

ARTÍCULO

Fitoplancton nocivo y tóxico presente en las aguas de lastre de los buques que arriban al puerto de Santa Marta, Caribe colombiano

Harmful and toxic phytoplankton presents in the ballast water of the ships that arrive at Santa Marta port, Colombian Caribbean

Fecha recepción: 2008-09-12 / Fecha aceptación: 2008-09-26



Luis Rangel G., luisrangel84@hotmail.com

Luis Vidal V., lavidalve@yahoo.com

Instituto de Investigaciones Tropicales (INTROPIC)
Universidad del Magdalena, Santa Marta

Resumen

Con el fin de conocer las especies de fitoplancton nocivo y tóxico presentes en las aguas de lastre de los buques que arriban al puerto de Santa Marta, se realizaron muestreos en 33 buques durante los meses de enero-septiembre de 2006. En total se registraron 26 especies, de las cuales 23 son nocivas y 3 son tóxicas. Asimismo, se determinó que gran parte de éstas provienen del continente americano, seguido por el continente europeo y otras regiones. La mayoría de las especies encontradas en las aguas de lastre para este estudio, han estado presentes en la región de Santa Marta; sin embargo, algunas especies nocivas como *Leptocylindrus cf. minimus*, *Chaetoceros concavicornis*, *Chaetoceros debilis*, *Odontella aurita* y tóxicas como *Prorocentrum cf. balticum*, han sido potencialmente introducidas a la región. Los lugares de procedencia cercanos pueden estar contribuyendo al incremento de las tasas de sobrevivencia de estas especies.

Palabras claves: Agua de lastre, fitoplancton, nocivo, tóxico, región de Santa Marta, especies introducidas.

Abstract

In order to know the harmful and toxic phytoplankton species of the ships that arrive at the port Santa Marta, samplings were realized in 33 ships in ballast water during the months of January-september of 2006. Altogether 26 species were recorded, of which 23 are harmful and 3 are toxic. Likewise, it was determined that great part of these species comes from the American continent, followed by the European continent and other regions. The great majority of the species found in ballast waters for this study, has been present in the region of Santa Marta. Nevertheless, are some harmful species like *Leptocylindrus cf. minimus*, *Chaetoceros concavicornis*, *Chaetoceros debilis*, *Odontella aurita* and toxic like *Prorocentrum cf. balticum*, which are potentially being introduced to the region. The near places of origin can be contributing to the increase of the rates of survival of these species.

Key words: Ballast water, phytoplankton, harmful, toxic, region of Santa Marta, species introduced.

Introducción

El tráfico marítimo es una actividad económica fundamental ya que mueve alrededor del 90% de las materias primas de todo el mundo [1]. Para que dicha actividad se desarrolle en condiciones de seguridad y eficiencia, los buques disponen de tanques que son llenados con agua del lugar de origen. Al llegar al puerto destino, gran parte de esta agua es deslastrada con el fin de realizar la carga de los productos a exportar [1]. Como resultado, numerosos organismos de diferentes grupos taxonómicos provenientes de distintas regiones geográficas, son introducidos al medio marino, con repercusiones ecológicas desconocidas en el ecosistema receptor e impactos socio-económicos [2-7].

Algunas especies fitoplanctónicas, que, al ser introducidas en un nuevo medio, experimentan altas abundancias celulares, formando floraciones algales nocivas y tóxicas, que traen como consecuencia grandes mortandades de organismos, pérdidas en la acuicultura, pesquería, turismo e incluso efectos sobre la salud humana [4,8]. Un ejemplo claro es el dinoflagelado planctónico *Pfiesteria piscicida* el cual ha florecido en varios estuarios sobre la costa este de los Estados Unidos (Bahía Chesapeake), causando grandes mortandades de peces, y amenazas a la salud humana [9].

