

Descripción del tráfico marítimo en la bahía de Cartagena, Caribe colombiano y sus implicaciones en la introducción de especies por agua de lastre

Description of maritime traffic in the Bay of Cartagena and implications for the introduction of species through ballast water

Fecha de recepción: 2015-06-09 / Fecha de aceptación: 2015-09-08

Liseth Johana Arregocés Silva¹, Mary Luz Cañón Páez²

¹**Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH).** Bióloga marina. Área de Protección del Medio Marino. Barrio El Bosque, Isla de Manzanillo, Escuela Naval "Almirante Padilla" Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia. Tel: +57 (5) 669 41 04. Correo electrónico: liseth.arregocés@dimar.mil.co.

²**Dirección General Marítima (Dimar).** Bióloga marina. Área de Seguridad Integral Marítima. Carrera 54 No. 26-50, Ed. Dimar, CAN, Bogotá D.C., Colombia. Tel: +57 (1) 220 04 90. Correo electrónico: mcanonpaez@dimar.mil.co.

Arregocés, L.J. y Cañón M.L. (2015). Descripción del tráfico marítimo en la bahía de Cartagena, Caribe colombiano y sus implicaciones en la introducción de especies por agua de lastre. Bol. Cient. CIOH, 33: 187-194.

RESUMEN

Con el crecimiento del comercio internacional y los viajes marítimos, los efectos de las bioinvasiones a través del agua de lastre son cada vez más notorios, impactando el medio ambiente, la economía y la salud humana. Una primera aproximación para evaluar el potencial de riesgo de estas bioinvasiones en el puerto de Cartagena, Caribe colombiano, durante el período 2004 a 2011 se basó en la caracterización de la magnitud de arribos de buques, el volumen del agua deslastrada y su origen, por tipo de embarcación de acuerdo a lo consignado en el formato anexo a la Resolución A868 (20) de la Organización Marítima Internacional. Lo anterior permitió identificar los principales orígenes de agua de lastre que significaron un mayor riesgo de introducción de especies para la bahía de Cartagena. Entre 2004 y 2011 arribaron a la zona portuaria de Cartagena buques de 99 países, principalmente de Estados Unidos, Panamá, Venezuela, República Dominicana y puertos colombianos. El 72 % del agua deslastrada de buques provenientes de Panamá no experimentó intercambio en mar abierto, seguido de Colombia (65 %), USA (34 %), Venezuela (25 %) y República Dominicana (14 %), considerándose como países de origen con riesgo de introducción de especies para la Bahía durante el periodo de estudio. Se identificó a Cartagena como puerto donador principalmente para puertos de Estados Unidos, Panamá, Costa Rica, México y Venezuela, e incluso destinos nacionales. Dados los resultados del análisis es necesario continuar desarrollando estrategias nacionales para prevenir, controlar y minimizar el riesgo de introducción de especies a puertos colombianos, así como ser puertos donadores de alto riesgo para otros países.

PALABRAS CLAVES: tráfico marítimo, especies invasoras, agua de lastre, Puerto de Cartagena.

ABSTRACT

With the growth in world trade and maritime trips, the bio-invasions through ballast water have become more noticeable, affecting the environment, economy and human health. A first approach to evaluate the potential risk of these bio-invasions in the Cartagena port during the period 2004-2011, was based on the characterization of the magnitude of ships arrival, the volume of water discharged and its origin, by type of vessel according to the format contained in Annex to Resolution A868 (20) of International Maritime Organization (IMO). This allowed us to identify the main sources of water ballast which meant a higher risk of introduction of species to the Cartagena Bay. Since 2004 to 2011 arrived in the Cartagena port vessels of 99 countries mainly from the United States, Panama, Venezuela, Dominican Republic and Colombian ports. Ballast water exchange in deep ocean areas or open seas was not implemented for 72 % of the discharged water from Panama vessels followed by Colombia (65 %), USA (34 %), Venezuela (25 %) and Dominican Republic (14 %). It means, the above countries are considered sources with risk of introducing species to the Bay during the studied period. Cartagena was identified as a port donor to US, Panama, Costa Rica, Mexico and Venezuela ports and some national destinations. Considering the results of the analysis, it is necessary to continue to develop national strategies to prevent, control and minimize the risk of introducing species to Colombian ports, as well as being high-risk donor port for other countries.

