al ruido ambiental y al acoso ejercido sobre algunas poblaciones marinas (Ollervides & Rohrkasse este libro). Dos ejemplos de su impacto son la observación de la ballena gris en la zona de Canales y Bahía Magdalena durante el invierno y recientemente la observación de tortuga amarilla. Resulta imperativo emprender acciones de protección de esta área, para evitar la creciente presión antropogénica, que se traduce en deterioro ambiental y la pesquería ilegal, con objeto de mantener el ecosistema lo suficientemente estable y diverso para garantizar su alta productividad y sustentabilidad por tiempo indefinido, en beneficio de las futuras generaciones de los pobladores de Baja California Sur.

LITERATURA CITADA

Acosta-Ruíz M, Lara-Lara J (1978) Resultados físico-químicos de un estudio de variación diurna en el área central de Bahía Magdalena, BCS. Cienc Mar 5:37-46

Acosta-Velázquez J, Ruíz-Luna A (este libro) Variación en la cobertura, distribución y estructura de los manglares del complejo lagunar Bahía Magdalena - Bahía Almejas (1990-2005). En: Funes-Rodríguez R, Gómez-Gutiérrez J, Palomares-García R (eds) Estudios ecológicos en Bahía Magdalena. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México

Aguirre-Bahena F, Cervantes-Duarte R, Barrera-González F (2002) Variación espacio-temporal de materia particulada suspendida en el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, BCS, México. XIII Congr Nal Ocean Puerto Vallarta, México

Allen JM, Smith GB (1988) Atlas and zoogeography of common fishes in the Bering Sea and Northeastern Pacific. NOAA Tech Rep NMFS.

Álvarez-Borrego S, Galindo-Bect LA, Chee-Barragán A (1975) Características hidroquímicas de Bahía Magdalena, BCS. Cienc Mar 2:94-110

Arriaga L, Aguilar V, Alcocer J (2002) Aguas continentales y diversidad biológica de México. CONABIO, Ciudad de México, México

Aurioles-Gamboa D, Castro-Gonzalez MI, Pérez-Flores R (1994) Annual mass stranding of pelagic red crabs *Pleuroncodes planipes* (Crustacea: Anomura: Galatheidae), in Bahía Magdalena, Baja California Sur, Mexico. Fish Bull US 92:464–470

Avendaño-Ibarra R, Funes-Rodríguez R, Hinojosa-Medina A, González-Armas R, Aceves-Medina G (2004) Seasonal abundance of fish larvae in a subtropical lagoon in the west coast of the Baja California Peninsula. Estuar Coast Mar Sci 61:125-135

Blaber SJM (2007) Mangroves and fishes: issues of diversity, dependence, and dogma. Bull Mar Sci 80:457-472

Bakun A, Nelson CS (1977) Climatology of upwelling related processes off Baja California. Calif Coop Ocean Fish Invest Rep 19:107-127

Briggs JC (1974) Marine zoogeography. McGraw-Hill, New York, NY

Brusca RC, Wallerstein BR (1979) Zoogeographic patterns of idotheid isopods in the Northeast Pacific, with a review of shallow water zoogeography of the area. Bull Biol Soc Wash 3:67-105

Castro-Aguirre JL, Torres-Orozco RT (1993) Consideraciones acerca del origen de la ictiofauna de Bahía Magdalena-Almejas, un sistema lagunar de la costa occidental de Baja California Sur, México. An Esc Nac Cienc Biol IPN 38:67-73

Chávez-Rosales S (2006) El papel de los manglares en la producción de las comunidades acuáticas de Bahía Magdalena, BCS. Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, Baja California Sur, México

Durazo R, Baumgartner TR (2002) Evolution of oceanographic conditions off Baja California: 1997-1999. Prog Oceanogr 54:7-31

Etnoyer P, Canny D, Mate B, Morgan L (2004) Persistent pelagic habitats in the Baja California to Bering Sea (B2B) ecoregion. Oceanogr 17:90-101

Etnoyer P, Canny D, Mate BR. Morgan LE, Ortega-Ortiz JG., Nichols WJ (2006) Sea-surface temperature gradients across blue whale and sea turtle foraging trajectories off the Baja California peninsula, Mexico. Deep-Sea Res II 53:340-358

Fischer W, Krupp F, Schneider W, Sommer C, Carpenter KE, Nieds VH (1995) Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca I-III. ONU. FAO, Roma

Funes-Rodríguez R, Hinojosa-Medina A, Avendaño-Ibarra R, Hernández-Rivas ME, Saldierna-Martínez R, Watson W (2001) Spawning of small pelagic fish in Bahía Magdalena, Baja California Sur, México, at the beginning of the 1997-1998 El Niño event. Estuar Coast Mar Sci 53:653-664

Gárate-Lizárraga I, Siqueiros-Beltrones DA (1998) Time variation in phytoplankton assemblages in a subtropical lagoon system after the 1982-1983 "El Niño" event (1984 to 1986). Pac Sci 52:79-97

Gárate–Lizárraga I, Band–Schmidt CJ, Verdugo–Díaz G, Muñetón–Gómez MS, Félix–Pico EF (este libro) Dinoflagelados (Dinophyceae) del sistema lagunar Magdalena-Almejas. En: Funes-Rodríguez R, Gómez-Gutiérrez J, Palomares-García R (eds) Estudios ecológicos en Bahía Magdalena. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México

García E (1973) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México

García-Escobar H (1993) Análisis del viento frente a Bahía San Hipólito y el área comprendida entre Bahía Magdalena y Cabo San Lucas, B.C.S. en junio y julio de 1989. Invest Mar CICIMAR 8:95-96

Gómez-Gutiérrez J, Robinson CJ (2006) Tidal current transport of epibenthic swarms of the euphausiid *Nyctiphanes simplex* in a shallow subtropical bay in Baja California Sur, México. Mar Ecol Prog Ser 320:215-231

Gómez-Gutiérrez J, Palomares-García R, Gendron D (1995) Community structure of the euphausiids populations along the west coast of Baja California, México during the weak ENSO 1986-87. Mar Ecol Prog Ser 120:41-51

Gómez-Gutiérrez J, De Silva-Dávila R, Lavaniegos EB (1996) Growth production of the euphausiid *Nyctiphanes simplex* at the coastal shelf off Magdalena Bay, Baja California Sur, México. Mar Ecol Prog Ser 138:309-314

Gómez-Gutiérrez J, Palomares-García JR, De Silva-Dávila R, Carballido-Carranza MA, Martínez-López A (1999) Copepod daily egg production and growth rates in Bahía Magdalena, Mexico. J Plankton Res 21:2227-2244

Gómez-Gutiérrez J, Domínguez-Hernández E, Robinson CJ, Arenas-Fuentes V (2000) Hydroacoustical evidence of autumn-inshore residence of the red crab *Pleuroncodes planipes* in Punta Eugenia, Baja California, Mexico. Mar Ecol Prog Ser 208:283-291

Gómez-Gutiérrez J, Martínez-Gómez S, Robinson CJ. (2007) Influence of tidal fronts on surface zooplankton aggregation and community structure in a subtropical bay, Bahía Magdalena, Mexico. Mar Ecol Prog Ser 346:109-125

Guerrero-Caballero R, Cervantes-Duarte R, Jiménez-Illescas AR (1988) Nutrient variations during a tidal cycle at the mouth of a coastal lagoon in the northwest of México. Indian J Mar Sci 17:235-237

Hernández-Rivas ME, Gómez-Gutiérrez J, Sánchez-Ortíz CA, Saldierna-Martínez RJ, Vera-Alejandre GR (1993) Atlas de temperatura superficial en el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas, Baja California Sur. México. 1980-1989. Secretaria de Marina. Centro Nacional de Datos Oceanográficos de la Secretaría de Marina. Sección Físico-Químico 2:1-87

Hernández–Carmona G, Serviere–Zaragoza E, Riosmena–Rodríguez R, Sánchez–Rodríguez I (este libro) Flora marina del sistema lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas. En: Funes-Rodríguez R, Gómez-Gutiérrez J, Palomares-García R (eds) Estudios ecológicos en Bahía Magdalena. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México

Hernández-Trujillo S, Palomares-García RJ, López-Ibarra GA, Esqueda-Escárcega G, Pacheco-Chávez R (2004) Riqueza específica de copépodos en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. Anales Inst Biol UNAM, Ser Zool 75:253-270

Hickey BM (1979) The California Current System-hypothesis and facts. Prog Oceanog 8:191-279

Ibarra-Obando SE, Camacho-Ibar V, Carriquiry JD, Smith SV (2001) Upwelling and lagoonal ecosystems of the dry Pacific coast of Baja California, México. En: Seeliger U, Kjerfve B (eds) Coastal marine ecosystems of Latin America, Springer-