En los últimos años, el puerto de Santa Marta, ha presentado un aumento en sus actividades marítimas y portuarias, con especial énfasis en los procesos de exportación de diferentes productos como carbón, plásticos, aceites entre otros [10]. Actualmente, posee el primer puesto de exportación en el Caribe colombiano [11-12]. Si bien esta actividad es importante para la economía regional y nacional, hace que nuestros mares sean vulnerables a la introducción de fitoplancton nocivo y tóxico vía aguas de lastre. De ahí la importancia de realizar estudios que permitan conocer el impacto generado por las aguas de lastre, y mucho más cuando existe un vacío en el conocimiento del fitoplancton que está llegando a la región. El presente estudio pretende dar a conocer las especies de fitoplancton nocivas y tóxicas que están llegando al puerto de Santa Marta a través de las aguas de lastre.

Área de estudio

La Sociedad Portuaria de Santa Marta (figura 1), se encuentra ubicada en el extremo noroccidental de la ciudad, enmarcada al norte por los cerros de San Martín y al occidente por el cerro Ancón y la ensenada de Tanganilla [16]. La Sociedad Portuaria cuenta con siete muelles que facilitan el arribo de buques de tráfico internacional (Norte y Suramérica, Europa y regiones insulares) con grandes toneladas de carga [10].

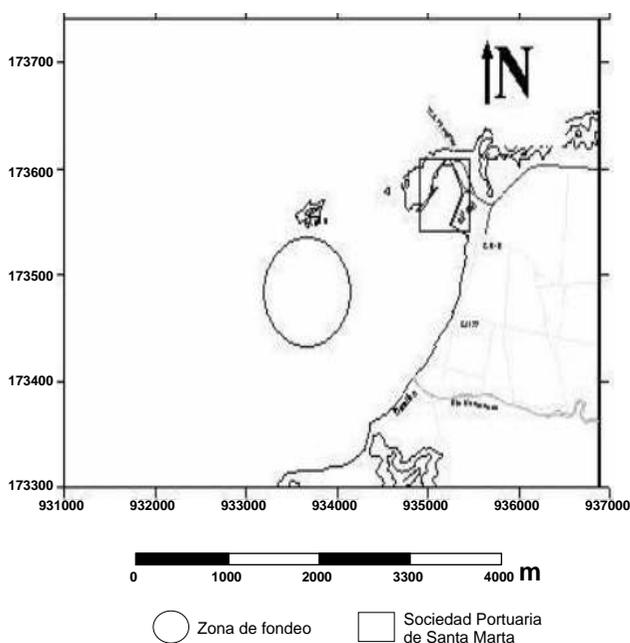


Figura 1. Área de estudio: Zona de Fondeo (óvalo); Sociedad Portuaria de Santa Marta (rectángulo). Tomado y modificado de: Convenio DADMA-UNIMAG (2005).

En la región de Santa Marta se han realizado tres trabajos relacionados con especies nocivas, realizados por: Mercado [17], Bula [18] y Mancera y Vidal [19] este último fue llevado a cabo en la Ciénaga Grande de Santa Marta (C. G. S. M.).

Materiales y métodos

Con el fin de conocer el fitoplancton nocivo y tóxico presente en las aguas de lastre de los buques que arriban a la región, se realizaron diferentes

muestreos en 33 buques durante los meses de enero-septiembre de 2006, en un solo tanque de lastre, utilizando las metodologías propuestas por Rondón, *et al.* [20]: 1) Recolección directa del tanque a través de la tapa de registro o manhole; 2) Toma de agua suministrada por las bombas de lastre (pump ballast) y 3) Deslastrado en cubierta (*overflow*). En casi todos los buques (30) se utilizó la metodología manhole.

Para la toma de muestras de fitoplancton se utilizó una botella tipo Van Dorn con capacidad de tres litros, que fue introducida en el tanque de cada buque a muestrear. Se tomaron de éste alrededor de nueve litros de agua de lastre a diferentes profundidades del tanque según la metodología propuesta por Raaymakers [21]. De la mezcla del agua, dos litros fueron pasados a través de un tamiz colector para fitoplancton de 23 µm de diámetro de poro y luego se preservaron los organismos en solución de formalina al 4%.

El análisis cualitativo de las muestras de fitoplancton de los buques, se realizó mediante la observación en barrido de 5 placas Sedgewick-Rafter (SR) de 2 ml, con la ayuda de un microscopio óptico Nikon Eclipse E200 a 10X, 40X y 100X hasta nivel de especie. Para la identificación y corroboración del fitoplancton se utilizaron los trabajos de Cupp, [22]; Trégouboff and Rose, [23]; Balech, [24] y Tomas [25].