KEYWORDS: maritime traffic, invasive species, ballast water, Port of Cartagena.

INTRODUCCIÓN

El tráfico portuario en América latina y el Caribe ha presentado un considerable incremento en los últimos diez años. El puerto de Cartagena-Colombia, considerado uno de los 25 puertos con mayor tráfico portuario y uno de los principales centros de trasbordo para la región, reportó un crecimiento anual de 26.05 % en su tráfico marítimo entre 2004 y 2007 [1].

Como consecuencia de la rápida aceleración de los viajes marítimos y el comercio internacional a través de la navegación, los efectos de las bioinvasiones a través del agua de lastre son cada vez más notorios, impactando severamente el medio ambiente, la economía y la salud humana, derivando a su vez en problemas de carácter cultural y social [2]. Debido al alcance de la problemática, ésta exige una pronta y eficiente gestión por parte de los tomadores de decisiones, direccionada a prevenir la contaminación marino-costera debida a la introducción de especies por agua de lastre.

Una primera aproximación para evaluar el potencial de riesgo de estas bioinvasiones es caracterizar la magnitud de arribos de buques, el volumen del agua deslastrada y su origen [3]. Esta investigación analizó el tráfico marítimo de acuerdo a la información consignada en el formato anexo a la Resolución A868 (20) de la Organización Marítima Internacional (OMI), entregado a la Autoridad Marítima como mecanismo preventivo de control del agua de lastre a bordo de los buques. El mismo considera información sobre el origen del agua de lastre, frecuencia de arribo y volumen deslastrado por tipo de embarcación que arribó al puerto de Cartagena durante el período 2004 a 2011. Lo anterior, con la finalidad de establecer una aproximación del rol del tráfico marítimo en la bahía de Cartagena frente a la introducción de especies, como aporte para dar continuidad a la formulación de acciones orientadas al desarrollo de estrategias para afrontar el problema de las bioinvasiones marinas ocasionadas por el agua de lastre en los puertos colombianos.

ÁREA DE ESTUDIO

La zona portuaria de Cartagena (ZPC) (Figura 1) se encuentra ubicada en la bahía del mismo nombre, aproximadamente en los $10^{\circ}16'$; $10^{\circ}26'N$ y $75^{\circ}29'$; $75^{\circ}35'W$ [4] y sobre el corredor industrial y portuario Manga-

Mamonal, en el que se ubican cerca de 54 muelles y aproximadamente 20 de estos realizan actividades de comercio internacional [5].

Localizada en el litoral Caribe colombiano hace parte de las zonas portuarias más activas del país cuyas actividades principales corresponden a carga general, pesca, transporte de pasajeros, hidrocarburos, carbón y frutas. Su alto número de muelles en operación y su participación en diferentes modalidades como importación, exportación, cabotaje, fluvial y tránsito, la catalogan como la zona portuaria más diversificada del país. Además, es considerada como centro logístico integrado por sus conexiones con más de 432 puertos en 114 países [6].

La bahía de Cartagena limita al norte con el mar Caribe, al sur con Isla Barú, al este con la población de Turbaco y al oeste con la isla de Tierrabomba y el mar Caribe. Presenta dos comunicaciones con mar abierto, Bocagrande al norte y al sur Bocachica [4, 7]; ésta última es por donde se efectúa todo el tránsito marítimo hacia el puerto de Cartagena y tiene lugar gran parte de los intercambios hidrológicos con el mar [4, 8, 9].

