

GUÍA DE LAS ESPECIES INTRODUCIDAS MARINAS Y COSTERAS DE COLOMBIA



Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

República de Colombia

Libertad y Orden



COLOMBIA
50% MAR

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
"José Benito Vives De Andía" INVEMAR
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible



PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA

Juan Manuel Santos Calderón

MINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Frank Pearl

VICEMINISTRA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Adriana Soto Carreño

DIRECCIÓN DE ASUNTOS MARINOS, COSTEROS Y RECURSOS ACUÁTICOS

Xiomara L. Sandlemente M. - Directora (E)

Andrea Ramírez

Amparo Ramos

Juan Pablo Caldas

Vladimir Puentes

COORDINACIÓN EDITORIAL

Adriana Gracia C., Johanna Medellín-Mora, Diego L. Gil-Agudelo, Vladimir Puentes G.

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Grupo de Comunicaciones

José Roberto Arango R., Wilson Garzón M.

CORRECCIÓN DE ESTILO Y PRUEBAS

María Emilia Botero Arias



DIRECTOR GENERAL

Francisco Armando Arias Isaza

SUBDIRECTOR DE COORDINACIÓN DE INVESTIGACIONES

Jesús Antonio Garay Tinoco

SUBDIRECTOR DE RECURSOS Y APOYO A LA INVESTIGACIÓN

Carlos Augusto Pinilla González

COORDINADOR PROGRAMA DE BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMAS MARINOS

David Alejandro Alonso Carvajal

COORDINADORA PROGRAMA GEOCIENCIAS

Georgina Guzmán Ospitia

COORDINADOR PROGRAMA VALORACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS MARINOS

Mario Enrique Rueda Hernández

COORDINADORA PROGRAMA CALIDAD AMBIENTAL MARINA

Luisa Fernanda Espinosa Díaz

COORDINADORA PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN PARA LA GESTIÓN EN ZONAS COSTERAS

Paula Cristina Sierra Correa

COORDINADOR PROGRAMA DE SERVICIOS CIENTÍFICOS

Oscar David Solano Plazas

Catalogación en la fuente

Cítese como:

Toda la obra como: Gracia, A., Medellín-Mora, J., Gil-Agudelo, D.L. y V. Puentes (eds.). 2011. Guía de las especies introducidas marinas y costeras de Colombia. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 23. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia. 136 p.

1. Introducción de especies
2. Especies exóticas
3. Especies alóctonas
4. Especies xenobióticas
5. Control ambiental
6. Investigación ambiental

Cada capítulo: (Autor). 2011. (Título del capítulo). (rango de páginas p.) En: Gracia, A., Medellín-Mora, J., Gil-Agudelo, D.L. y V. Puentes (eds.). Guía de las especies introducidas marinas y costeras de Colombia. INVEMAR. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 136 p.

Cada ficha de especie: (Autor). 2011. (nombre de la especie). En: Gracia, A., Medellín-Mora, J., Gil-Agudelo, D.L. y V. Puentes (eds.). Guía de las especies introducidas marinas y costeras de Colombia. INVEMAR. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

136 p.

ISBN: 978-958-8491-52-3

- © Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés" INVEMAR
- © Ministerio de Ambiente, y Desarrollo Sostenible, Colombia.
- © Adriana Gracia C., Johanna Medellín-Mora, Diego L. Gil-Agudelo y Vladimir Puentes G.

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción de este documento para fines comerciales.