Verlag, Berlin, Heildelberg, p 315-330
Lambeck K, Chappell J (2001) Sea level through the last gracial cycle. Science 292:679-686.
Lankford RR (1977) Coastal lagoons of Mexico. Their origin and classification. En: Wiley ML (ed) Estuaries processes, Volume II: circulation, sediments, and transfer of material in the estuary, Academic Press, New York, p 182-216
Lluch-Belda D, Hernández-Rivas ME, Saldierna-Martínez R, Guerrero-Caballero R (2000) Variabilidad de la temperatura superficial del mar en Bahía Magdalena, B.C.S. Oceánides 15:1-23
López-Ibarra GA, Palomares-García R (2006) Estructura de la comunidad de copépodos en Bahía Magdalena, México, durante El Niño 1997-1998. Rev Biol Mar Oceanogr 41(1):63-76
Lynn RJ, Simpson J (1987) The California Current System: The seasonal variability of its physical characteristics. J Geophys Res 92:12947-12966
Martínez-Gómez S (2006) Variabilidad circadiana y biomasa del zooplancton asociado a frentes de mareas en Bahía Magdalena, BCS, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, BCS, México
Martínez-Gómez S, Gómez-Gutiérrez J, Robinson CJ (este libro) Transporte de las agregaciones de zooplancton asociado a frentes de marea en la boca de Bahía Magdalena. En: Funes-Rodríguez R, Gómez-Gutiérrez J, Palomares-García R (eds) Estudios ecológicos en Bahía Magdalena. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México
McGowan JA. (1971) Oceanic biogeography of the Pacific. En: Funnell BM, Riedel WR (eds) The micropaleontology of ocean. Cambridge University Press, Cambridge, England, p 3-74
McGowan JA (1986) The biogeography of pelagic ecosystems. En: Pierrot-Bults AC, van der Spoel S, Zahuranec BJ, Johnson RK (eds) Pelagic biogeography. UNESCO Tech Pap Mar Sc 49:191-200
Moser HG (1996) The early stages of fishes in the California Current region. Calif Coop Fish Invest Atlas 33, Allen Press, Inc, Lawrence, KS
Norris K, Gentry R (1974) Capture and harnessing of young California gray whales (*Eschrichtius robustus*). Mar Fish Rev 4:58-64
Obeso-Nieblas M, Gaviño-Rodríguez JH, Jiménez-Illescas AR (1999) Modelación de la marea en el sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S., México. Oceánides 14:79-88
Ollervides F, Rohrkasse S (este libro) Repertorio acústico de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en Bahía Magdalena. En: Funes-Rodríguez R, Gómez-Gutiérrez J, Palomares-García R (eds) Estudios ecológicos en Bahía Magdalena. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México
Palomares-García RJ, Gómez-Gutiérrez J (1996) Copepod community structure at Bahía Magdalena, México during El Niño 1983-1984. Estuar Coast Shelf Sci 43:583-595
Palomares-García RJ, Martínez-López A, De Silva-Dávila R, Funes-Rodríguez R, Carballido-Carranza MA, Avendaño-Ibarra R, Hinojosa-Medina A, López-Ibarra GA (2003) Biological effect of El Niño 1997-1998 on a shallow subtropical ecosystem: Bahía Magdalena, México. Geo Intern 42:455-466
Robinson CJ, Gómez-Gutiérrez J (2007) Pacific sardine behaviour related to tidal current dynamics in Bahía Magdalena, México. J Fish Biol 71:200-218
Rodríguez-Mata LM (2006) Estudio a microescala de los nutrientes y variables hidrológicas en Bahía Magdalena, BCS., México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, BCS, México
ROFOMEX (1983) Resumen de resultados, comentarios y preguntas al estudio de impacto ambiental de la unidad Santo Domingo B.C.S. Rofomex SA de CV, Puerto Adolfo López Mateos BCS (Eco-ingeniería, Reporte de distribución limitada)
Rosales-Villa AR (2004) Dinámica de nutrimentos en Bahía Magdalena, B.C.S., México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, BCS, México
Rueda-Fernández S (1983) La precipitación como indicador de la variación climática en la península de Baja California y su relación dendrocronológica. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, BCS, México
Sánchez-Montante O (2004) Hidrodinámica y transporte de masa en el sistema lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas, Baja California Sur, México: Modelación y experimentación. Tesis de Doctorado, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, BCS, México
Sánchez A, Carriquiry JD (2007) Acumulación de C_{org}, N_{org}, P_{org} y BSi en la margen de Magdalena, BCS (México), durante los últimos 26 ka .Cienc Mar 33:23-35
Sedlock RL (2003) Geology and tectonics of the Baja California peninsula and adjacent areas. Geo Soc Am Spec Pap 374:1-41
Spencer JE, Normark WR (1979) Tosco-Abreojos fault zone: a neogene transform plate boundary within the Pacific margin of southern Baja California, Mexico. Geology 7:554-557
Worm B, Barbier EB, Beaumont N, Duffy E, Folke C, Halpern BS, Jackson JBC, Lotze HK, Micheli F, Palumbi SR, Sala E, Selkoe KA, Stachowicz JJ, Watson R (2006) Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. Science 314:787-790
Zárate-Ovando B, Palacios E, Reyes-Bonilla H, Amador E, Saad G (2006) Waterbirds of the lagoon complex Magdalena Bay-Almejas, Baja California Sur, Mexico. Waterbirds 29:350-364
Zaytsev O, Cervantes-Duarte R, Sánchez-Montante O, Gallegos-García A (2003) Coastal upwelling activity of the Pacific shelf of Baja California peninsula. J Oceanogr 59:489-502
Zaitsev O, Sánchez-Montante O, Robinson CJ (este libro) Características del ambiente hidrofísico de la plataforma continental y zona oceánica adyacente al sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas. En: Funes-Rodríguez R, Gómez-Gutiérrez J, Palomares-García R (eds) Estudios ecológicos en Bahía Magdalena. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México

Flora marina del sistema lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas

Gustavo Hernández–Carmona[1,*], Elisa Serviere–Zaragoza[2], Rafael Riosmena–Rodríguez[3], Ignacio Sánchez–Rodríguez[1]

[1] **Departamento de Tecnologías. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, Av. IPN s/n. Col Playa Palo de Sta. Rita, AP. 592, La Paz, 23096, Baja California Sur**
[2] **Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Mar Bermejo 195, Col. Playa Palo de Santa Rita. AP. 128, La Paz, 23090, Baja California Sur**
[3] **Departamento de Biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur, Carretera al Sur Km 5.5. AP. 19-B, La Paz, 23080, Baja California Sur**

RESUMEN: Los primeros registros sobre vegetación marina en el sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas fueron publicados por Collins a principios del siglo XX. Desde entonces, esta compilación nos muestra que se han registrado a 279 especies de macroalgas y 3 fanerógamas, citadas en 53 distintos artículos. En este capítulo se presenta la lista de especies obtenidas de la bibliografía para el sistema lagunar, indicando su distribución local, e incluyendo las especies recolectadas por personal del herbario ficológico de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. De las 279 macroalgas, 13.6% pertenecen a la División Chlorophyta, 14.7% a Phaeophyta y 71.7% a Rhodophyta. El menor número de registros se encontró en el cuerpo lagunar de Bahía Almejas (cinco especies) y el mayor en Isla Magdalena con 210 especies de macroalgas y 2 fanerógamas, en parte debido a diferencias del sustrato y el esfuerzo de investigación. Se confirma que Bahía Magdalena tiene una alta riqueza de especies tal como había sido propuesto por investigadores de la década de los 60´s. De las especies presentes en Bahía Magdalena, *Gelidium robustum, Chondrachantus canaliculatus* y *Gracilaria pacifica* se han explotado comercialmente en las costas de Baja California para la producción de agar o carragenanos. Los géneros *Eisenia* y *Sargassum* son los más estudiados desde el punto de vista químico y ecológico. Estos géneros representan un recurso susceptible de ser aprovechado, como fuente de alginatos, manitol, fucoidina, antibióticos, fertilizante, complemento alimenticio para aves, ganado, camarón en cultivo e incluso para alimentación humana. Se presenta el uso potencial de otras especies de valor comercial, susceptibles de ser explotadas a partir de poblaciones naturales o del desarrollo de maricultivos.

PALABRAS CLAVE: Bahía Magdalena · Cholophyta, Paeophyta · Rhodophyta · Pastos marinos · Macroalgas

ABSTRACT: The first records of marine algae from the Bahía Magdalena-Almejas system were published by Collins during the first decade of the 20th century. Since then, a total of 279 species of macroalgae and 3 segrasses have been cited in 53 publications. This chapter shows the list of species reported in the literature, we described its local distribution, including specimens collected by scientists of the ficological herbarium of the Universidad Autónoma de Baja California Sur. From the total macroalgae reported, 13.6% were Chlorophyta, 14.7% Phaeophyta, and 71.7% Rhodophyta. The lowest number of species were recorded in Bahía Almejas (five spp.), and the highest number was for Isla Magdalena with 210 macroalgae and 2 seagrasses, probably due to substrate differences and sampling effort. We confirmed that Bahía Magdalena has a high richness of species as reported during the 60´s by other researchers. From the species found in Bahía Magdalena, *Gelidium robustum, Chondrachantus canaliculatus,* and *Gracilaria pacifica* have been commercially harvested in the Baja California coast to obtain agar or carrageenan products. The genus *Eisenia* and *Sargassum* are the more studied from the ecological and chemical point of view. These genera are a potential raw material as source of alginates, manitol, fucoidin, antibiotics, fertilizer, and as supplementary food for birds, cattle, cultured shrimp, and even man. We show the potential use of other species with commercial value that could be harvested from natural populations or from culture.

KEY WORDS: Bahía Magdalena · Chlorophyta, Phaeophyta · Rhodophyta · Seagrasses and macroalgae

*Correo electrónico: gcarmona@ipn.mx

INTRODUCCIÓN

Bahía Magdalena se clasifica dentro de una zona de transición subtropical (Norton et al. 1985) y es considerada como un ecotono donde la inmigración y emigración de individuos y flujos de nutrientes (alóctonos y autóctonos) suceden a gran escala (McGowan 1974). La costa de las islas Magdalena y Margarita está formada principalmente por playas rocosas (metamórfica) y arenosa-pedregosa, con cantos rodados (Sánchez-Rodríguez et al. 1989) (Fig. 1). En cambio, en su parte expuesta a la zona nerítica y cerca de las puntas de ambas islas, es principalmente de tipo rocoso que favorece el crecimiento de las macroalgas.