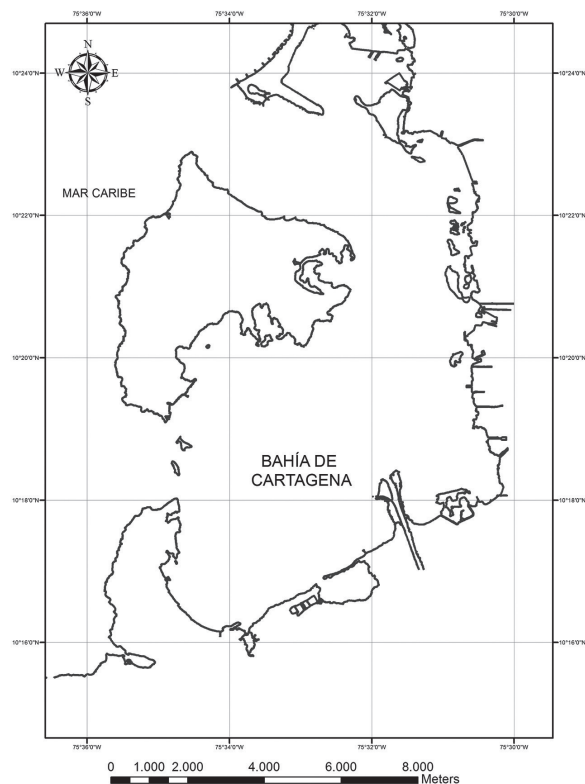


Figura 1. Bahía de Cartagena-Colombia.

La dinámica de las aguas interiores de la bahía de Cartagena está determinada por su condición de estuario, debido al aporte fluvial y de sedimentos que provienen del Canal del Dique y que se dirigen hacia el norte de la Bahía. Con la desembocadura del Canal del Dique, la bahía pasó a ser un área con características estuarinas, generando alta mortalidad de las especies de coral [10, 11].

Cuenta con ecosistemas como fanerógamas marinas en fondos de arena gruesa, mixta o bioclástica, a profundidades de 1 a 2.5 m; sin embargo, experimentan una notable reducción de su cobertura [12]. Asimismo, ecosistemas de manglar con especies como *Rhizophara mangle*, *Avicenia germinas* y *Laguncularia racemosa*, que albergan una amplia variedad de organismos [13].

Al suroeste del puerto de Cartagena, aproximadamente a 45 km se encuentra el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo con una extensión de 120 000 ha [14].

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de la información de los formatos A868 (20) entregada a la Capitanía de Puerto de Cartagena por los buques que arribaron a este puerto durante el periodo de 2004 al 2011, se determinaron las principales rutas de tráfico marítimo, el volumen y los orígenes del agua deslastrada al puerto; aspectos considerados de gran importancia en procesos de análisis de riesgo y de introducción de especies invasoras por aguas de lastre. De igual forma se identificaron los tipos de embarcaciones que arribaron al puerto, de acuerdo con la naturaleza de su carga. Los formatos en los que no se especificó la naturaleza de carga del buque se denominaron como no reportada *NR*.

Para establecer los puertos donadores de agua de lastre que presentaron un mayor riesgo frente a la introducción de especies al puerto de Cartagena se tuvieron en cuenta las embarcaciones con los mayores arribos, que deslastraron agua al arribar al puerto y que no reportaron la adopción de algún método de gestión del agua de lastre a bordo.

Para garantizar la calidad de los datos se discriminó la información errónea como duplicidad de información, formatos sin

diligenciar y aquellos cuyos volúmenes de agua de lastre en los tanques de la embarcación sobrepasaron la capacidad reportada por el buque, de acuerdo a la información de los formatos A868 (20).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre el 2004 y el 2011 arribaron a este puerto 23543 embarcaciones, evidenciándose una tendencia de aumento del movimiento de buques al puerto, el cual pasó de 1758 arribos en el 2004 a 3726 para el 2011 (Figura 2). Esta cifra también se reflejó en las movilizadas durante este período en la ZPC [15]. Esta tendencia pudo presentarse como respuesta a tratados comerciales de Colombia con otros países como estrategia de libre mercado para el crecimiento económico y social del país [16], incrementando su índice de conectividad de transporte marítimo en un 46 %. En estudios realizados entre el 2004 y 2006 [17] reporta un mayor movimiento de naves a la ZPC respecto a otras como Bahía Portete (La Guajira) y Santa Marta (Magdalena), localizadas también en Caribe colombiano.