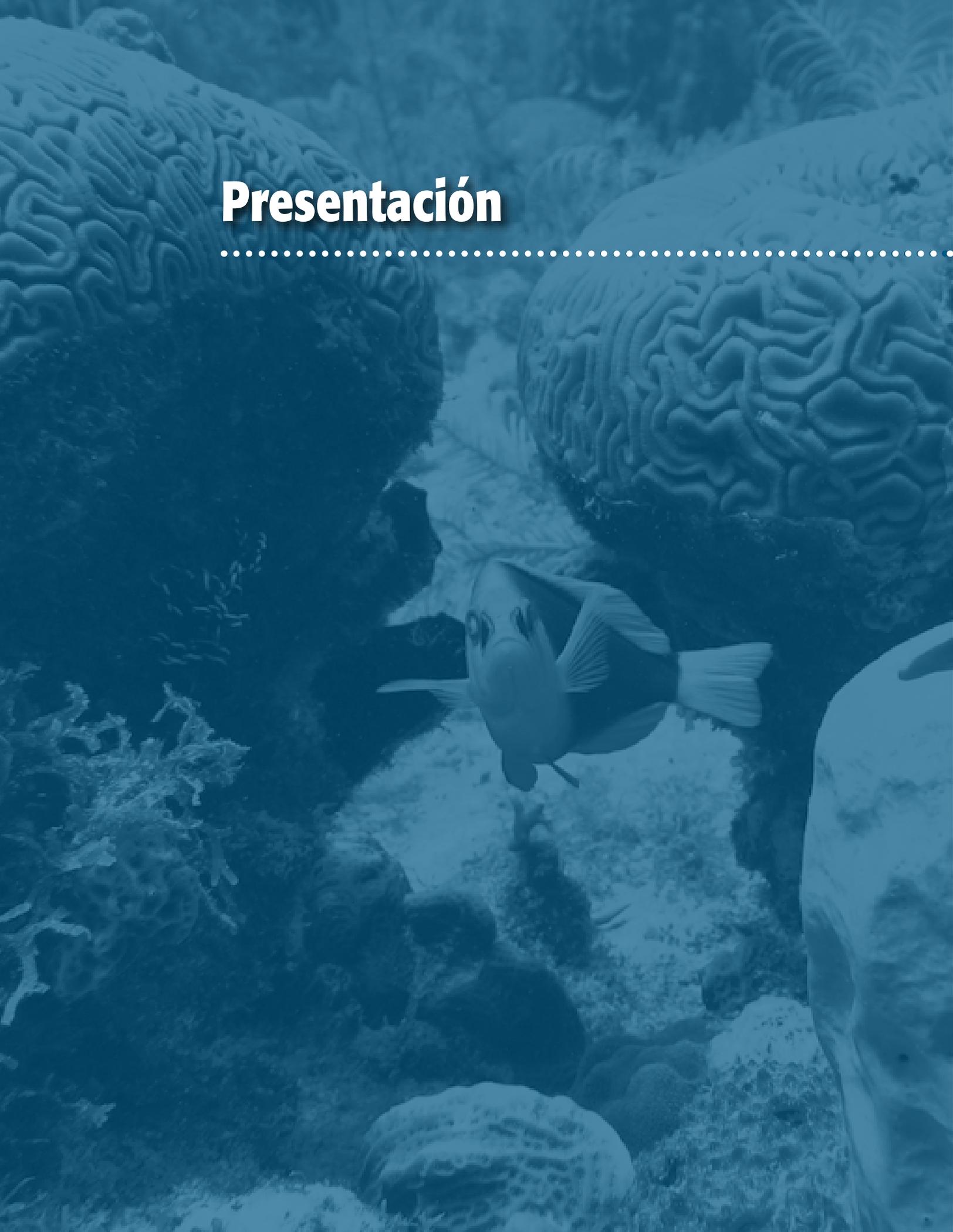
- Foto portada: *Pterois volitans*. (J. González Orozco - foto de fondo y A. Abril Howard, Coralina - foto recuadro).

Contenido

.....

Presentación	4
Resumen	6
Abstract	7
Generalidades	8
El impacto de las especies exóticas sobre la biodiversidad y la respuesta internacional	14
Impactos socio-económicos de las especies no nativas en ambientes costeros	20
El problema del agua de lastre de los buques: Dimensión e impacto	28
Competencias institucionales en introducción, trasplante y repoblación con fauna y flora silvestre. Organismos vivos modificados y microorganismos	36
Fichas de especies introducidas	42
Listado preliminar de especies criptogénicas	84
Caso de estudio 1:	93
Introducción del alga roja <i>Kappaphycus alvarezii</i> (Doty) en Colombia y experiencias de cultivo en la península de La Guajira, Caribe colombiano	
Caso de estudio 2:	102
La tilapia del nilo <i>Oreochromis niloticus</i> (Pisces: Cichlidae) en Ciénaga Grande de Santa Marta y complejo de Pajarales	
Caso de estudio 3:	116
<i>Alitta succinea</i> Frey y Leuckart 1847 (Nereididae: Polychaeta), una especie invasora en el Pacífico colombiano	
Caso de estudio 4:	123
El pez león (<i>Pterois volitans</i>) en el Caribe colombiano	
Glosario	132
Autores	134
Agradecimientos	135

Presentación



Francisco Armando Arias Isaza
Director General INVEMAR



n los últimos años se ha podido evidenciar cómo ha aumentado el interés, en lo que se ha considerado una de las causas más importantes para la pérdida de la biodiversidad marina: las invasiones de especies o la introducción de especies exóticas en ambientes no nativos, las cuales se ha documentado que terminan desplazando y/o eliminando a aquellas que ocupaban el nicho original.

Colombia no escapa a esta problemática mundial y dada la creciente demanda de información a escala nacional y aun más regional, este libro pretende entregar una revisión acerca de la presencia, diversidad, distribución, ecología y posibles impactos ecológicos de las especies marinas y estuarinas registradas hasta el momento como introducidas para el país. Se debe tener en cuenta que tal vez el dato real del número de especies se encuentra subestimado, lo que hace urgente para el país fortalecer las capacidades institucionales para la implementación de medidas preventivas y elaborar estudios multidisciplinarios para el conocimiento y prevención de los efectos potenciales y/o nocivos que podrían generar las especies introducidas.