Asimismo, a las especies colectadas se les determinó el estado (nocivas o tóxicas), teniendo en cuenta los trabajos de (1) Fukuyo, *et al.* [26]; (2) Sournia, *et al.* [27]; (3) Hallegraeff [28]; (4) OMI [5]; (5) Reguera [29]; (6) Hallegraeff [30]; (7) Garcés, *et al.* [31]; (8) Glibert y Pitcher [8]; (9) IOC [32]; (10) Reguera, *et al.* [33]; (11) Wyatt y Carlton [34]; (12) Karay [35]; (13) Freer y Vargas [36]; (14) Yan, *et al.* [37]; (15) Alexandrov, *et al.* [38]; (16) Anil, *et al.* [39]; (17) Clarke, *et al.* [40]; (18) Harmful Algae News [41]; (19) Smayda [42]; (20) Vila y Maso [43] y (21) Procopiak, *et al.* [44].

Resultados

Especies nocivas y tóxicas encontradas en las aguas de lastre

En general, se encontraron 26 especies, de las cuales el mayor número (23) corresponde a las especies nocivas,

mientras que solamente tres son tóxicas. De la misma forma, gran parte de estas pertenece al grupo de las diatomeas (20), seguido por los dinoflagelados (5) y un silicoflagelado (tabla 1). Los porcentajes de aparición más altos de las especies se ubican, en su mayor parte, dentro del grupo de las diatomeas (tabla 2).

Tabla 1. Especies nocivas y tóxicas encontradas en los buques que arriban al puerto de Santa Marta: (*) Número de los trabajos utilizados en la catalogación de especies nocivas y tóxicas descritos en la metodología.

Especie	Estado*	Descripción
<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva ^{1,14,20}	Hipoxia /anoxia
<i>Leptocylindrus cf. minimus</i>	Nociva ^{2, 5,6, 7,10,14,19,20,21}	Hipoxia / anoxia. Daños mecánicos (Filtradores)
<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva ^{1,5,14,16,21}	Daños mecánicos
<i>Coscinodiscus cf. granii</i>	Nociva ^{1,12}	Hipoxia/ Anoxia
<i>Proboscia alata f. gracilima</i>	Nociva ¹⁴	Mortandades de organismos
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	Nociva ^{5,11,15}	Introducida (Mar Negro).
<i>Guinardia flaccida</i>	Nociva ^{1,14}	Afecta la acuicultura (Peces)
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	Nociva ¹³	Dificulta respiración(Peces)
<i>Chaetoceros affinis</i>	Nociva ⁹	Daños mecánicos
<i>Chaetoceros borealis</i>	Nociva ¹³	Daños mecánicos
<i>Chaetoceros concavicornis</i>	Nociva ^{2,5,6,7,10,19,21}	Daños mecánicos
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	Nociva ¹³	Daños mecánicos
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	Nociva ⁸	Daños mecánicos
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	Nociva ^{5,6,9,16,14}	Daños mecánicos
<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva ^{1,19}	Afecta acuicultura(Peces)
<i>Odontella sinensis</i>	Nociva ^{3,4,14,17}	Introducida (Mar del Norte)
<i>Odontella aurita</i>	Nociva ^{1,3}	Introducida (Australia)
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	Nociva ^{1,2,10,20,21}	Daños mecánicos
<i>Cylindrotheca closterium</i>	Nociva ^{1,8}	Decoloración del agua Mal olor en el agua Daños mecánicos
<i>Pseudonitzschia cf. delicatissima</i>	Tóxica ^{2,5,6,7,9,10,17}	Formadora de Toxina
<i>Prorocentrum cf. balticum</i>	Tóxica ^{1,2,14}	Formadora de Toxina
<i>Prorocentrum micans</i>	Tóxica ^{1,2,6,8,14,16,19}	Hipoxia/anoxia. Formadora de Toxina
<i>Ceratium furca</i>	Nociva ^{1,6,8,10,14,17,18}	Hipoxia/anoxia. Pérdidas económicas en China.
<i>Ceratium fusus</i>	Nociva ^{1,2,6,19,21}	Hipoxia /anoxia
<i>Gonyaulax polygramma</i>	Nociva ^{1,5,6,14}	Hipoxia /anoxia
<i>Dyctiocha fibula</i>	Nociva ^{1,2,10,14,16,19}	Daños mecánicos

* Trabajos utilizados en la catalogación de especies nocivas y tóxicas descritos en la metodología.