Considerando que la naturaleza de la carga y tipo de buque que llegan a un puerto juegan un papel importante en la determinación de los volúmenes de agua de lastre captados y descargados por el buque, se establecieron siete categorías de embarcaciones de acuerdo a la naturaleza de su carga: tanquero, roro (*roll on-roll off*), frigorífico (*reefer*), portacontenedor, carga general, granelero (*bulk carrier*).

Los buques portacontenedor representaron el 47 % (11021 arribos) del total de los arribos seguido de los de carga general (5071 arribos). De acuerdo con [18], Cartagena se encuentra en el puesto 13 dentro de los 24 puertos de la región que movilizan más carga en contenedores y a nivel nacional se presenta como uno de los puertos con mayor movimiento de contenedores [19]. Por otra parte, los portacontenedores descargan en los puertos pequeños volúmenes de agua de lastre y con poca frecuencia [20, 21]; sin embargo, en la presente investigación y debido a la alta frecuencia de arribo que registraron se reflejó en un alto porcentaje de agua deslastrada (46 %) a la bahía de Cartagena. Se evidenció un bajo movimiento de naves tipo *reefer* 5 % (1264 arribos), granelero 4 % (834 arribos) y roro 2 % (530 arribos) (Figura 3).

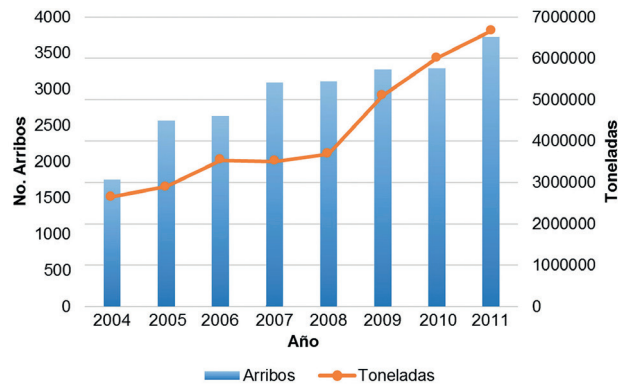


Figura 2. Arribo de embarcaciones y movimiento de carga de tráfico internacional en la Zona Portuaria de Cartagena.

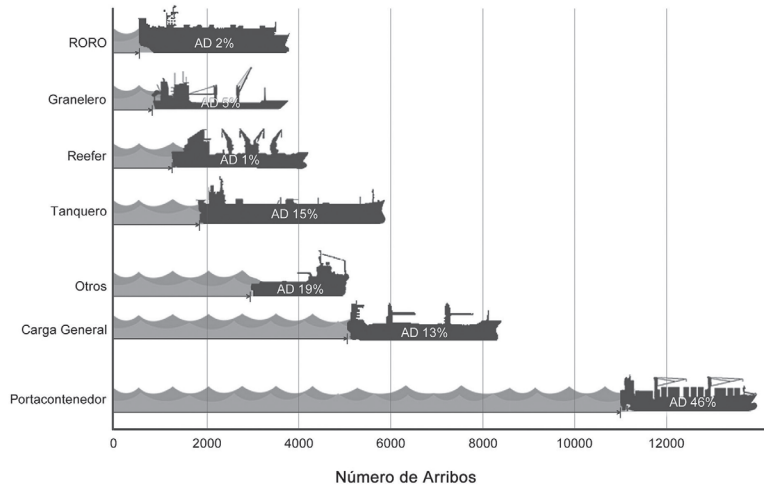


Figura 3. Frecuencia de arribo y porcentaje de agua deslastrada (AD) por tipo de buque.