En el marco del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB-1992), Artículo 8 (sobre Conservación *in situ*, numeral h) se hace un llamado a las partes para impedir que se introduzcan, controlen o erradiquen las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats o especies. Esto debido a que, en el marco de este convenio la invasión de especies exóticas está considerada una de las cinco principales amenazas a los ecosistemas marinos y costeros. Es así como a partir de los datos que INVEMAR ha venido recolectando se preparan acciones que ayuden a controlarlas e impedir su introducción y afianzamiento desde las primeras etapas. En estos asuntos, las directrices tienen como fundamento el enfoque de precaución, por ecosistema, los controles fronterizos y las medidas de cuarentena. Uniéndonos a estas pautas, el aporte de información básica será de gran utilidad para su futuro manejo.

Resumen

La introducción de especies marinas en ambientes naturales, ha sido identificada como la segunda amenaza más grande a la biodiversidad, después de la destrucción de hábitats, ya que produce efectos dramáticos sobre la productividad biológica, estructura del hábitat y composición de especies. Debido al constante aumento de las actividades humanas, el tráfico marítimo, aéreo y terrestre, ha aumentado la vulnerabilidad del país a las invasiones biológicas.

La primera evaluación mundial de la amenaza de las especies invasoras marinas lista 329 especies con éstas características, de las cuales son reconocidas como establecidas en la ecorregión Caribe Suroeste 12 no nativas, de las cuales ocho son peligrosas. Problemáticas similares son conocidas en áreas de la región como las Antillas Mayores, Caribe sur, sur del Golfo de México y La Florida.

En Colombia hasta la fecha no se había realizado el inventario de las especies que han sido registradas en el país y las implicaciones de su presencia son pobremente conocidas. Solo sobre cuatro de ellas, *Kappaphycus alvarezii*, *Oreochromis niloticus*, *Alitta succinea* y *Pterois volitans* es conocida información histórica y de alta confiabilidad (ver casos de estudio).

Este libro tiene como objetivo presentar una lista ilustrada preliminar de las especies identificadas y registradas como exóticas sobre los ambientes marino-costeros de Colombia hasta el momento, o de las cuales se tiene alguna evidencia de su presencia, con el fin de aportar información sobre el estado de la biodiversidad marina colombiana, contribuyendo con información de línea base que servirá para la elaboración de planes de contingencia ante posibles amenazas. Así mismo, ofrece una lista de aquellas que pueden ser catalogadas como criptogénicas (ver definiciones). La inclusión de las especies se encuentra respaldada, en la mayoría de los casos, por citas bibliográficas o especímenes depositados en el Museo de Historia Natural Marina de Colombia (integrado al Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina – SIBM). Las 16 especies identificadas hasta la fecha pertenecen a macroorganismos, entre las que se encuentran el alga *Kappaphycus alvarezii*, los corales *Carijoa riisei* y *Tubastraea coccinea*, el poliqueto *Alitta succinea*, los bivalvos *Electroma* sp., *Corbicula fluminea*, *Perna perna* y *Perna viridis*, los crustáceos *Balanus amphitrite*, *Penaeus monodon*, *Charybdis hellerii* y *Rhithropanopeus harrisi* y los peces *Oreochromis niloticus*, *Trichogaster pectoralis*, *Omobranchus punctatus*, así como el recientemente registrado *Pterois volitans*. La mayor parte de estas especies provienen de la región del Indo-Pacífico y del mar Mediterráneo.

Adicionalmente la guía aborda diversas temáticas tales como la problemática que conlleva la introducción de especies exóticas y su impacto en la biodiversidad a escala mundial, los impactos socio-económicos de las especies no nativas en ambientes costeros, incorpora un análisis de los resultados de proyectos realizados en el marco de las aguas de lastre y finalmente ofrece un análisis de las competencias institucionales en materia de introducción, trasplante y repoblación con fauna y flora silvestres.

Abstract

The introduction of marine species to natural environments has been identified as the second greatest threat to biodiversity after habitat destruction. It produces dramatic effects to biological productivity, habitat structure and species composition. The vulnerability of our country to biological invasions has increased due to the boost of human activities, including sea, air and land transportation.