Tabla 2. Frecuencia de aparición (%) de las especies nocivas y tóxicas en los buques que arriban al puerto de Santa Marta.

Especies	Frecuencia de aparición (%)
<i>Skeletonema costatum</i>	30
<i>Leptocylindrus cf. Minimus</i>	6
<i>Leptocylindrus danicus</i>	18
<i>Coscinodiscus cf. granii</i>	6
<i>Proboscia alata f. Gracilima</i>	12
<i>Pseudosolenia calcar -avis</i>	15
<i>Guinardia flaccida</i>	18
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	6
<i>Chaetoceros affinis</i>	18
<i>Chaetoceros borealis</i>	3
<i>Chaetoceros concavicornis</i>	3
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	42
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	18
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	21
<i>Chaetoceros debilis</i>	3
<i>Odontella sinensis</i>	6
<i>Odontella aurita</i>	3
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	18
<i>Cylindrotheca closterium</i>	6
<i>Pseudonitzschia cf. delicatissima</i>	36
<i>Prorocentrum cf. Balticum</i>	6
<i>Prorocentrum micans</i>	6
<i>Ceratium furca</i>	12
<i>Ceratium fusus</i>	3
<i>Gonyaulax polygramma</i>	3
<i>Dictyocha fibula</i>	27

Procedencia de las especies nocivas y tóxicas

La mayor parte de las especies nocivas y tóxicas provienen probablemente de lugares cercanos como el continente americano. Aunque también se nota que una parte de éstas proviene del continente europeo y otras regiones (figura 2; tabla 3).

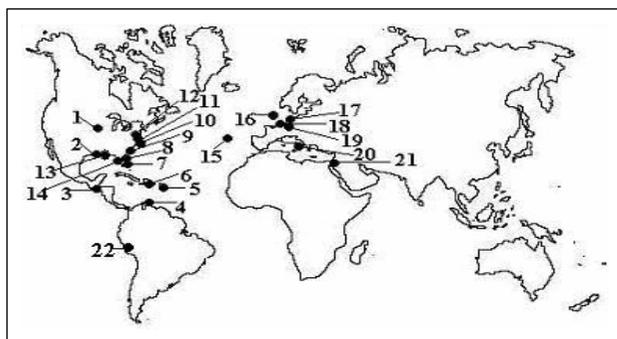


Figura 2. Procedencia de las especies nocivas y tóxicas. Tomado y modificado de Wetsteyn y Vink [51].

Tabla 3. Puntos de origen de las especies nocivas y tóxicas colectadas en las aguas de lastre descritos en la figura 2.

Especie	Origen
<i>Skeletonema costatum</i>	1 4 6 9 10 12 13 17
<i>Leptocylindrus cf. minimus</i>	13 17
<i>Leptocylindrus danicus</i>	1 5 10 11 13 17
<i>Coscinodiscus cf. granii</i>	14 21
<i>Proboscia alata f. gracilima</i>	1 13 20 21
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	4 9 13 31
<i>Guinardia flaccida</i>	1 3 5 10 13
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	5 15
<i>Chaetoceros affinis</i>	1 5 9 13
<i>Chaetoceros borealis</i>	15
<i>Chaetoceros concavicornis</i>	4
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	1 3 4 5 6 7 9 10 11 13 14 17
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	4 5 7 10 17
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	1 3 4 5 7 13
<i>Chaetoceros debilis</i>	1
<i>Odontella sinensis</i>	13 14
<i>Odontella aurita</i>	13
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	1 5 13 14
<i>Cylindrotheca closterium</i>	5 10
<i>Pseudonitzschia cf. delicatissima</i>	1 2 4 5 7 9 13 18 20 21
<i>Prorocentrum cf. balticum</i>	10 19
<i>Prorocentrum micans</i>	10 13
<i>Ceratium furca</i>	5 7 13 21
<i>Ceratium fusus</i>	22
<i>Gonyaulax polygramma</i>	8
<i>Dityocha fibula</i>	3 5 9 10 11 13 15 21 22

Discusión

A nivel mundial, la Organización Marítima Internacional (OMI), a través del programa GloBallast registra nueve especies introducidas y siete nativas las cuales son conocidas como nocivas. Este estudio registra una de estas especies (*Pseudosolenia calcar-avis*) para las aguas de lastre que llegan a la región [38,40, 45-47].