El aumento en la introducción, transporte y volúmenes de agua de lastre se encuentra relacionada con la creciente demanda del transporte marítimo, evidente en el incremento del mercado para embarcaciones portacontenedores, así como para aquellas que transportan crudo, productos de petróleo y granel (carbón, mineral de hierro y grano) [22]. Sin embargo, la tendencia al aumento de embarcaciones portacontenedores, además de representar mayores beneficios económicos, podría incrementar las rutas y frecuencias de arribo de buques; que sumado a las cargas o descargas parciales en numerosos puertos,

probablemente incrementarían la composición de especies en sus tanques de lastre y en efecto resultar en el aumento del riesgo de introducción de especies [23]. A su vez, la acentuada eutrofización de las aguas que experimentan la mayor parte de las zonas costeras del mundo hace que sea más probable la transferencia de especies a través de las fronteras oceánicas [24].

El volumen del agua deslastrada y su origen son factores determinantes en el análisis de introducción de especies por agua de lastre [3]. Entre 2004 y 2011 arribaron al puerto de Cartagena buques de 99 países que se estima

deslastraron 188 214 219.8 m³ de agua, procedentes principalmente de puertos localizados en Estados Unidos, Panamá, Venezuela y República

Dominicana e incluso Colombia (Figura 4, Tabla I) y que, asimismo, reportan las mayores frecuencias de origen de buques que arribaron al puerto.

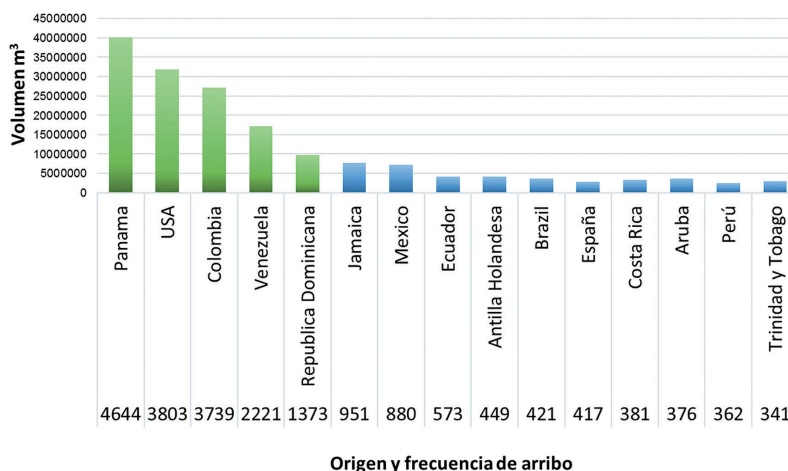


Figura 4. Volumen global de agua descargada por origen.

OMI ha desarrollado regulaciones como el intercambio de agua de lastre en mar abierto, medida considerada voluntaria para reducir el riesgo de introducción de especies [25, 26]; sin embargo, la eficacia de esta acción puede variar dependiendo del tipo de buque, duración del viaje, método de intercambio y composición de especies en los tanques [27]. Así, en el lastre que no se logra cambiar en mar abierto (lastre residual) pueden permanecer especies tolerantes al cambio de condiciones ambientales [24, 28]. Durante la investigación se evidenció la adopción

de esta medida por algunos de los buques que arribaron al puerto, observándose para orígenes de agua de lastre con mayor frecuencia como Panamá que el 72 % del agua deslastrada no experimentó intercambio en mar abierto, seguido por Colombia (65 %). En el caso del agua de lastre sin recambio precedente de USA, Venezuela y República Dominicana el porcentaje fue del 34, 25 y 14 %, respectivamente (Figura 5); considerándose como orígenes potenciales de riesgo de introducción de organismos exógenos a la bahía.

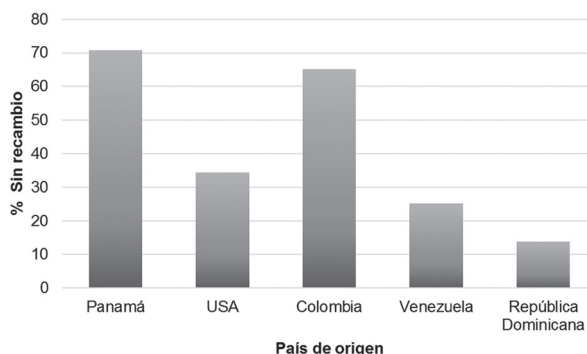


Figura 5. Porcentaje de agua descargada sin realizar recambio en mar abierto.