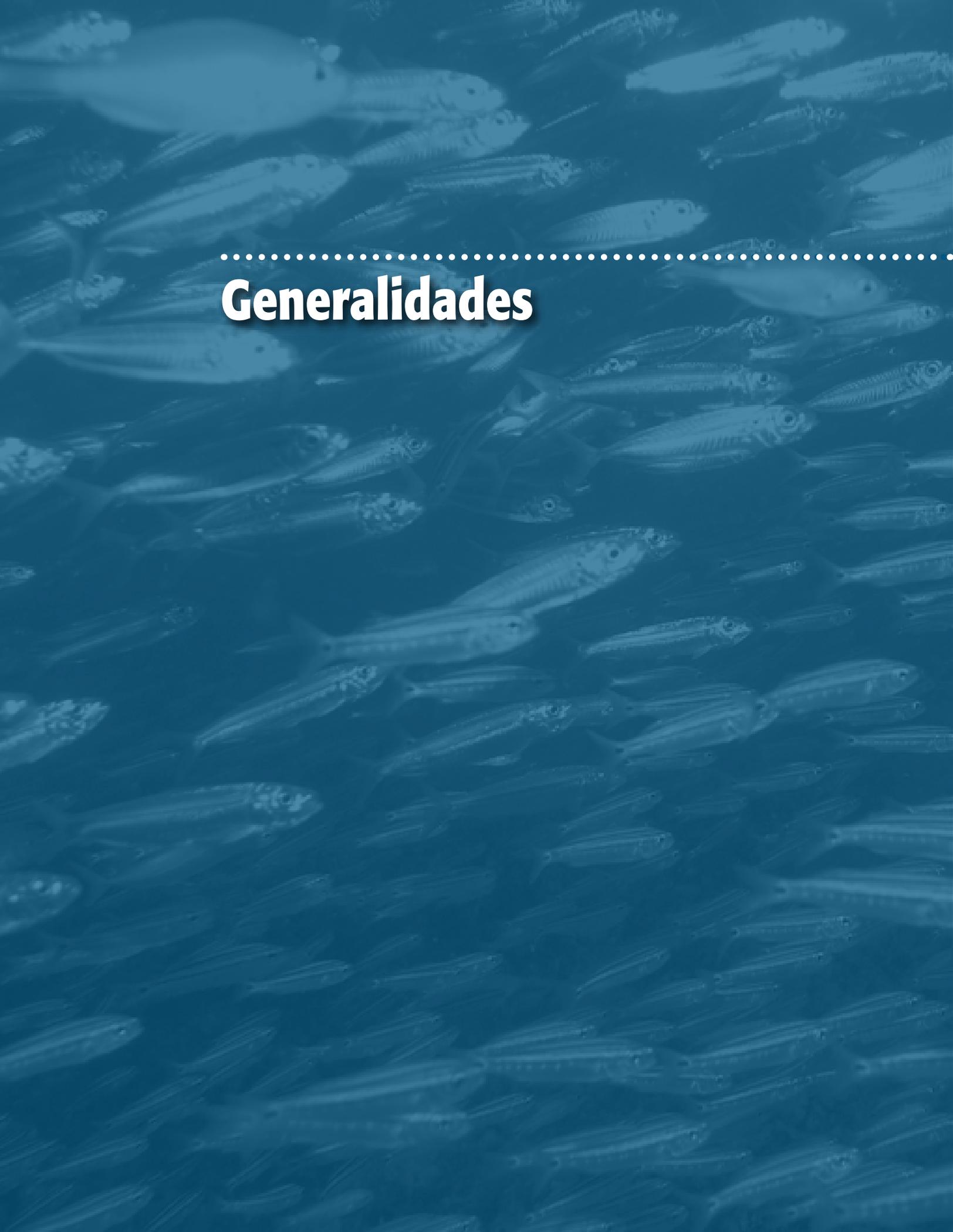
The first global assessment of the threat of marine invasive species recognized 329 species with these characteristics; 12 of them are recognized as established non-native species for the Southwestern Caribbean ecoregion, of which eight are harmful species. Similar problems are known to occur in other areas of the region, such as the Greater Antilles, Southern Caribbean, Southern Gulf of Mexico and Florida.

However, Colombia does not have yet a marine invasive species inventory, and their potential impacts are poorly understood. To date the only reliable information is limited to four cases, *Oreochromis niloticus*, *Kappaphycus alvarezii*, *Alitta succinea* and *Pterois volitans* (see case studies).

Thus, the goal of this book is to present a preliminary illustrated list of alien species identified and recorded in the marine and coastal environments of Colombia, including those species for which some evidence of their presence exist. This book intends to provide the baseline information about the present status of marine biodiversity in Colombia, which will help managers and policy makers to development plans to face these threats. In addition, it provides a list of species that can be classified as cryptogenic (see definitions).

The inclusion of the species is supported in most cases by scientific literature and the study of specimens stored at the Marine Natural History Museum of Colombia (information included in the Marine Biodiversity Information System–SIBM by its acronym in Spanish). The sixteen species identified to date belong to macroorganisms, including the algae *Kappaphycus alvarezii*, the corals *Carijoa riisei* and *Tubastraea coccinea*, the worm *Alitta succinea*, the bivalves *Electroma* sp., *Corbicula fluminea*, *Perna perna* and *Perna viridis*, the crustaceans *Balanus amphitrite*, *Penaeus monodon*, *Charybdis hellerii* and *Rhithropanopeus harrisi* and fishes such as *Oreochromis niloticus*, *Trichogaster pectoralis*, *Omobranchus punctatus* and the recently recorded *Pterois volitans*. Most of these species are originally from the Indo-Pacific region and the Mediterranean Sea.

Additionally, this guide addresses issues associated with the introduction of exotic species and their impact on biodiversity at the global level and the socio-economic impacts of non-native species in coastal environments. It also incorporates an analysis of the results within the framework of the Ballast Water Project and provides an analysis of institutional competence in terms of wildlife introduction and restoration.



.....