En el complejo lagunar, la vegetación marina proporciona un papel importante como hábitat y alimento de diversas especies de fauna. Por ejemplo, el abulón consume diferentes algas (eg., *Myriogramme crispata*, *Eisenia arborea*, *Padina*, *Polysiphonia*, *Rhodymenia* y el pasto *Phyllospadix torreyi* (Serviere-Zaragoza et al. 1998). La tortuga prieta (*Chelonia mydas agassizii*) consume *Caulerpa sertulariodes, Chondria nidifica, Codium amplivesiculatum, Gelidium robustum, Gracilaria pacifica, G. textororii, Laurencia pacifica, Sargassum sinicola, Ulva lactuca* y los pastos marinos *Phyllospadix torreyi* y *Zoostera marina* (López-Mendilaharsu et al. 2005).

Los primeros estudios realizados por Collins de la flora marina de Bahía Magdalena y áreas aledañas datan de 1909. Desde entonces a la fecha, el listado taxonómico más competo fue publicado por Sánchez-Rodríguez et al. (1989), quienes informan de la presencia de 132 especies de macroalgas. Estos autores registraron a 88 especies pertenecientes a la división Rhodophyta, de las cuales, 50 pertenecen a Corallinaceae, Rhodomelaceae y Ceramiaceae; la división Phaeophyta con 22 especies, incluye a 11 especies de la familia Dictyotaceae; y la división Chlorophyta con 22 especies, incluye a 7 y 6 especies de Ulvaceae y Caulerpaceae respectivamente.

A diferencia del conocimiento relativamente amplio que se ha generado sobre la fauna de Bahía Magdalena, la información sobre la flora marina es dispersa y usualmente se encuentra incluida en trabajos que cubren extensas áreas geográficas. El objetivo del presente estudio fue integrar el listado más completo de las macroalgas que habitan en el complejo lagunar, incluyendo información de su autoecología y características químicas de especies que pueden tener un uso comercial, haciendo especial énfasis en *Sargassum sinicola* e *Eisenia arborea* por ser las más estudiadas en la zona de estudio.

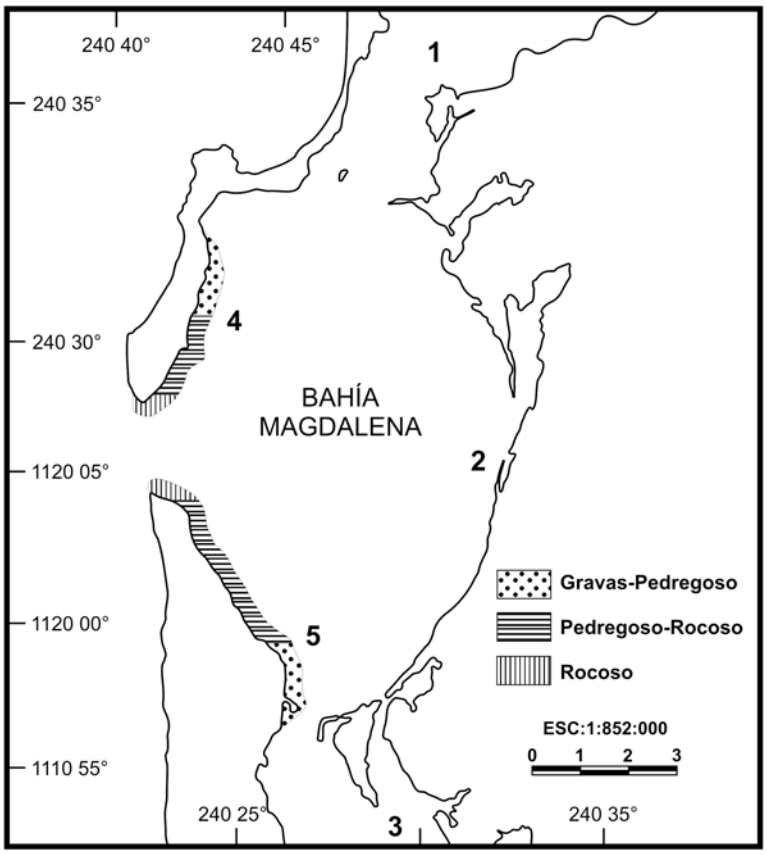

Fig. 1. Sitios de muestreo donde se efectuó el registro de especies de macroalgas: (1) Estero Banderitas, (2) cuerpo lagunar de Bahía Magdalena, (3) cuerpo lagunar de Bahía Almejas, (4) costas de la Isla Magdalena, (5) costas de la Isla Margarita

MATERIALES Y MÉTODOS

La elaboración del presente listado florístico es el resultado de la consulta bibliográfica de 53 obras que incluyen los registros de macroalgas recolectadas en las costas del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas y adicionalmente se informa de especimenes y nuevos registros del herbario ficológico de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Las colectas fueron desarrolladas como parte del muestreo no sistemático que desarrolla la colección desde 1989 a la fecha. El complejo se dividió en cinco áreas para tener una aproximación de los lugares donde se registra una mayor riqueza de especies: Estero Banderitas (EB), cuerpo lagunar de Bahía Magdalena (BM), cuerpo lagunar de Bahía Almejas (BA), costas de la Isla Magdalena (IMG) y costas de la Isla Margarita (IMR) (Fig. 1). Las especies sin datos de ubicación precisa, se reportan como registros sin localidad especificada (SL) (Tabla 1). La actualización nomenclatural se obtuvo consultando a Pedroche et al. (2005) para algas verdes y para las tres divisiones a partir de Riosmena-Rodríguez (1999, 2005, 2006) y la base de datos algaebase (Guiry & Guiry 2006). En la tabla 1 se presenta el nombre válido de cada especie y además se incluyen las sinonímias.

RESULTADOS

De acuerdo con los registros históricos y especimenes de herbario del complejo lagunar se han identificado a 279 especies de macroalgas y 3 fanerógamas (pastos marinos) (Tabla 1). Es notable que 79 de los nombres específicos publicados a la fecha sean considerados actualmente como sinónimos (11 clorofitas, 4 feofitas y 64 rodofitas). La mayor riqueza específica encontrada fue para las algas rojas (200 especies, 71.7%), seguida de las algas pardas (41 especies, 14.7%) y algas verdes con (38 especies, 13.6%).

La distribución de las especies tomando como criterio los distintos puntos de muestreo en que se dividió el área de estudio fue la siguiente: Estero Banderitas (7 especies), cuerpo lagunar de Bahía Magdalena (43), cuerpo lagunar de Bahía Almejas (5), isla Magdalena (210), isla Margarita (126) y especies sin localidad definida (68 especies).

La riqueza de especies en la zona de esteros y cuerpos lagunares fue menor que en las costas de las Islas Magdalena y Margarita, donde la presencia de sustratos rocosos favorecen la distribución de las macroalgas. Sin embargo, al comparar la flora entre las dos islas, se observa que un mayor número de especies han sido registradas en Isla Magdalena (210 especies) con respecto de Isla Margarita (126 especies), lo cual puede estar asociado a una mayor extensión de superficie rocosa, pero también debido a un mayor esfuerzo de colecta y/o mayor diversidad de hábitats en Isla Magdalena.

En general, los estudios sobre dinámica poblacional o estructura de la comunidad de la flora de Bahía Magdalena son escasos. La especie más estudiada ha sido *Sargassum sinicola* (Sánchez-Rodríguez & Hernández-Carmona 1998, Sánchez-Rodríguez & Cervantes-Duarte 1999*,* Yabur-Pacheco 2005) y *Eisenia arborea* (Hernández-Carmona 1985).

DISCUSIÓN

Los cambios estacionales en el número de especies de la flora de Bahía Magdalena son relativamente pequeños, con una diferencia entre seis y 11 especies en las diferentes temporadas del año y un máximo en invierno y mínimo en verano (Sánchez-Rodríguez et al. 1989). Estos cambios pueden deberse a variaciones de temperatura del mar que es menor en invierno (19.6-21.3° C), asociado a un incremento de nutrientes, principalmente nitratos, mientras que las temperaturas más altas se presentan en verano (26.8-29° C), lo que contribuye a la senescencia de algunas especies (Sánchez-Rodríguez & Cervantes-Duarte 1999).

Sargassum sinicola presenta una máxima tasa de crecimiento en Isla Magdalena de abril a junio (27 mm día^{-1}), en coincidencia con valores de temperatura relativamente menores (<18.5° C) y alcanza su talla máxima en junio (0.28 mm día^{-1}). En contraste, en Isla Margarita, su talla máxima es en diciembre (0.30 m), con la mayor tasa de crecimiento de agosto a septiembre (23 mm día^{-1}). Esta diferencia temporal ha sido relacionada con el hecho de que las poblaciones se establecen en diferentes tiempos en cada isla, a pesar de que la ubicación entre islas es relativamente cercana (5.6 km de ancho), además de que la población parece estar afectada por la depredación de opistobranquios, erizos y briozoarios en Isla Magdalena, mientras que en Isla Margarita tienen altas tasas de crecimiento hasta diciembre, en ausencia de estos organismos depredadores (Sánchez-Rodríguez & Hernández-Carmona 1998). La biomasa máxima se encuentra en junio (6.5 Kg m^{-2}), coincidiendo con la mayor frecuencia de surgencias costeras (Sánchez-Rodríguez & Cervantes-Duarte 1999).

El género *Sargassum* es una fuente de alginatos (polisacárido de amplia demanda por sus propiedades gelificantes y emulsificantes). La concentración de alginatos varía estacionalmente en esta especie de 17.2 % en invierno a 35.9 % en verano (Hernández-Carmona 1985). Se ha encontrado que los alginatos de *S. sinicola* producen una baja viscosidad (100 mPas, en solución al 2%), pero están formados de un mayor porcentaje de bloques de ácido gulurónico que de manurónico, lo que les permite formar geles con una fuerza similar a los obtenidos con alginato de *Macrocystis pyrifera*. Esta característica los coloca como una importante materia prima en la industria de la inmovilización celular o tratamiento de aguas de desecho (Yabur-Pacheco 2005).