A nivel nacional, la Dirección General Marítima (DIMAR) a través de su Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH), reporta 14 especies para las aguas de lastre del puerto de la Bahía de Cartagena, las cuales fueron encontradas en este trabajo. Algunas de éstas, hacen parte de la flora típica de la bahía [48].

La mayoría de las especies nocivas y tóxicas encontradas en las aguas de lastre para este estudio, han estado presentes en la flora de la región de Santa Marta. Sin embargo, hay algunas especies nocivas como *Leptocylindrus* cf. *minimus*, *Chaetoceros concavicornis*, *Chaetoceros debilis*, *Odontella aurita* y tóxicas como *Prorocentrum* cf. *balticum*, las cuales han sido potencialmente introducidas (especies que han sido transferidas intencional o no intencionalmente por actividad humana dentro de una región más allá de su rango natural [38]). Esto evidencia la entrada de fitoplancton nocivo y tóxico a la región por medio de las aguas de lastre, lo que puede estar generando algún tipo de impacto hasta el momento desconocido sobre los ecosistemas marinos de la región.

Es posible que la descarga de fitoplancton tóxico a través de las aguas de lastre pueda incrementar significativamente los niveles locales de la población algal, trayendo cambios en la dinámica fitoplanctónica de la región [3] o que en cierto momento se puedan generar floraciones algales nocivas y tóxicas causando los efectos mencionados (tabla 1) y afectar actividades de importancia socio-económica como la pesca artesanal, la pesca industrial, la piscicultura, el turismo y otros tipos de actividades realizadas en la región las cuales aportan ingresos inmediatos para ciertos grupos de la población [49]. De la misma forma, es posible que hasta el momento no se hayan visto los efectos generados por estas descargas ya que los efectos sólo

son observables cuando estas son constantes por largo tiempo [20].

Asimismo, el transporte de agua de lastre a la región puede estar favoreciendo el desarrollo masivo de especies oportunistas y en algunos casos propiciar en intensidad y/o duración las proliferaciones de algunas especies de fitoplancton tóxico [33]. Por esta razón se hace necesario realizar estudios donde se puedan conocer los efectos generados de las descargas de esta agua sobre este tipo de eventos.

Por otra parte, la mayoría de las especies nocivas y parte de las tóxicas encontradas, corresponden al grupo de las diatomeas, presentando un alto porcentaje de frecuencia de aparición (tabla 2). Posiblemente esta dominancia se deba a la tolerancia de este grupo a condiciones de oscuridad [50], lo que puede indicar que existe una alta probabilidad de que estas especies sobrevivan al viaje en los tanques, llegando aún viables a la región de Santa Marta. Esto está confirmado por el estado de la conservación de las células, ya que fue visible que gran parte de ellas poseían cloroplastos y contenidos protoplasmáticos en buen estado.

Los lugares de orígenes cercanos como los países americanos, puedan contribuir al incremento de las tasas de sobrevivencia de las especies, ya que el tiempo de residencia del agua en los tanques se hace menor [51]. Esto no quiere decir que las especies provenientes del continente Europeo y otras regiones no sobrevivan al viaje, pues se ha observado que éstas pueden sobrevivir a los largos períodos de condiciones adversas que se presentan en los tanques de lastre [52].

La gran mayoría de estas especies nocivas o tóxicas son tropicales, cosmopóliticas y de amplia distribución, lo que podría favorecer a su establecimiento, debido a que se reducen las barreras naturales entre la región de origen del agua de lastre y la región de Santa Marta [53].