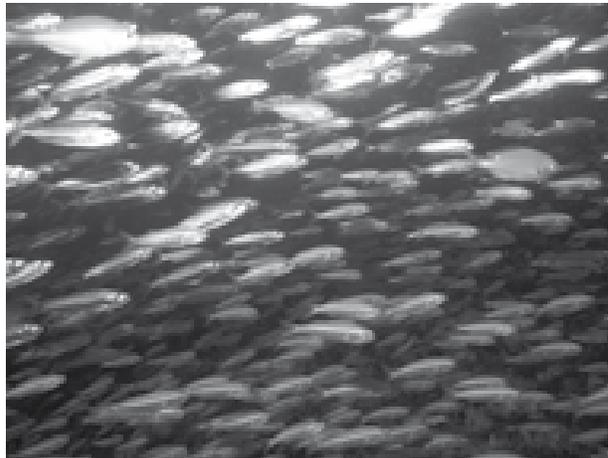
Generalidades

María Adriana Gracia Clavijo
 Johanna Medellín-Mora
 Diego Luis Gil-Agudelo



Qué son las especies exóticas?

El Convenio de Diversidad Biológica (CDB, 1992) define las especies exóticas como aquellas especies, subespecies o taxa inferiores introducidas fuera de su ámbito natural, presente o pasado (incluyendo cualquier parte del organismo como gametos, semillas, huevos o propágulos que pueden sobrevivir y reproducirse); ya sea de manera intencional o accidental. Cuando estas especies se establecen y reproducen forman nuevas poblaciones en el área y se convierten en las llamadas especies establecidas. Estas a su vez pueden convertirse en especies invasoras o plagas al desplazar especies nativas, creando desequilibrios ecológicos, provocando la extinción de especies nativas y alterando la estructura genética de las poblaciones naturales por formar híbridos con las formas nativas (Pascual y Orensanz, 1996). Así mismo pueden actuar como depredadores voraces, monopolizar recursos de energía, superar a las especies endémicas, introducir patógenos y parásitos (DeFelice *et al.*, 2001; Coles y Eldredge, 2002) que finalmente pueden transmitirse a los humanos a través de la cadena alimentaria o por la exposición directa (Coles y Eldredge, 2002).



Se conoce que muchas especies invasoras son prolíficas, de alta movilidad, competitivas y generalistas que pueden prosperar en diferentes ambientes (especialmente aquellos alterados por el hombre) tales como monocultivos, zonas periurbanas, islas oceánicas y otros ecosistemas simples o perturbados con poca competencia (Gollasch y Leppäkoski, 1999; Darrigan y Danborenea, 2006).

Aunque algunas invasiones marinas son el resultado de mecanismos de dispersión natural, las mayores y más importantes contribuciones a la llegada de especies no nativas, son consecuencia de diversas actividades humanas (accidentales o intencionales) que han favorecido su desarrollo (Ruíz *et al.*, 1997; DeFelice *et al.*, 2001). Se ha atribuido la descarga de larvas presentes en aguas de lastre, como la principal causa del aumento en las bioinvasiones (Coles y Eldredge, 2002); sin embargo, existen otros vectores entre los que se encuentran la liberación de especies importadas para acuarios, la acuicultura, la llegada de organismos por incrustaciones en el casco de los buques (fouling) o en otros materiales flotantes (plataformas petroleras, basura, etc.), el tráfico aéreo y terrestre, y diversos fenómenos naturales (p. ej. huracanes) entre otros. No deben descartarse otros factores que causan efectos aditivos, como el hecho de que muchas barreras naturales para la dispersión (como la distancia o las corrientes) hayan sido alteradas o eliminadas, incrementando así la cantidad potencial de especies que pueden invadir una región y el número de regiones donantes desde las cuales puede presentarse una invasión (Ruíz *et al.*, 1997). Por estas razones son consideradas, a nivel global, como una de las mayores amenazas a la biodiversidad con graves consecuencias naturales, sociales y económicas.

La preocupación por las especies exóticas invasoras se ha centrado principalmente en especies terrestres y de aguas continentales, pero en los últimos años los casos de especies marinas transportadas por aguas de lastre han alcanzado especial relevancia debido al incremento del tráfico marítimo mundial.

Impactos a escala mundial: Según el Programa Mundial sobre Especies Invasoras (GISP), algunas de las especies marinas invasoras más buscadas por sus impactos ecológicos, económicos y de salubridad son:

1. **Virus *Vibrio cholerae*:** en Sur América y el Golfo de México su vector de introducción fueron las aguas de lastre. Esta especie provocó una epidemia que se inició en 1991 en tres puertos de Perú y se extendió por Sur América, afectó a más de un millón de personas y dio muerte a más de diez mil.
2. **Cladóforo *Cercopagis pengoi*:** en el Mar Báltico ésta especie zooplanctónica originó graves impactos ecológicos y económicos al competir con los peces por alimento y obstruir redes de pesca y arrastre.
3. **Cangrejo *Eiocheir sinensis*:** en Europa, el Mar Báltico y la costa norte de América esta especie causó impactos económicos, sociales y ecológicos negativos al interferir con las actividades pesqueras, ocasionar erosión al escarbar en los bancos de los ríos y diques, así como provocar la extinción local de especies por usarlas como fuente de alimento.
4. **Ctenóforo *Mnemiopsis leidy*:** en los mares Negro, Báltico y Caspio afectó negativamente las pesquerías con grandes impactos económicos y sociales. Este organismo se alimenta de zooplancton, huevos y larvas de peces, alterando las redes tróficas y la función del ecosistema.
5. **Estrella de mar *Asterias amurensis*:** en Australia ha ocasionado grandes problemas económicos ya que se reproduce rápidamente formando plagas. Se alimenta de especies de importancia comercial como las vieiras, ostras y almejas.
6. **Bivalvo *Dreissena polymorpha*:** en Europa y Norte América es una especie incrustante que cubre prácticamente cualquier superficie dura. Debido a su rápido crecimiento poblacional ha desplazado especies nativas, alterando hábitats, ecosistemas y redes tróficas; también, ha causado severos problemas de bioincrustación sobre los cascos de los barcos, obstruyendo los tubos de toma de agua, esclusas y canales de riego.
7. **Pez *Neogobius melanostomus*:** introducido en el Mar Báltico y Norte América. Esta especie se caracteriza por adaptarse rápidamente tolerando condiciones extremas; produjo impactos negativos al competir por alimento y hábitat con especies nativas de peces incluyendo especies de importancia comercial; se alimenta principalmente de huevos y juveniles, además, se reproduce varias veces al año con un alto grado de dispersión.
8. **Alga *Undaria pinnatifida*:** en Australia, Europa y las costas de Estados Unidos alteró hábitats, ecosistemas y redes tróficas debido a su crecimiento y dispersión desplazando especies de algas nativas.
9. **Cangrejo *Carcinus maenus*:** en el sur de Australia, África y Japón creó impactos negativos al ecosistema rocoso inter-mareal costero al consumir un amplio espectro de especies presa reduciendo sus poblaciones.
10. **Algas tóxicas (p. ej. *Alexandrium minutum* y *Gymnodinium catenatum*):** Numerosas especies de algas han sido introducidas por aguas de lastre, han causado daños a los ecosistemas marinos debido al agotamiento de oxígeno y a la liberación de toxinas; además, pueden afectar la salud humana al contaminar la comida de mar.

En las figuras 1 y 2 se observa como esta problemática afecta de forma generalizada a todos los países del mundo.

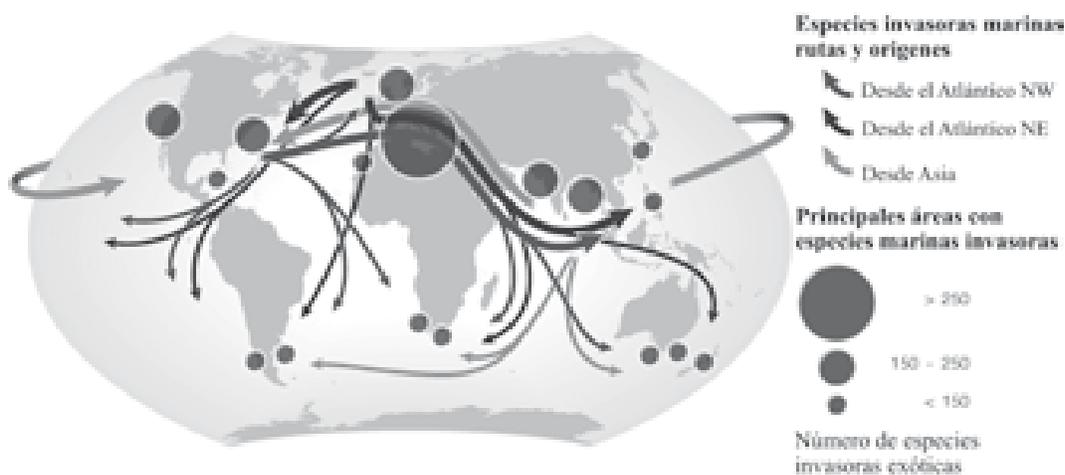


Figura 1. Principales rutas y orígenes de las invasiones o infestaciones de especies exóticas en el medio marino. Estos patrones son paralelos con las principales rutas marítimas (Hugo Ahlenius, UNEP/GRID-Arendal, 2008, En: UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library <http://maps.grida.no/go/graphic/major-pathways-and-origins-of-invasive-species-infestations-in-the-marine-environment>). Versión original en inglés.



Figura 2. Principales áreas con problemáticas de infestaciones de especies invasoras o aparición de especies exóticas en el medio marino. Las áreas afectadas son paralelas a las zonas sometidas a mayor contaminación, pesca intensiva y arrastres de fondo y las principales rutas marítimas. (Hugo Ahlenius, UNEP/GRID-Arendal, 2008, En: UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library <http://maps.grida.no/go/graphic/invasive-species-in-the-marine-environment-problem-regions>). Versión original en inglés.