Tabla I. Principales puertos de origen de buques que deslastraron agua al puerto de Cartagena entre el período de 2004 al 2011.

PUERTO DONADOR	AÑO								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Total
Manzanillo (PA)	191	317	263	267	304	438	499	497	2776
Cristóbal (PA)	70	74	111	124	123	164	175	170	1011
Colon (PA)	18	16	20	44	41	50	76	124	389
Balboa (PA)	15	11	21	23	30	33	29	40	202
Houston (US)	111	171	145	184	183	182	141	138	1255
Port Envergadles (US)	57	52	46	58	77	125	96	101	612
Corpus Christhi (US)	12	45	52	35	39	26	25	43	277
Miami (US)	7	5	58	45	43	47	51	20	276
Savannah (US)	2	1	29	39	24	43	57	56	251
Barranquilla (CO)	214	239	294	350	275	251	293	291	2207
Santa Marta (CO)	90	91	48	100	93	58	84	132	696
Puerto Cabello (VE)	145	201	181	239	228	127	122	144	1387
La Guaira (VE)	17	30	49	32	49	40	12	32	261
Río Haina (DO)	77	114	99	151	176	79	81	56	833
Caicedo (DO)	0	0	0	0	57	99	78	78	312

Nota: (PA) República de Panamá, (US) Estados Unidos, (CO) República de Colombia, (VE) República Bolivariana de Venezuela, (DO) República Dominicana.

Si bien cuatro de estos países hacen parte del Gran Caribe, estudios de regionalización a partir de productos espectrorradiométricos satelitales dejan ver la heterogeneidad fitoplanctónica (uno de los grupos de organismos que por su tamaño son transportados a través del agua de lastre) que permite identificar dentro del Gran Caribe quince regiones biogeográficas con características propias [29], pudiendo representar diferencias estructurales en las comunidades planctónicas de estas biorregiones. De acuerdo al estudio de [29], el Caribe colombiano hace parte de cinco biorregiones, por lo que incluso entre puertos donadores y puertos receptores de un mismo país podría existir la posibilidad de introducción de especies y más aún, si en alguna de éstas se ha reportado la presencia de especies invasoras. Sin embargo, se requiere de estudios que consideren a detalle las especies presentes en cada biorregión y las características ambientales que permitan establecer el grado de riesgo entre éstas.

Se identificó que algunos buques, principalmente con destino a Estados Unidos,

Panamá, Costa Rica, México y Venezuela, e incluso destinos nacionales, reportaron toma de agua de la bahía de Cartagena. El Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH) ha verificado a través de los estudios y monitoreos ambientales realizados en la Bahía, características particulares como niveles de estratificación marcados en la columna de agua, aportes por fuentes fluviales y canales de vertimiento de aguas residuales que incrementan el riesgo de microorganismos patógenos en el agua, influyendo notablemente en sus condiciones ambientales, como la concentración de coliformes totales, que, según [17], superan los límites permitidos para aguas marinas de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Si bien Colombia ha avanzado en el tema y a la fecha cuenta con un marco normativo para la verificación de la gestión de agua de lastre y sedimentos a bordo de naves y artefactos navales, ante la prioridad de este tipo de contaminación generada por actividades marítimas es necesario continuar desarrollando estrategias para afrontar el problema de las bioinvasiones marinas

ocasionadas por el agua de lastre en los puertos colombianos, y fortalecer la legislación nacional tendiente a prevenir, controlar y minimizar el riesgo de introducción de especies, que garanticen la protección y conservación de los ecosistemas y recursos marinos.