Eisenia arborea es una alga café que crece principalmente en las puntas de las islas Margarita y Magdalena alcanzando densidades de hasta 19 plantas m^{-2} (G. Hernández-Carmona com. pers.). El alginato de esta especie puede llegar a producir viscosidades en solución al 1 % de 800-1200 mPas (Arvizu-Higuera com. pers.), mientras que la concentración de alginato (base

peso seco) varía de 24.6 % en primavera a 28.6 % en otoño. Por lo que se considera como una fuente potencial en la producción de alginatos (Hernández-Carmona 1985). Sin embargo, se requieren estudios poblacionales y de cosecha para evitar su abatimiento por sobre explotación, ya que es una especie de lento crecimiento (2 mm mes^{-1}) (Parada-Sánchez 2005).

A continuación se describen los géneros con especies de interés comercial que tienen algún uso en otras regiones geográficas, con el objeto de identificar aquellas que podrían ser estudiadas desde el punto de vista biológico y químico, así como de su papel en el ecosistema y su potencial aplicación.

En la división Chlorophyta destaca el género *Codium* (siete especies) que se consume en Japón y Corea en sopas y ensaladas. Este género tiene la característica especial de tener altas concentraciones de vitamina A y hierro (Chapman & Chapman 1980).

En la división Phaeophyta, donde además de *Sargassum* y *Eisenia*, resalta el género *Padina* (cuatro especies), que se consume en Indonesia como dulce gelatinoso. Estudios realizados en la India han demostrado que este género puede tener actividad antibacterial contra *Bacillus megatherium* y *Staphylococcus aureus*, pero no ha sido efectivo contra bacterias gram negativo (Chapman & Chapman 1980).

En la división Rhodophyta, el género *Ahnfeltiopsis* (15 especies) es reconocido por ser una fuente potencial de agar en Japón (Volesky et al. 1970, Chapman & Chapman 1980). *Asparagopsis* spp. se produce para consumo humano en Hawai e Indonesia y se le conoce localmente como "Supreme limu"; *Centroceras clavulatum*, se consume en Hawaii como remedio para problemas estomacales (Chapman & Chapman 1980). *Ceramium* (11 especies), en especial la especie C. *pacificum* y el género *Chondracanthus* spp. (3 especies) han sido identificadas como fuente de ficocoloides (Pacheco-Ruíz & Zertuche-González 1996).

Las especies del género *Gelidiopsis* se emplean para consumo humano en Indonesia con el nombre común de "Sargan" y para la producción de agar en Filipinas. *Gelidium* (6 especies) se ha empleado por muchos años como fuente de agar en Japón, Corea, China y México. Algunas especies de *Gracilaria* (11 especies) se emplean en Vietnam, SE de Asia, Japón y Filipinas para el consumo humano, ya sea cruda, en ensaladas o cocinada. Se le conoce comúnmente como "Ogo" y tiene la característica de contener altas cantidades de Manganeso, además de ser considerado como una fuente potencial de agar.

Gymnogongrus es un género potencial para la producción de carragenanos (Chapman & Chapman 1980, Pacheco-Ruíz & Zertuche-González 1996). El género *Hypnea* (4 especies) se ha reconocido como una fuente potencial de ficocoloides (Pacheco-Ruíz & Zertuche-González 1996), específicamente para la producción de galactanos y carragenanos. De la especie *H. spinella* (antes *H. cervicornis*) se obtiene un agaroide de buena calidad, con un punto de licuefacción en concentración al 2% de 44 °C y un punto de gelificación de 27 °C. Especies de este género también se han empleado como remedio para problemas estomacales y en Indonesia se consume con el nombre de "Boeloeng" (Chapman & Chapman 1980). Algunas especies de *Jania* (2 especies), se han empleado eficientemente como vermífugo en el mediterráneo.

Las especies de *Laurencia* (9 especies) se conocen comúnmente con el nombre de "Limu lipe" en Hawai y se consumen regularmente por los habitantes de las islas. En Indonesia también se consume este género, que se conoce localmente como "Sangan"; así como en el Oeste de Europa y Escocia. En Estados Unidos de Norteamérica, las macroalgas de este género se consumen sazonadas, con el nombre común de "Pepper dulse" (Chapman & Chapman 1980). El género *Porphyra* se emplea ampliamente para consumo humano (Sushi), principalmente por su alto contenido de proteínas. En la bahía se han encontrado 3 especies de *Porphyra*, lo que indica que es un ambiente favorable y que se puede explorar la posibilidad de cultivar otras especies de este género que tiene un valor comercial muy elevado.

Las especies del género *Rhodymenia* (4 especies) se han empleado para consumo humano por su alto contenido en vitamina B1. En Escocia se usa para preparación de "dulce" y los nativos de Kamchatka (Rusia) producen un tipo de bebida alcohólica, aunque al parecer su sabor no es muy agradable (Chapman & Chapman 1980). El género *Sarcodiotheca* (3 especies) ha sido propuesto como una fuente potencial de ficocoloides (Pacheco-Ruíz & Zertuche-González 1996).

Se considera que Bahía Magdalena es probablemente la localidad donde se presenta el mayor número de especies de macroalgas con respecto de otros sitios de la península de Baja California (Casas-Valdez et al. 2000). La información presentada será de utilidad como línea base de su diversidad y de los cambios para identificar alteraciones como consecuencia de las modificaciones del ambiente. Es de nuestro interés mencionar que la presente actualización de la riqueza de especies es la más completa hasta el momento y junto con la información de su distribución se contribuye al conocimiento de la flora del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas.

Agradecimientos. GHC e ISR agradecen al Instituto Politécnico Nacional por las becas de exclusividad (COFAA) y el estimulo al desempeño de los investigadores (EDI) otorgadas.

LITERATURA CITADA

Abbott IA (1967) Studies in some foliose red algae of the Pacific coast. Criptonemeaceae. J Phycol 3:139-149

Abbott IA (1968) Studies of some foliose red algae of the Pacific coast. Dumontiaceae, Weeksiaceae, Kallymeniaceae. J Phycol 4:180-198

Abbott IA (1969) Some new species, new combinations, and new records from the Pacific coast. Madroño 20:42-53

Abbott IA (1972) Taxonomic and nomenclatural notes in North Pacific marine algae. Phycologia 11:259-265

Abbott IA (1983) Some species of *Gracilaria* (Rhodophyta) from California. Taxon 32:561-564

Abbott IA (1985) New species of *Gracilaria* Greville (Gracilariaceae, Rhodophyta) from California and Hawaii. Taxonomy of Economic Seaweeds 1:115-121

Abbott IA, Hollenberg GJ (1976) Marine algae of California. Stanford University Press, Stanford California

Aguilar-Rosas R, Aguilar-Rosas LE (1993) Cronología de la colonización de *Sargassum muticum* (Phaeophyta) en las costas de la península de Baja California, México (1971-1990). Rev Inv Científica, Serie de Cien del Mar, UABCS 4:41-51

Aguilar-Rosas R, Aguilar-Rosas LE, Ramos-Jardon (1990) Análisis biogeográfico del orden laminariales (Phaeophyta) en las costas de la Península de Baja California, México. Inv Mar CICIMAR 5:107-121

Anderson VL (1991) Type specimen of algae in the Herbarium of Natural History Museum of Los Angeles County. Tech Rep Bot section 4:1-63

Athanasiadis A, Adey WH (2006) The genus *Leptophytum* (Melobesioideae, Corallinales, Rhodophyta) on the Pacific coast of North America. Phycologia 45:71-115

López-Mendilaharsu M, Gardner SC, Seminoff JA, Riosmena-Rodríguez R (2003) Feeding Ecology of the East Pacific green turtle (*Chelonia mydas agassizii*) in Bahía Magdalena, BCS, México. En: Seminoff JA (ed) Proceedings of the Twenty-second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, Miami, Florida, p 219-220

Casas-Valdez M, Núñez-López RA, Cruz-Ayala MB, Sánchez-Rodríguez I, Vázquez.Borja R, López GE (2000) Biodiversity and biogeographic affinities of the algal flora of Baja California Sur: A sintesis of the literatura. En: Munawar M, Lawrence SG, Munawar IF, Malley DF (ed) Aquatic Ecosystems of Mexico: Status and Scope, p 273-282

Castillo AJA (1990) Sinopsis de las algas verdes (Chlorophyta) de la Península de Baja California, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, BCS., México

Collins FS (1909) The green algae of North America. Tufts College Studies, Sci Ser 2:79-480

Chapman VJ, Chapman DJ (1980) Seaweeds and their uses. Chapman & Hall, New York

Dawson EY (1949) Resultados preliminares de un reconocimiento de las algas marinas de la costa pacífica de México. Rev Soc Mex Hist Nat 9:215-255

Dawson EY (1950) Notes on some Pacific Mexican Dictyotaceae. Bull Torrey Bot Club 77:83-93

Dawson EY (1953) Resumen de las investigaciones recientes sobre algas marinas de la costa pacífica de México, con una sinopsis de la literatura, sinonimia y distribución de las especies descritas. Rev Soc Mex Hist Nat 13:97-197

Dawson EY (1954) Marine red algae of Pacific Mexico II Cryptonemiales (cont). Allan Hancock Pac Exped 17:241-397

Dawson EY (1960) Marine red algae of Pacific Mexico III Cryptonemiales, Corallinaceae subf. Melobesioideae. Pac Nat 2

Dawson EY (1961a) A guide to the literature and distribution of Pacific benthic algae from Alaska to Galapagos Islands. Pac Sci 15:370-461

Dawson EY (1961b) Marine red algae of Pacific México. Part 4: Gigartinales. Pac Naturalist 2:191-343

Dawson EY (1962) Marine red algae of Pacific Mexico, Part 7 Ceramiales: Ceramiaceae, Delesseriaceae. Allan Hancock Pac Exped 26:1-207