Agradecimientos

Al fondo de investigación para la Ciencia (FONCIENCIAS) de la Universidad del Magdalena, por la financiación del proyecto "Impacto de las aguas en la región de Santa Marta" (FONCIENCIAS 008-5) del grupo Modelación de Ecosistemas Costeros,

donde estuvo enmarcada esta investigación. Al personal del laboratorio de biología y fisiología, microbiología y calidad de aguas de la Universidad del Magdalena, por su apoyo en la parte logística del proyecto. De manera muy especial, a las biólogas Mónica Montoya, Sandra Vilarity, Tatiana Vanegas, Lina Ramos, y al PhD. Ernesto Mancera por su colaboración en distintas fases de esta investigación. Finalmente a la Dirección General Marítima (DIMAR) y a las agencias MARADUANA, EUROLATINA, MARNAVES y OCEANICA por su gestión y apoyo al momento de los muestreos.

Referencias bibliográficas

- [1] Ballast Tank Convention 2004. Convenio internacional para el control y la gestión de aguas y sedimentos de lastre. Organización Marítima Internacional (OMI).
- [2] Carlton JT. Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. *Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev.* 1985;(2): 313-371.
- [3] Gosselin S, Levasseur M, Gauthier D. Transport and deballasting of toxic dinoflagellates via ships in the Grande Entree Lagoon of the Iles De La Madeleine (Gulf of St. Lawrence, Canada). In: Lassus P, Arzul G, Erard-Le Denn E, Gentien C, Marcaillou-Le Baul C, editors. Harmful Marine algal blooms. France: Technique and Documentation-Lavoisier. Intercept LTD; 1995:591-596.
- [4] Rigby GR, Taylor AH, Hallegraef GM, Mills P. Progress in research and management of ships ballast water to minimise the transfer of toxic dinoflagellates. In: Lassus P, Arzul G, Erard-Le Denn E, Gentien C, Marcaillou-Le Baul C, editors. Harmful Marine algal blooms. France: Technique and Documentation-Lavoisier. Intercept LTD. 1995; 821-825.
- [5] Organización Marítima Internacional (OMI). Directrices para el control y la gestión del agua de lastre de los buques a fin de reducir al mínimo la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos. Resolución A868 (20) de 1997.
- [6] Harvey M, Gilbert M, Gauthier D, Reid DM. A preliminary assessment of risks for the ballast water-mediated introduction of nonindigenous marine organisms in the Estuary and Gulf of St. Lawrence. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2268. Canada: Minister of public works and Government Services of Canada 1999.
- [7] Ballast Water News. Global Ballast Water Management Programme. Issue 1 2000.
- [8] Glibert P, Pitcher G, editors. *GeoHab: Global Ecology and Oceanography of harmful Algae Blooms*, Science Plan. Baltimore and Paris: SCOR and IOC 2001.
- [9] Hopkins CCE. Actual and potential effects of introduced marine organisms in Norwegian waters, including Svalbard. Research report No. 1 Dutch: Directorate for nature Management 2001.
- [10] Dirección General Marítima (DIMAR). Portafolio marítimo colombiano. Cuarto trimestre del 2002. Boletín No 4. Grupo de publicaciones DIMAR 2002.
- [11] Departamento de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN). 2005. Boletín de comercio exterior No. 148. Enero a diciembre del 2005. [Citada 2006 nov 24]. Disponible en: /www.dian.gov.co/.
- [12] Superintendencia de Puertos y Transporte (Supertransporte). 2005. Anuario estadístico 2005. Ministerio de Transporte. [Citada 2006 nov 24]. Disponible en: /www.supertransporte.gov.co/.
- [13] Muller K. Interrelaciones entre salinidad y temperatura en la bahía de Santa Marta. En: *an. Inst. inv. Mar. Punta Betín* 1979; (11): 219-226.
- [14] Ramírez G. Características fisicoquímicas de la bahía de Santa Marta (agosto 1980 julio 1981). En: *an. Inst. inv. Mar. Punta Betín* 1983; (13): 111-121.
- [15] Ramos L. Caracterización de la comunidad fitoplanctónica de la bahía de Santa Marta (Caribe colombiano). Tesis de grado. 86 p + Anexos. Universidad del Magdalena, Colombia 2005.
- [16] Sociedad Portuaria de Santa Marta (SPSM). 2005. Ubicación de la Sociedad Portuaria de Santa Marta. [Citada 2006 jun 11]. Disponible en: <http://www.SPSM.com.co/es/Ubicación.asp>.
- [17] Mercado JE. Inventario preliminar de la fauna y flora de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Cartagena, Colombia: Proy. Desar. Pesca Marit. Colombia (INDERENA-PNUD-FAO). CIP 1971.
- [18] Bula G. Florecimientos nocivos de algas verde-azules en dos lagunas del departamento del Magdalena. *Ingen. Pesq.* 1985; 5 (1,2):89-99.
- [19] Mancera JE, Vidal LA. Florecimiento de microalgas relacionado con mortandad masiva de peces en el complejo lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. En: *An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín* 1994; (23): 103-117.
- [20] Rondón SR, Vanegas T, Tigreros P. Sampling ballast water for pathogens: the Colombian approach. In: Raaymakers S, editor. 1st International Workshop on Guidelines and Standards for Ballast Water Sampling: Río de Janeiro, Brazil, 7-11 April 2003. Workshop Report London: IMO; 2003:46-53. (GloBallast monograph series No. 9).
- [21] Raaymakers S. 2003. 1st international workshop on guidelines and standards for ballast water sampling: Río de Janeiro, Brazil, 7-11 April 2003. Workshop Report London: IMO 2003. (GloBallast monograph series No. 9).
- [22] Cupp E. *Marine plankton Diatoms of the west Coast of North America*. 1 ed. Berkeley and the Angeles (USA): University of California Press 1943.