LITERATURA CITADA

- [1] United Nations Conference on Trade and Development –UNCTAD. Review of Maritime Transport. United Nations Publication. Sales No. E.08.II.D.26. ISBN 978-92-1-112758-4. ISSN 0566-7682. New York and Geneva, 2008.
- [2] HELCOM. Guide to Alien Species and Ballast Water Management in the Baltic Sea. 40 pp. ISBN 978-952-67205-7-9, 2014.
- [3] McGee, S., Piorkowski, R. & Ruiz; G.M. Analysis of recent vessel arrivals and ballast water discharge in Alaska: Toward assessing ship-mediated invasion risk. Marine Pollution Bulletin 52: 1634-1645, 2006.
- [4] Tuchkovenko, Y., Lonin, S. y Calero L. "Modelo de eutroficación de la Bahía de Cartagena y su aplicación práctica". Bol. Cient. CIOH 2002, 20: 28-44, Cartagena de Indias, Colombia.
- [5] Vilorio, J. Ciudades Portuarias del Caribe Colombiano: propuesta para competir en una economía globalizada. Documentos de trabajo sobre economía regional: No. 80. Banco de la República-Sucursal Cartagena. 58 pp., 2006.
- [6] Montoya, D. y Gómez, J. Competitividad e Infraestructura Portuaria de la Costa Atlántica (Puerto de Cartagena–Puerto de Barranquilla) frente al Puerto de Miami. Universidad del Rosario. Facultad de Administración. Bogotá, 151 pp. 2011.
- [7] Garay, J. Estudio de la contaminación por plaguicidas, hidrocarburos y eutroficación en lagunas costeras del Caribe Colombiano: Fase I y II. Bahía de Cartagena, 1996-1997. Fondo para el medio ambiente mundial programa de naciones unidad para el desarrollo (PNUD), Oficina de Servicio de Proyectos de Naciones Unidas (UNOPS), CIOH-Dimar 133 p + anexos. 1997.
- [8] Andrade, C.A., Arias, F.A. y Thomas, Y.F. Nota sobre la turbidez, circulación y erosión en la región de Cartagena (Colombia). Bol. Cient. CIOH 1988, 8:71-82. En: Díaz, J.M. y Gómez, D.I. Cambios Históricos en la Distribución y Abundancia de Praderas de Pastos Marinos en la Bahía de Cartagena y Áreas aledañas (Colombia). Bol. Invest. Mar. Cost. 2003, 32 57-74 ISSN 0122-9761, Santa Marta, Colombia.
- [9] Pagiardini, J.M., Gómez, H., Gutiérrez, S., Zapata, A., Jurado, J., Garay, G. y Vernet, G. Síntesis del Proyecto Bahía de Cartagena. Bol. Cient. CIOH 1982, 4: 49-110.
- [10] CARDIQUE-CIOH. Caracterización y Diagnóstico Integral de la Zona Costera desde Galerazamba hasta la Bahía de Barboas y censo franja litoral Caribe. Tomo II, Cartagena de Indias. 1998.
- [11] Restrepo, J.C., Franco, D., Escobar, J., Correa, I.D., Otero, L. y Gutiérrez, J. Bahía de Cartagena (Colombia): distribución de sedimentos superficiales y ambientes sedimentarios. Lat. Am. J. Aquat. Res., 41(1): 99-112, 2013.
- [12] Díaz, J.M., Barrios, L.M. y Gómez-López, D.I. (Eds.). Praderas de pastos marinos en Colombia: Estructura y distribución de un ecosistema estratégico. Invemar, Serie Publicaciones Especiales No. 10. Santa Marta, 160 Pp. 2003.
- [13] Orjuela, A., Villamil, C., Perdomo, L., López, A. y Sierra, P. Estado del conocimiento de los Manglares. Pp. 89-108. 2009. En: INVEMAR. Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: año 2008. Series de Publicaciones Periódicas No. 8. 244 pp.Santa Marta. 2009.
- [14] Parques Nacionales Naturales de Colombia, PNNC. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Dirección electrónica [<http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/>]. Fecha de consulta: 2013.
- [15] Superintendencia de Industria y Comercio. [Internet]. Estudios Económicos. [Citado 07 07 2015] Disponible en: <http://cisne.puertocartagena.com/>.