Dawson EY (1963) Marine red algae of Pacific Mexico VIII Ceramiales: Dasyaceae, Rhodomelaceae. Nova Hedwigia 6:401-481

Dawson EY (1964) Marine red algae of Pacific Mexico, Pt. 6: Rhodymeniales

Gardner NL (1927) New species of *Gelidium* on the Pacific coast of North America. University of California Publication of Botany 13:273-318

Guiry MD, Guiry GM (2006) *AlgaeBase version 4.2*. World-wide electronic publication, Nat Univ Ireland, Galway. http://www.algaebase.org

Hernández-Carmona G (1985) Variación estacional del contenido de alginatos en tres especies de feofitas de Baja California Sur, México. Inv Mar CICIMAR 2:29-45

Hollenberg GJ (1961) Marine red algae of Pacific Mexico. V The genus Polysiphonia. Pac Naturalist 2:345-375

Hollenberg GJ (1969) An account of the Ralfsiaceae (Phaeophyta) of California. J Phycol 5:290-301

Hollenberg GJ, Abbott IA (1966) Supplement to Smith's marine algae of the Monterey peninsula. Stanford: Stanford University Press

Hollenberg GJ, Norris JN (1977) The red Alga *Polysiphonia* (Rhodomelaceae) in the Northern Gulf of California. Smithsonian Contributions to the Mar Sci 1:1-21

López-Mendilaharsu M, Gardner SC, Seminoff JA, Riosmena-Rodríguez R (2003) Feeding Ecology of the East Pacific green turtle (*Chelonia mydas agassizii*) in Bahía Magdalena, BCS, México. En: Seminoff JA (ed) Proceedings of the Twenty-second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, Miami, Florida, p 219-220

López-Mendilaharsu M, Gardner S.C, Riosmena-Rodríguez R, Seminoff J (2005) Identifying critical foraging habitats of the green turtle (*Chelonia mydas*) along the Pacific Coast of the Baja California peninsula, México. Aquatic conservation: Mar Freshw Ecosys 15:259-269

Mateo-Cid LE, Mendoza-González AC (1993) Algas marinas poco conocidas de la flora mexicana. X *Derbesia marina* (Lyngbye) Solier y *D. prolifica* W Taylor (Chlorophyta- Bryopsidaceae). Anales de la Esc Nal de Cien Biol 38:9-16

McGowan JA (1974) The nature of oceanic ecosystems, 9-8. En: Niller CB (ed) The biology of the Oceanic Pacific. Oregon State Univ Press, Corvallis

Norris JN, Bucher KE (1977) New records of marine algae from the 1974 R/V Dolphin Cruise to the Gulf of California Smithson Contrib Bot 34:1-22

Norris JN, Johansen HW (1981) Articulated coralline algae of the Gulf of California, México, I. *Amphiroa Lamouroux*. Smithson Contrib Mar Sci Sciences 9

Norton JD, McLain R, Brainard, Husby D (1985) The 1982-1983 El Niño event off Baja California and Alta California and its ocean climate context. En: Wooster WS, Fluharty D (eds) El Niño North Washington Sea Grant Program, University of Washington, Seattle, p 44-72

Pacheco-Ruiz I, Zertuche-González A (1996) The commercial valuable seaweeds of the Gulf of California. Bot Mar 30:201-206

Parada-Sánchez GM (2005) Dinámica y variación morfológica de una población intermareal de *Eisenia arborea* (Phaeophyta: Laminariales) en Punta Eugenia, BCS, México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, BCS., México

Pedroche FF, Silva PC, Chacana M (2002) El género *Codium* (Codiaceae, Chlorophyta) en el Pacífico de México. En: Sentíes A, Dreckmann KM (eds) Monogr ficológicas. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa y Red Latinoamericana de Botánica, p 11-74

Pedroche FF, Silva PC, Aguilar-Rosas LE, Dreckmann KM, Aguilar-Rosas R (2005) Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, University of California, Universidad Autónoma de Baja California, La Paz, BCS, México

Ramírez-García P, Lot A, Duarte CM, Terrados J, Agawin NSR (1998) Bathymetric distribution, biomass and growth dynamics of intertidal *Phyllospadix scouleri* and *Phyllospadix torreyi* in Baja California, México. Mar Ecol Prog Ser 173:13-23

Ramírez-García P, Terrados J, Ramos F, Lot A, Ocaña D, Duarte CM (2002) Distribution and nutrient limitation of surfgrass, *Phyllospadix scouleri* and *P. torreyi*, along the Pacific coast of Baja California, México. Aquatic Bot 74:121-131

Ramos-Jardón NA (1989) Sinopsis de las algas pardas (Phaeophyta) de la península de Baja California, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada BC, México

Riosmena-Rodríguez R (1999) Vegetación subacuática. En: Ongay E (ed) Informe Final de actividades del proyecto salitrales de San Ignacio ESSA-Universidad Autónoma d Baja California Sur

Riosmena-Rodríguez R (2005) Existen especies de macroalgas y pastos marinos que deban estar en la NOM-Ecol-095 Parte I. Algas pardas y verdes. Informe final Comisión Nal. Biodiversidad-Universidad Autónoma de Baja California Sur

Riosmena-Rodríguez R (2006) Diagnóstico del estado de conservación de macroalgas y pastos marinos en el Golfo de California. Informe anual, fondo CONACYT-SEMARNAT 243

Riosmena-Rodríguez R, Siqueiros-Beltrones DA, García de la Rosa O, Rocha-Ramírez V (1991) Range extension for seaweeds in the Baja California península. Rev Inv Científica, Ser Cien del Mar, Universidad Autónoma de Baja California Sur 2:12-20

Riosmena-Rodríguez R, Siqueiros-Beltrones DA (1995) Taxonomy of the genus *Amphiroa* (Corallinales; Rhodophyta) in the southern Baja California península. Phycologia 35:133-147

Riosmena-Rodríguez R, Sánchez-Lizaso JL (1996) El límite sur de distribución de *Zostera marina* L y *Phyllospadix torreyi* Watson para el Noroeste Mexicano. Oceánides 11:45-48

Riosmena-Rodríguez R, Siqueiros-Beltrones DA (1996) Taxonomy of the genus Amphiroa (Corallinales; Rhodophyta) in the southern Baja California Península. Phycologia 35:133-147

Sánchez-Rodríguez I, Fajardo-León MC, Oliveiro-Pantoja C (1989) Estudio florístico estacional de las algas en Bahía Magdalena, BCS, México. Inv Mar CICIMAR 4:35-48

Sánchez-Rodríguez I, Hernández-Carmona G (1998) Factores biológicos que afectan el crecimiento del alga café *Sargassum sinicola* (Fucales, Phaeophyta) en Bahía Magdalena, BCS, México. Anales del IV Congreso Latino-Americano, II Reunión Ibero-Americano y VII Reunión Brasileña de Ficología:299-308

Sánchez-Rodríguez I, Cervantes-Duarte R (1999) Longitud y biomasa de *Sargassum sinicola* Setchell et Gardner (Phaeophyta) en Bahía Magdalena, BCS, México. Hidrobiológica 9:117-124

Serviere-Zaragoza E, Gómez-López D, Ponce-Díaz G (1998) The natural diet of the green abalone (*Haliotis fulgens* Philippi) in the southern part of its range, Baja California Sur, Mexico, assessed by an analysis of gut contents. J Shellfish Res 17:777-782

Serviere-Zaragoza E, García-Hernández VC, Siqueiros-Beltrones DA (2003) Diversity and distribution of macroalgae associated with abalone (*Haliotis spp.*) habitats in Baja California Sur, Mexico. Bull Mar Sci 72:725-739

Setchell WA, Gardner NL (1920) The marine algae of the Pacific coast of North America. II Chlorophyceae. Univ Calif Publ Bot 8:139-374

Smith GM (1944) Marine algae of the Monterey península, California. Stanford, Calif

Stewart JG (1991) Marine algae and seagrasses of San Diego County. Californian Sea Grant College Program. Rep T-CSGCP-020, California

Stewart JG, Stewart JA (1984) Marine algae of Guadalupe Island, México. Including a check list. Cien Mar 10:129-134

Taylor WR (1945) Pacific marine algae of the Allan Hancock Expeditions to the Galapagos Islands. Allan Hancock Pac Exped 12:1-528

Volesky B, Zajic JE, Knetting E (1970) Algal products. En: Zajic JE (ed) Properties and products of algae. Proc on the culture of algae. New York

West J, Zuccarello G (1990) Noteworthy collections Baja California, Mexico. *Caloglossa leprieurii*. Madroño 37

Wynne MJ, Norris JN (1976) The genus *Colpomenia* Derbés et Solier (Phaeophyta) in the Gulf of California. Smithson Contrib Bot 35:164-171

Yabur-Pacheco R (2005) Producción y propiedades de alginato de *Sargassum sinicola* (Setchell y Gardner) y su aplicación en inmovilización celular. Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, BCS, México

Hernández–Carmona G, Serviere–Zaragoza E, Riosmena–Rodríguez R, Sánchez–Rodríguez I (2007) Flora marina del sistema lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas. En: Funes-Rodríguez R, Gómez-Gutiérrez J, Palomares-García R (eds) Estudios ecológicos en Bahía Magdalena. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México, p 113-126

Tabla 1. Distribución de especies de macroalgas en el sistema lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas. EB = Estero Banderitas, BM = Cuerpo Lagunar Bahía Magdalena, BA = Cuerpo Lagunar Bahía Almejas, IMG = Isla Magdalena, IMR = Isla Margarita, SL = registro sin localidad específica.