Qué se sabe en Colombia? Esta es una temática relativamente reciente en nuestro país. El Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), promovió hace algunos años una iniciativa nacional para conformar un grupo de investigadores en el tema de las especies invasoras, con el fin de establecer bases sólidas y unificadas para tratar de prevenir, controlar o mitigar los efectos negativos de estas especies. Esta iniciativa, ha sido mejor documentada para especies terrestres o de agua dulce debido a la escasa información en el ámbito marino.

Posteriormente el IAvH (2005) declaró como especies invasoras a la tilapia *Oreochromis niloticus* y a los moluscos marinos: *Electroma* sp. y *Mytilopsis sallei* (el estatus de esta última especie fue posteriormente

aclarado por ser una especie nativa de América, que se distribuye naturalmente desde el sur de La Florida hasta Venezuela).

El Informe Nacional sobre el Avance en el Conocimiento y la Información de la Biodiversidad 1998-2004 (INACIB, 2006) identificó 50 especies invasoras como las más problemáticas en el país. Cinco de éstas son de fauna y 45 de flora (Calderón, 2003), incluyendo a la tilapia nilótica (de interés en los ecosistemas estuarinos) y sin especies marinas en esta categorización.

Por otra parte, en la Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino (2001) se buscaba aclarar la situación general de las especies exóticas invasoras en los países de Comunidad Andina (CAN), incluyendo un listado tentativo de tales especies y sus probables impactos, las bases legales e institucionales de su gestión, conocimiento y control, con miras de aportar lineamientos para la Estrategia Regional de Biodiversidad del Trópico Andino (ERB). En ésta se listaron 227 especies exóticas, en su mayoría plantas malezas o invasoras (92), insectos plaga (61) y vertebrados (30) (Ojasti, 2001); aunque lo referente a invertebrados, algas y peces marinos no fue documentado.

Es importante resaltar la contribución de Álvarez-León y Gutiérrez-Bonilla (2007), quienes presentaron de forma detallada el estado actual de varias especies marinas y dulceacuícolas que corresponden a seis tremátodos, tres moluscos y 11 crustáceos introducidos en Colombia, así como un trasplante de dos crustáceos y un molusco. Los autores analizan la situación de su distribución, manejo e impactos.

En lo concerniente a microorganismos marinos, Colombia ha hecho parte activa desde el 2002 por medio de la Dirección General Marítima (DIMAR), del Proyecto regional GloBallast en el cual se ha abordado el problema de la introducción de especies vía aguas de lastre.

De lo anterior se tienen los documentos "Dossier para el control y la gestión del agua de lastre y sedimentos de los buques en Colombia", iniciativa desarrollada por el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH), DIMAR, publicado en el 2009 y el "Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia" liderado por el IAVH (Baptiste *et al.*, 2010). Los cuales se constituyen en herramientas claves de trabajo al abordar esta temática.