- [23] Trégouboff G, Rose M. Manuel de planctonologie méditerranéenne. Paris: Centro nacional de la reserché scientifique 1957.
- [24] Balech E. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Ira ed. Madrid: Púb. Esp. Inst. Esp. Oceanograf 1988.
- [25] Tomas C. Identifying marine diatoms and dinoflagellates. United States: Academic, Press, Inc. 1996.
- [26] Fukuyo Y, Takano H, Chihara M, Matsuoka K, editors. Red Tide organisms in Japan- An Illustrated Taxonomic Guide. Tokyo, Japan: Uchida Rokakuo 1990.
- [27] Sournia A, Belin C, Berland B, Erard-Le Denn E, Gentien P, Gizebyk D, *et al.* Le Phytoplancton nuisible des Cotes de France De La biologie a la Prevention. Centre national de la Recherche Scientifique. Programme national Efflorescences algales marines. France: Ifremer 1991.
- [28] Hallegraeff G. On the global spreading of toxic dinoflagellates. SPC Ciguatera Information Bulletin 1992; (2): 2-4.
- [29] Reguera B, Blanco J, Fernandez M, Wyatt T, editors. Harmful algae. Spain: Xunta de Galicia and Intergovernmental Oceanographic Comisión of UNESCO 1998.
- [30] Hallegraeff G, editor. Harmful algal blooms. France: Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO 2001.
- [31] Garcés E, Zingone A, Montresor M, Reguera B, Dale B, editors. LIFEHAB: Life Histories of microalgal species causing Harmful blooms. Majorca, Spain: European commission, Directorate General Science, Research and development 2001.
- [32] Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC). 2002. Taxonomic Reference List of Toxic Plankton Algae. [Citada 2006 Ago 24]. Disponible en: www.bi.ku.dk/IOC/.
- [33] Reguera B, Sar EA, Ferrario ME. Floraciones algales nocivas del cono Sur Americano. Ira ed España: Instituto Español de Oceanografía 2002.
- [34] Wyatt T, Carlton JT. Phytoplankton introductions in European Coastal Waters: Why are so few invasions reported In: Alien Marine Organisms introduced by ships in the mediterranean and Black seas. Monaco: CIESM; Workshop Monographs 2002;(20): 41-46.
- [35] Karay T. 2003. Microplankton Species of Turkish seas. [Citada 2006 Ago 24]. Disponible en: <http://bornova.ege.edu.tr/>.
- [36] Freer E, Vargas-Montero M. 2003. Floraciones algales nocivas en la Costa Pacífica de Costa Rica: Toxicología y sus efectos en el ecosistema y salud pública. [Citada 2006 Oct 12]. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/>.
- [37] Yan T, Ming-Jian Z, Zou J-Z. 2002. A national report on harmful algal blooms in China. [Citada 2006 Oct 15]. Disponible en: www.pices.int/publications/scientific-reports/Report23/.
- [38] Alexandrov B, Bashtanny R, Clarke C, Hayes T, Hilliard R, Polglaze J, *et al.* Ballast Water Risk Assessment, Port of Odessa, Ukraine, October 2003: Final Report. London: IMO; Globallast Monograph Series 2004;(10).
- [39] Anil L, Clarke C, Hayes T, Hilliard R, Joshi G, Krishnamurthy V, *et al.* Ballast Water Risk Assessment, Ports of Mumbai and Jawaharlal Nehru, India, October 2003: Final Report. London: IMO; Globallast Monograph Series 2004;(11).