No	Especies	EB	BM	BA	IMG	IMR	SL
	Chlorophyta						
1	*Acetabularia calyculus* J.V. Lamouroux in Quoy y Gaimard	46					
2	*Blidingia marginata* (J. Agardh) P.J.L. Dangeard ex Bliding = *Enteromorpha microccoca* Kützing			53	53	53	47
3	*Bryopsis hypnoides* J.V. Lamouroux				35,45	35,45	
4	*Bryopsis muscosa* J.V. Lamouroux		53		12	35,45,53	
5	*Bryopsis pennata* var. *minor* J. Agardh = *Bryopsis pennatula* J. Agardh				35,45	35,45,46,	
6	*Caulerpa fastigiata* Montagne					46	
7	*Caulerpa sertularioides* (S.G. Gmelin) M. Howe				35,45	35,45	
8	*Caulerpa vanbosseae* Setchell & N.L. Gardner		19		35,45	35,45	
9	*Chaetomorpha antennina* (Bory de Saint-Vincent) Kützing				12,35,45	35,45,46	
10	*Chaetomorpha crassa* (C. Agardh) Kützing		19		12		35
11	*Chaetomorpha linum* (O.F. Müller) Kützing				FBCS		
12	*Chaetomorpha spiralis* Okamura = *Chaetomorpha torta* (Farlow ex F.S. Collins) Yendo		19		12		12,35
13	*Cladophora columbiana* F.S. Collins				FBCS		
14	*Cladophora graminia* F.S. Collins				19		
15	*Cladophora microcladioides* F.S. Collins				35,45	35,45	
16	*Cladophora pellucida* (Hudson) Kützing = *Cladophora trichotoma* (C. Agardh) Kützing						47
17	*Codium amplivesiculatum* Setchell & N.L. Gardner = *Codium magnum* E. Y. Dawson		34		45	34,35,45,	
18	*Codium dichotomum* (Hudson) S.F. Gray				51		
19	*Codium fernandezianum* Setchell				51		
20	*Codium latum* Suringar				12		
21	*Codium setchellii* N.L. Gardner				12		
22	*Codium simulans* Setchell & N.L. Gardner = *Codium cuneatum* Setchell & N.L. Gardner			34	12,34,35,45	34,35,45	
23	*Derbesia marina* (Lyngbye) Kjellman				FBCS		
24	*Derbesia prolifica* W.R. Taylor				35,45	35,45	31
25	*Halimeda discoidea* Decaisne				12,19, 35,45	35,45	
26	*Halimeda scabra* M.A. Howe				35,45	35,45	
27	*Ulva acantophora (*Kützing) Hayden = *Enteropmorpha acantophora* Kützing				12		
28	*Ulva californica* Wille				19,46	46	12
29	*Ulva clathrata* var. *crinita (Roth) C. Agardh* = *Enteromorpha clathrata* var. *crinita* (Nees) Hauck				45	45	
30	*Ulva compressa* Forsskål = *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees				45		47
31	*Ulva expansa* (Setchell) Setchell & N.L. Gardner						47
32	*Ulva flexuosa* Wulfen = *Enteromorpha flexuosa* (Wulfen) J. Agardh				35,45	35,45	
33	*Ulva intestinalis* Linnaeus = *Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus) Nees				35,45	35,45	12,47
34	*Ulva lactuca* Linnaeus				35,45	35,45	13,47
35	*Ulva linza* Linnaeus						47
36	*Ulva lobata* (Kützing) Harvey				45	45	
37	*Ulva rigida* C. Agardh						47
38	*Ulva taeniata* (Setchell) Setchell & N.L. Gardner					45	

Continuación Tabla 1

No	Especies	EB	BM	BA	IMG	IMR	SL
	Phaeophyta						
1	*Colpomenia peregrina* Sauvageau				45	45	
2	*Colpomenia ramosa* W.R. Taylor			52	38,52	38,52	
3	*Colpomenia sinuosa* (Mertens ex Roth) Derbès & Solier				38,45,51	45	
4	*Colpomenia tuberculata* Saunders		52		45	45,52	38
5	*Cystoseira osmundacea* (Turner) C. Agardh				51		
6	*Desmarestia ligulata* (Lightfoot) J.V. Lamouroux						7
7	*Dictyopteris undulata* Holmes				38,45,46	45,46	4
8	*Dictyota bartayresiana* J.V. Lamouroux				46	46	
9	*Dictyota binghamiae* J. Agardh				51		
10	*Dictyota concrescens* W.R. Taylor				38,51		
11	*Dictyota crenulata* J. Agardh				FBCS		
12	*Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V. Lamouroux = *Dictyota vivesii* M.A. Howe				45,51	45	
13	*Dictyota dichotoma* var. *intricata* (C. Agardh) Greville = *Dictyota divaricata* J.V. Lamouroux				45,46	45,46	
14	*Dictyota flabellata* (F.S. Collins) Setchell & N.L. Gardner				45,46	45,46	
15	*Dictyota masonii* Setchell & N.L. Gardner					19,38	
16	*Ectocarpus gonodioides* Setchell & N.L. Gardner						7
17	*Ectocarpus parvus* (D.A. Saunders) Hollenberg				45		
18	*Eisenia arborea* J.E. Areschoug				9,45,46,51	45,46	50
19	*Endopleura aurea* Hollenberg						7
20	*Hapalospongidion gelatinosum* Saunders						7
21	*Hincksia mitchelliae* (Harvey) P.C. Silva = *Giffordia mitchelliae* (Harvey) G. Hamel				45	45	
22	*Hydroclathrus clathratus* (C. Agardh) M.A. Howe				45	45	
23	*Leathesia difformis* (Linnaeus) J.E. Areschoug						7
24	*Pachydictyon coriaceum* (Holmes) Okamura				19,45,46	45,38	
25	*Padina caulescens* Thivy				46	46	
26	*Padina concrescens* Thivy	FBCS	FBCS	FBCS	FBCS		
27	*Padina crispata* Thivy				46		
28	*Padina durvillaei* Bory Saint-Vincent				38,45,46,51	45,46	
29	*Petalonia fascia* (O.F. Müller) Kuntze				38		
30	*Pseudolithoderma nigra* Hollenberg						7,26
31	*Ralfsia hesperia* Setchell & N.L. Gardner						26
32	*Ralfsia pacifica* Hollenberg						7,26
33	*Sargassum camouii* E.Y. Dawson				45	45	
34	*Sargassum horridum* Setchell & Gardner				42,45	45	
35	*Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt					8	
36	*Sargassum sinicola* Setchell & Gardner		38		43,44,45,46	43,44,45	
37	*Sargassum templetonii* Setchell				19,38		
38	*Spatoglossum howelli* E.Y. Dawson				46	46	
39	*Sphacelaria californica* Sauvageau				45	45	
40	*Sphacelaria rigidula* Kützing = *Sphacelaria furcigera* Kützing		45				
41	*Zonaria farlowii* Setchell & N.L. Gardner		38		19,45,51	45	

Continuación Tabla 1

No	Especies	EB	BM	BA	IMG	IMR	SL
	Rhodophyta						
1	*Acrosorium ciliolatum* (Harvey) Kylin						
	= *Acrosorium venulosum* (Zanardini) Kylin				46	46	
2	*Agardhiella subulata* (C. Agardh) Kraft & M.J. Wynne						
	= *Agardhiella tenera* (J. Agardh) F. Schmitz						7
3	*Aglaothamnion endovagum* (Setchell & N.L. Gardner) I.A. Abbott						7
4	*Aglaothamnion hookeri* (Dillwyn) Maggs & Hommersand						
	= Aglaothamnion brodiei (Harvey) Feldmann-Mazoyer				45	45	
5	*Ahnfeltiopsis concinna* (J. Agardh) P.C. Silva & DeCew						
	= *Ahnfeltia concinna* J. Agardh				20,46	46	
6	*Ahnfeltiopsis gigartinoides* (J. Agardh) P.C. Silva & DeCew						7
7	*Amphiroa annulata* M. Lemoine		16				
	Amphiroa beauvoisii J.V. Lamouroux						
8	=*Amphiroa drouetii* E.Y. Dawson				41,45	45	
9	*Amphiroa misakiensis* Yendo						
	= *Amphiroa brevianceps* E.Y. Dawson						
	= *Amphiroa dimorpha* M. Lemoine						
	= *Amphiroa magdalenensis* E.Y. Dawson				19,10,45,46,	45	33
10	*Amphiroa rigida* J.V. Lamouroux						
	=*Amphiroa taylorii* E.Y. Dawson				45	45	
11	*Amphiroa valonioides* Yendo						
	= *Amphiroa annulata* M. Lemoine				41	FCBS	
12	*Amphiroa vanbosseae* M. Lemoine				16, 19		
13	*Amphiroa zonata* Yendo						
	= *Amphiroa beauvoisii*J.V. Lamouroux		16		16,19,45	45,46	
14	*Anotrichium furcellatum* (J. Agardh) Baldock						
	= *Griffithsia furcellata* J. Agardh				45	45	
15	*Anotrichium tenue* (C. Agardh) Nägeli						
	= *Griffithsia tenuis* C. Agardh		21				
16	*Antithamnion kylinii* N.L. Gardner		21				
17	*Antithamnionella elegans* (Berthold) J.H. Price & D.M. John						
	= *Antithamnion elegans* Berthold						
	= *Antithamnion breviramosus E.Y. Dawson*				21		
18	*Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan de Saint-Léon						
	= *Falkenbergia hillebrandii* (Bornet) Falkenberg				45	45	
19	*Botryocladia pseudodichotoma* (Farlow) Kylin				22		
20	*Branchioglossum undulatum* E.Y. Dawson						7
21	*Branchioglossum woodii* (J. Agardh) Kylin						7
22	*Callithamnion acutum* Kylin						
	= *Callithamnion californicum* Gardner						24
23	*Callithamnion catalinense* E.Y. Dawson				45	45	
24	*Callithamnion compactum* E.Y. Dawson				21		
25	*Callithamnion rupicola* C.L. Anderson				19,21		
26	*Callophylis obtusifolia* J. Agardh				47		
27	*Callophyllis megalocarpa* Setchell & Swezy				19		
28	*Callophyllis phyllohaptera* E.Y. Dawson				17,19		
29	*Callophyllis thompsonii* Setchell				45	45	
30	*Callophyllis violacea* var. *epiphytica*E.Y. Dawson				46		
31	*Caloglossa leprieurii* (Montagne) G. Martens		52				
32	*Caulacanthus ustulatus* (Mertens ex Turner) Kützing				20	20	
33	*Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Montagne		21		45	45	
34	*Ceramium affine* Setchell & N.L. Gardner				45	45	
35	*Ceramium californicum* J. Agardh		15,19				15
36	*Ceramium clarionense* Setchell & N.L. Gardner				21		7
37	*Ceramium fimbriatum* Setchell & N.L. Gardner				45	45	
38	*Ceramium flaccidum* (Harvey ex Kützing) Ardissone						
	= *Ceramium gracillimum* var. *byssoideum* Mazoyer					21	
39	*Ceramium pacificum* (F.S. Collins) Kylin				45	45	