- [16] Sociedad Portuaria Regional de Cartagena. [Internet]. Revista Pórtico. El Puerto de Cartagena. [Citado 07 07 2015] Disponible en: <http://www.sic.gov.co>.
- [17] Cañón-Páez, M.L., López, M.R. y Arregocés, L.J. Informe de Valoración Rápida. Componente Técnico para la Gestión de Agua de Lastre en Colombia. Dirección General Marítima. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe. 115 Pp. 2010.
- [18] Sánchez, R. Puertos y transporte marítimo en América Latina y el Caribe: un análisis de su desempeño reciente. Comisión Económica para América Latina y el Caribe- CEPAL Serie Recursos Naturales e Infraestructura, N° 82, Santiago. 2004.
- [19] Secretaría General-Comunidad Andina. 2012. [Internet]. Documento estadístico. Tráfico de contenedores en los principales puertos de la Comunidad Andina. [Citado 07 09 2015] Disponible en: <http://estadisticas.comunidadandina.org/>
- [20] Verling, E., Ruiz, G., Smith, D., Galil, B., Miller, W. & Murphy, K. Supply-side invasion ecology: characterizing propagule pressure in coastal ecosystems. *Proc. R. Soc. B* 272, 1249–1257 doi:10.1098/rspb.2005.3090. 2005.
- [21] Davidson, I.C., Brown, C.W., Sytsma, M.D. & Ruiz, G.M. The role of containerships as transfer mechanisms of marine biofouling species. *Biofouling* 25 (7), 645–655. doi:10.1080/08927010903046268. 2009.
- [22] Dirección General Marítima DIMAR- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe -CIOH. Dossier para el control y la gestión del Agua de Lastre y sedimentos de buques en Colombia. Ed. DIMAR, Serie Publicaciones Especiales CIOH Vol. 3. ISBN: 978-958-99076-2-7 116 pp. Cartagena de Indias, Colombia. 2009.
- [23] GEF-IMO-GLOBALLAST PARTNERSHIP AND IOI. Guidelines for National Ballast Water Status Assessment. *Globallast Monographs No. 17*. 35 pp. 2009.
- [24] Zhang, F. & Dickman, M. Mid-ocean exchange of container vessel ballast water. 1: seasonal factors affecting the transport of harmful diatoms and dinoflagellates. *Mar Ecol Prog Ser* 176: 243–252. 1999.
- [25] Drake, L.A., Ruiz, G.M., Galil, B.S., Mullady, T.L., Friedmann, D.O. & Dobbs, F.C. Microbial ecology of ballast water during a transoceanic voyage and the effects of open ocean exchange. *Marine Ecology Progress Series* 233: 13-20. 2002.
- [26] Taylor, A., Rigby, G., Gollasch, S., Voigt, M., Hallegraeff, G., McCollin, T. & Jelmer, A. Preventive treatment and control techniques for ballast water. In *Invasive Aquatic Species of Europe: Distribution, Impacts, and Management*, pp. 484–507. 2002. En: DiBACCO, C., Humphreys, D., Nasmith, L. y C. Levings. Ballast water transport of non-indigenous zooplankton to Canadian ports. *ICES Journal of Marine Science*, 69(3), 483–491. 2012.
- [27] DiBACCO, C., Humphreys, D., Nasmith, L. & Levings, C. Ballast water transport of non-indigenous zooplankton to Canadian ports. *ICES Journal of Marine Science*, 69(3), 483–491. 2012.
- [28] Locke, A., Reid, D.M., van Leeuwen, H.C., Sprules, W.G. & Carlton, J.T. Ballast water exchange as a means of controlling dispersal of freshwater organisms by ships. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50: 2086–2093. 1993.
- [29] Cañón-Páez, M.L. Regionalización dinámica del Gran Caribe con base en productos espectralradiométricos satelitales. Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla". Facultad de Oceanografía Física. 84 pp. 2010. Cartagena, Colombia.