- [40] Clarke C, Hayes T, Hilliard R, Kayvonrad N, Taymourtash H, Parhizi A, Yavari V, Raaymakers S. Ballast Water Risk Assessment, Port of Khark Island, Islamic Republic of Iran, August 2003: Final Report. London: IMO; Globallast Monograph Series. 2003;(8).
- [41] Harmful algae News. An IOC Newsletter on toxic algae and algal blooms. The Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO 2004: (27):12.
- [42] Smayda T. Harmful Algal Bloom communities in Scottish coastal waters: Relationship to fish farming and regional comparisons - a review. Graduate School of Oceanography, p 219. University of Rhode Island. Kinsgtom 2004.
- [43] Vila M, Masó M. Phytoplankton functional groups and harmful algal species in anthropogenically impacted waters of the NW Mediterrean sea. Sci. Mar 2005: (69)1:31-45.
- [44] Procopiak LK, Fernández LF, Moreira H. 2006. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. [Citada 2006 Oct 15]. Disponible en: <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?inventory+bn02306032006>.
- [45] Awad A, Clarke C, Greyling L, Hilliard R, Polglaze J, Raaymakers S. Ballast Water Risk Assessment, Port of Saldanha Bay, Republic of South Africa, november 2003: Final Report. London: IMO; Globallast Monograph Series 2004;(13).
- [46] Clarke C, Hilliard R, Junqueira A. De OR, Neto A. De CL, Polglaze J, Raaymakers S. Ballast Water Risk Assesment , Port of Sepetiba, Federal Republic of Brazil, december 2003: Final Report. London: IMO; Globallast Monograph Series 2004;(14).
- [47] Clarke C, Hilliard R, Liuy Y, Polglaze J, Zhao D, Xu X, *et al.*, Ballast Water Risk Assesment, Port of Dalian, people´s Republic of China, November 2003: Final Report. London: IMO; Globallast Monograph Series 2004;(12).
- [48] Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de la Armada Nacional de Colombia (CIOH). Presencia de organismos exógenos y patógenos en aguas de lastre buques de tráfico internacional Fase I. Componente Fitoplanctónico: Informe final. Cartagena 2002.
- [49] Beltrán CE, Villaneda AA. Perfil de la pesca y la acuicultura en Colombia. Santa Fe de Bogotá. Colombia: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA) 2000.

[50] Antia NJ, Cheng, JY. The survival of axenic cultures of marine planktonic algae from prolonged exposure to darkness at 20C. *Journal of Phycology* 1970;179-183.

[51] Wetsteyn LPMJ, Vink M. Ballast Water. Report RIKZ/2001.026. Dutch: Rijksinstituut voor Kust in Zee/ RIKZ. Ministerie van Verkeer in Waterstaat 2001.

[52] Yoshida M, Fukuyo Y, Murase T, Ikegami T. On board observations of phytoplankton viability in ship's ballast tank under critical light and temperature conditions. In: Yasumoto T, Oshima Y, Fukuyo Y editors. Harmful and toxic algal blooms. Intergovernmental Oceanographic Commission of Unesco. Japan: Kyodo Printing Co. Ltd. 1996;205-208.

[53] Lewis P, Hewitt C, Riddle M, McMinn A. Marine introductions in the Southern Ocean: an unrecognized hazard to biodiversity. In: *Marine Pollution Bulletin* 2003; (46):213-323.