Continuación Tabla 1

No	Especies	EB	BM	BA	IMG	IMR	SL
40	*Ceramium personatum* Setchell & N.L. Gardner		21				
41	*Ceramium procumbens* Setchell & N.L. Gardner						15
42	*Ceramium serpens* Setchell & N.L. Gardner						7
43	*Ceramium sinicola* Setchell & N.L. Gardner				15,19,21		
44	*Ceramium taylorii* E.Y. Dawson		19		15,21		
45	*Champia parvula* (C. Agardh) Harvey				45	45	
46	*Chondracanthus canaliculatus* (Harvey) Guiry = *Gigartina canaliculata* Harvey = *Gigartina serrata* N.L. Gardner				19,20		
47	*Chondracanthus spinosus* (Kützing) Guiry = *Gigartina spinosa* (Kützing) Harvey						4
48	*Chondracanthus tepidus* (Hollenberg) Guiry = *Gigartina tepida* Hollenberg				45	45	
49	*Chondria acrorhizophora S*etchell & N.L. Gardner = *Chondria californica* (Collins) Kylin		23		45	45	
50	*Chondria dasyphylla* (Woodward) C. Agardh					23	
51	*Chondria nidifica* Harvey				46		
52	*Corallina frondescens* Postels & Ruprecht				45	45	
53	*Corallina officinalis* var. *chilensis (*Decaisne) Kützing = *Corallina chilensis*Decaisne				19,45,46,51	45,46	
54	*Corallina pinnatifolia* (Manza) Dawson				16,19		
55	*Corallina polysticha* E.Y. Dawson					46	
56	*Corallina vancouverensis* Yendo				40,45,46,51	45,46	
57	*Corallophila eatoniana* (Farlow) T.O. Cho, H.-G. Choi, G. Hansen & S.M. Boo = *Ceramium eatonianum*(Farlow) De Toni				15,19		7
58	*Crouania atenuatta* (C. Agardh) J. Agardh				45	45	
59	*Cryptonemia angustata* (Setchell & N.L. Gardner) E.Y. Dawson				1,17		
60	*Cryptopleura dichotoma* N.L. Gardner					46	
61	*Cryptopleura lobulifera* (J. Agardh) Kylin				51		
62	*Cryptopleura peltata* (Montagne) M.J. Wynne = *Cryptopleura corallinarum* (Nott) N.L. Gardner				19,21		
63	*Cryptopleura ramosa* (Hudson) L. Newton = *Acrosorium uncinatum* (Turner) Kylin = *Nitophyllum uncinatum* (Turner) J. Agardh				21,45,51	21,45	
64	*Cryptopleura violacea* (J. Agardh) Kylin				21		
65	*Dasya pedicillata* var. *nudicaulis* Dawson					46	
66	*Dasya sinicola* (Setchell & N.L. Gardner) E.Y. Dawson				23		
67	*Dasya sinicola* var. *abyssicola* (Dawson) Dawson *Dasya sinicola var. californica* (Gardner) Dawson						4
68	= *Dasya californica* N.L. Gardner				19		
69	*Erythrocystis saccata* (J. Agardh) P.C. Silva				46		
70	*Erythroglossum californicum* (J. Agardh) J. Agardh				21		
71	*Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J. Agardh				45	45	
72	*Erythrotrichia tetraseriata* N.L. Gardner				16,19		
73	*Fosliella paschalis (*M. Lemoine) Setchell & N.L. Gardner				45	45	
74	*Ganonema farinosum* (J.V. Lamouroux) K.C. Fan & Y.C. Wang = *Liagora farinosa* J.V. Lamouroux				45	45	
75	*Gastroclonium parvum (*Hollenberg) C.F. Chang & B.M. Xia = *Coeloseira parva* Hollenberg				45	22,45, 46	
76	*Gastroclonium subarticulatum* (Turner) Kützing = *Gastroclonium coulteri (*Harvey) Kylin				16	22	
77	*Gelidiella hancockii* E.Y. Dawson		19				
78	*Gelidiopsis variabilis* (J. Agardh) Schmitz				45,46	45,46	
79	*Gelidium coulteri* Harvey				16,19		49
80	*Gelidium johnstonii* Setchell & Gardner		16		16,19		

Continuación Tabla 1

No	Especies	EB	BM	BA	IMG	IMR	SL
81	*Gelidium nudifrons* N.L. Gardner				42,46	46	
82	*Gelidium purpurascens* N.L. Gardner				46	46	
83	*Gelidium pusillum* (Stackhouse) Le Jolis				46		
84	*Gelidium robustum (*N.L. Gardner) Hollenberg & I.A. Abbott = *Gelidium cartilagineum* var. *robustum* N.L. Gardner				16,19,45,46	45,46	
85	*Goniotrichum alsidii* (Zanardini) M.A. Howe						45
86	*Gracilaria espinigera* E.Y. Dawson					19,20	
87	*Gracilaria gracilis* (Stackhouse) M. Steentoft, L.M. Irvine & W.F. Farnham = *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss						48
88	*Gracilaria pachydermatica* Setchell & Gardner				19,20		
89	*Gracilaria pacifica* I.A. Abbott	29,30, FBCS					
90	*Gracilaria robusta* Setchell				45	45	
91	*Gracilaria spinigera* E.Y. Dawson						
92	*Gracilaria subsecundata* Setchell & Gardner						
93	*Gracilaria tepocensis* (E.Y. Dawson) E.Y. Dawson				45	45	
94	*Gracilaria textorii* var. *cunninghamii (*Farlow) Dawson				19,20	46	6
95	*Gracilaria turgida* E.Y. Dawson		19,20		45	45	6
96	*Gracilaria veleroae* E.Y. Dawson				45	45	
97	*Gracilariophila gardneri* Setchell						14
98	*Gracilariopsis lemaneiformis* (Bory de Saint-Vincent) E.Y. Dawson, Acleto & Foldvik = *Gracilaria sjoestedtii* Kylin	29, 30			45	45	5
99	*Grateloupia doryphora (*Montagne) M.A. Howe = *Grateloupia multiphylla* E.Y. Dawson				10,17,19		
100	*Grateloupia howeii* Setchell & Gardner				19		
101	*Grateloupia schizophylla* Kützing				17,19		
102	*Grateloupia versicolor* (J. Agardh) J. Agardh				17		
103	*Grifithsia multiramosa* Setchell & Gardner		21				
104	*Grifithsia pacifica* Kylin				21,45	21,45	
105	*Gymnogongrus martinensis* Setchell & N.L. Gardner				19,20		
106	*Haloplegma mexicanum* W.R. Taylor					21	
107	*Halymenia californica* G.M. Smith & Hollenberg						1
108	*Halymenia coccinea* (Harvey) I.A. Abbott						1
109	*Halymenia templetonii* (Setchell & N.L. Gardner) I.A. Abbott						1
110	*Herposiphonia secunda* f. *tenella* (C. Agardh) M.J. Wynne = *Herposiphonia tenella* (C. Agardh) Ambronn		45		45	23,45	
111	*Herposiphonia verticillata* (Harvey) Kylin				45	45	
112	*Heterosiphonia erecta* N.L. Gardner				19,23,45	45	
113	*Hildenbrandia rubra* (Sommerfelt) Meneghini = *Hildenbrandia prototypus* Nardo				16		
114	*Hypnea johnstoni* Setchell & Gardner				20,45,51	45	
115	*Hypnea pannosa* J. Agardh				45	45	
116	*Hypnea spinella* (C. Agardh) Kützing = *Hypnea cervicornis* J. Agardh				20,45	45	
117	*Hypnea valentiae* (Turner) Montagne				20,45	45	
118	*Hypneocolax stellaris* subsp. *orientalis* (Weber-van Bosse) Womersley = *Hypmeocolas stellaris* f. *orientalis* Weber-van Bosse		19,20				
119	*Jania adhaerens* J.V. Lamouroux				45	45	
120	*Jania tenella* (Kützing) Grunow				45	45	
121	*Laurencia clarionensis* Setchell & Gardner						7
122	*Laurencia decidua* E.Y. Dawson						7
123	*Laurencia gardneri* Hollenberg				45	45	

Continuación Tabla 1

No	Especies	EB	BM	BA	IMG	IMR	SL
124	*Laurencia masonii* Setchell & N.L. Gardner				23		
125	*Laurencia multibulba* E.Y. Dawson, M. Neushul & R.D. Wildman				19,23		
126	*Laurencia pacifica* Kylin				19, 23,45,	45	
127	*Laurencia papillosa* var. *pacifica* Setchell & N.L. Gardner				45	45	
128	*Laurencia peninsularis* Taylor				51		
129	*Laurencia snyderae* Dawson						7
130	*Leptocladia binghamiae* J. Agardh				16		
131	*Leptocladia laxa* W.R. Taylor				51		
132	*Leptophytum microsporum* (Foslie) Athanasiadis et Adey				11		18
133	*Lithophyllum imitans* Foslie				45	45	
134	*Lithothamnion californicum* Foslie				19		
135	*Lithothamnion volcanum* E.Y. Dawson				10,19		
136	*Lithothrix aspergillum* J.E. Gray				16, 19		
137	*Lomentaria casea* E.Y. Dawson				45	45	
138	*Lomentaria catenata* Harvey				19,22		
139	*Mazzaella cobinae* (E.Y. Dawson) Fredericq = *Rhodoglossum cobianae* E.Y. Dawson				10,19,20		
140	*Melobesia mediocris* (Foslie) Setchell & L.R. Mason				19,51		
141	*Murrayellopsis dawsonii* Post = *Veleroa subulata* E.Y. Dawson	FBCS					
142	*Myriogramme caespitosa* E.Y. Dawson		21		19		
143	*Myriogramme crispata (*J.D. Hooker & Harvey) Kylin = *Cryptopleura crispa* (J.D. Hooker & Harvey) Kützing				19,21,46		
144	*Nemalion vermiculare* Suringar = *Nemalion helminthoides* var. *vermiculare* (Suringar) C.K. Tseng				19		
145	*Nienburgia andersoniana* (J. Agardh) Kylin				19,21		
146	*Nitophyllum hollenbergii* (Kylin) I.A. Abbott = *Miryograme hollenbergii* Kylin				19,21		3
147	*Ophidocladus simpliciusculus* (P.L. Crouan & H.M. Crouan) Falkenberg = *Rhodosiphonia californica* Hollenberg						7
148	*Osmundea sinicola* (Setchell & N.L. Gardner) K.W. Nam = *Laurencia scrippsensis* E.Y. Dawson = *Laurencia sinicola* Setchell & N.L. Gardne				19,23,45	23,45	
149	*Ozophora clevelandii* (Farlow) I.A. Abbott C						2,3,19
150	*Peyssonnelia magdalenae* (E.Y. Dawson) Denizot = *Cruoriella magdalenae*E.Y. Dawson				16,19,10		
151	*Peyssonnelia rubra* f. *orientalis* A. Weber-van Bosse						7
152	*Pleonosporium globuliferum* Levring				45	45	
153	*Plocamium cartilagineum* (Linnaeus) P.S. Dixon				45	45	
154	*Plocamium cartilagineum* subsp. *pacificum* (Kylin) P.C. Silva = *Plocarium pacificum* Kylin = *Plocamium coccineum* var. *Pacificum* (Kylin) Dawson				20,51		
155	*Pneophyllum nicholsii (*Setchell & L.R. Mason) P.C. Silva & P.W. Gabrielson = *Heteroderma nicholsii* Setchell & L.R. Mason				45	45	
156	*Pogophorella californica* (J.Ag.) Silva	FBCS	FBCS				
157	*Polysiphonia hendry* var. *gardneri* (Kylin) Hollenberg						7
158	*Polysiphonia johnstonii* Setchell & Gardner		27	27	27,45	45	
159	*Polysiphonia johnstonii* var. *conccina* (Hollenberg) Hollenberg				45	45	
160	*Polysiphonia massonii* Setchell & N.L. Gardner				45	45	
161	*Polysiphonia mollis* J.D. Hooker & Harvey		27		27		
162	*Polysiphonia pacifica* Hollenberg				45	45	
163	*Polysiphonia scopulorum* var. *villum* (J. Agardh) Hollenberg = *Lophosiphonia villum* (J. Agardh) Setchell & N.L. Gardner = *Lophosiphonia scopulorum* (Harvey) Womersley				19,23		2,7, 8,48

Continuación Tabla 1

No	Especies	EB	BM	BA	IMG	IMR	SL
164	*Polysiphonia sertularioides* (Grateloup) J. Agardh = *Polysiphonia flaccidissima* Hollenberg		27		25		
165	*Polysiphonia simplex* Hollenberg				27,45	27,45	28
166	*Porphyra perforata* J. Agardh				16,19		
167	*Porphyra schizophylla* G.J. Hollenberg				45	45	
168	*Porphyra thuretii* Setchell & E.Y. Dawson				19		
169	*Prionitis australis* (J. Agardh) J. Agardh				45	45	
170	*Prionitis delicatula* (Taylor) Dawson				19		
171	*Prionitis divaricata* (Okamura) Kawaguchi = *Carpopeltis divaricata*Okamura				19		
172	*Pseudolithoderma nigra* Hollenberg						26
173	*Pterocladiella capillacea* (S.G. Gmelin) Santelices & Hommersand = *Pterocladia mexicana* W.R. Taylor = *Pterocladia pyramidale* (Gardner) Dawson				7,16,45,51	45	
174	*Pterosiphonia bipinnata* (Postels & Ruprecht) Falkenberg					45	
175	*Pterosiphonia dendroidea* (Montagne) Falkenberg				23,45,51	45	27
176	*Pterosiphonia pennata* (C. Agardh) Sauvageau				23		7
177	*Pterothamnion pectinatum* (Kylin) Athanasiadis & Kraft = *Platythamnion pectinatum* Kylin						7
178	*Reticulobotrys catalinae* E.Y. Dawson						
179	*Rhodymenia arborescens* E.Y. Dawson				19		
180	*Rhodymenia californica* Kylin				19,22		
181	*Rhodymenia dawsonii* Taylor				19,22,51		
182	*Rhodymenia lobata* E.Y. Dawson				45	45	
183	*Sarcodiotheca furcata* (Setchell & N.L. Gardner) Kylin						7,48
184	*Sarcodiotheca gaudichaudii* (Montagne) P.W. Gabrielson						7
185	*Sarcodiotheca linearis* Setchell & Gardner					20	
186	*Schizymenia pacifica* (Kylin) Kylin				19,20		
187	*Schizymenia dubyi* (Chauvin ex Duby) J. Agardh = *Haematocelis rubens* J. Agardh				16,19		
188	*Scinaia johnstoniae* Setchell				16		
189	*Scinaia latifrons* M.A. Howe	FBCS					
190	*Sebdenia flabellata* (J. Agardh) P.G. Parkinson = *Sebdenia polydactyla* (Børgesen) M.Balakrishnan		32				
191	*Smithora naiadum (*C.L. Anderson) G.J. Hollenberg = *Porphyra naiadum* C.L. Anderson				16,51		
192	*Sorella pinnata* Hollenberg						7
193	*Spongites decipiens* (Foslie) Y.M. Chamberlain = *Lithophyllum decipiens* (Foslie) Foslie						47
194	*Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey	FBCS			45	45	
195	*Stenogramme interrupta* (C. Agardh) Montagne ex Harvey		20				
196	*Stylonema alsidii* (Zanardini) K.M. Drew = *Goniotrichum alsidii* (Zanardini) M.A. Howe				45	45	
197	*Taylorophycus laxa* W.R. Taylor				19,20		
198	*Tiffaniella phycophyllum* (W.R. Taylor) Gordon				45	45	
199	*Tiffaniella snyderae* (Farlow) I.A. Abbott = *Spermothamnion snyderae* Farlow				19	21	7
200	*Zanardinula delicatula* (W.R. Taylor) E.Y. Dawson				17		

Continuación Tabla 1

No	Especies	EB	BM	BA	IMG	IMR	SL
	Antophyta				36,37	36,37	
1	*Phyllospadix scouleri* Hooker				36,37,51	36,37,39,46	
2	*Phyllospadix torreyi* Watson		39				
3	*Zostera marina* Linnaeus				37	37	

1, Abbott (1967); 2, Abbott (1968); 3, Abbott (1969); 4, Abbott (1972); 5, Abbott (1983); 6, Abbott (1985); 7, Abbott & Hollenberg (1976); 8, Aguilar-Rosas & Aguilar-Rosas (1993); 9, Aguilar-Rosas et al. (1990); 10, Anderson (1991); 11, Athanasiadis & Adey (2006); 12, Castillo (1990); 13, Collins (1909); 14, Dawson (1949); 15, Dawson (1950); 16, Dawson (1953); 17, Dawson (1954); 18, Dawson (1960); 19, Dawson (1961a); 20, Dawson (1961b); 21, Dawson (1962); 22, Dawson (1963); 23, Dawson (1964); 24, Gardner (1927); 25, Hollemberg (1961); 26, Hollemberg (1969); 27, Hollemberg y Abbott (1966); 28, Hollemberg & Norris (1977); 29, López-Mendilaharsu et al. (2003); 30, López-Mendilaharsu et al. (2005); 31, Mateo-Cid &. Mendoza-González (1993); 32, Norris & Bucher (1977); 33, Norris y Johansen (1981); 34, Pedroche et al. (2002); 35, Pedroche et al. (2005); 36, Ramirez et al. (1998); 37, Ramirez et al. (2002); 38, Ramos Jardón (1989); 39, Riosmena-Rodríguez & Sánchez Lizaso (1996); 40, Riosmena-Rodríguez & Siqueiros-Beltrones (1995); 41, Riosmena-Rodríguez & Siqueiros-Beltrones (1996); 42, Riosmena-Rodríguez et al. (1991); 43, Sánchez-Rodríguez & Cervantes-Duarte (1999); 44, Sánchez-Rodríguez & Hernández-Carmona (1998); 45, Sánchez-Rodríguez et al. (1989); 46, Serviere-Zaragoza et al. (2003); 47, Setchel & Gardner (1920); 48, Smith (1944); 49, Stewart (1991); 50, Stewart & Stewart (1984); 51, Taylor (1945); 52, West & Zuccarello (1990); 53, Wynne & Norris (1976); FBCS, Herbario de la Universidad Autónoma de Baja California Sur.