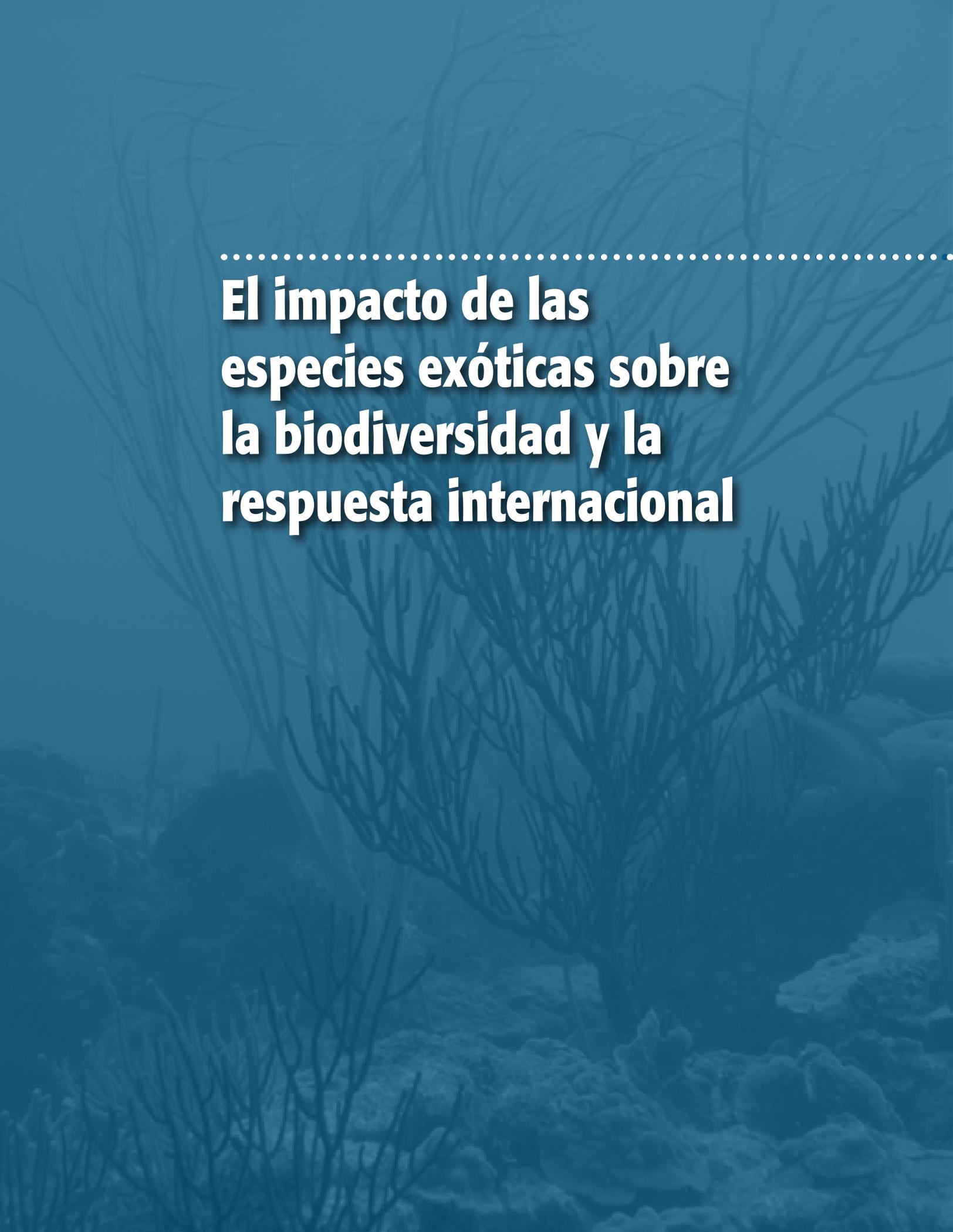
Finalmente, se puede establecer que las especies exóticas que han llegado a los ecosistemas marinos colombianos han sido poco estudiadas o subestimadas. Muchas especies no se han registrado y los datos se centran principalmente en aquellos taxones que son más visibles y de fácil acceso, dejando por fuera aquellas que son menos conspicuas y de las cuales no hay un registro histórico (p. ej. briozoos, ascidias y organismos planctónicos que pueden ser catalogados como criptógenicos, y que requieren de estudios exhaustivos para confirmar su carácter invasor). Sumado a esto se asocia el evidente desconocimiento del estado actual de la fauna marina nativa frente a la no nativa tanto en puertos, muelles, bahías y estuarios, que comprenden los puntos más sensibles para la entrada de dichas especies.

Referencias

- **Álvarez-León, R. y F. de P. Gutiérrez-Bonilla. 2007.** Situación de los invertebrados acuáticos introducidos y transplantados Colombia: antecedentes, efectos y perspectivas. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 31(121): 557-574.
- **Calderón, E. 2003.** Plantas invasoras en Colombia, una visión preliminar. Línea de Especies Focales, programa de Biología de la Conservación. Instituto de Investigación de Recursos Bio-

lógicos Alexander von Humboldt. URL: <http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=3000014> (F. consulta: 30/10/2005).

- **Chaves, M.E. y M. Santamaría (Eds). 2006.** Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 2 Tomos.
- **Coles, S.L. y L.G. Eldredge. 2002.** Nonindigenous species introductions on coral reefs: A need for information. *Pacific Science*, 56(2): 191 - 209.
- **DeFelice, R.C., Eldredge, L.G. y J.T. Carlton. 2001.** Nonindigenous marine invertebrates. En: Eldredge, L.G. y C.M. Smith (Eds). *A Guidebook of Introduced Marine Species in Hawaii*. Bishop Museum Technical Report 21. 60 p.
- **DIMAR-CIOH. 2009.** Dossier para el control y la gestión del agua de lastre y sedimentos de los buques en Colombia. Dirección General Marítima - Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (Ed). DIMAR, serie de Publicaciones Especiales CIOH Vol. 3. Cartagena de Indias, Colombia. 116 p.
- **Gollasch, S. y E. Leppäkoski. 1999.** Risk assessment of marine alien species in Nordic waters. En: Gollasch, S. y E. Leppäkoski (Eds). *Initial risk assessment of marine alien species in Nordic waters*. Nord 1999: 8. Nordic Council of Ministers, Copenhagen. 13-124.
- **IAvH-Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2005.** Especies Invasoras de Colombia. Serie especies colombianas 3. Bogotá, Colombia.
- **Baptiste, M.P., Castaño, N., Cárdenas, D., Gutiérrez, F.P., Gil, D.L., y C.A. Lasso (Eds). 2010.** Análisis de riesgo y propuesta de categorización de las especies introducidas para Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia. 200 p.
- **Ojasti, J. 2001.** Especies exóticas invasoras. Estrategia regional de biodiversidad para los países del Trópico Andino. Convenio de Cooperación Técnica ATN/JF-5887-RG CAN-BID. Venezuela. 63 p.
- **Pascual M.S. y J.M. Orensanz. 1996.** Introducción y trasplantes de especies marinas en el litoral patagónico. *Informes Técnicos del Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica (Puerto Madryn, Argentina)*, 9: 1-16.
- **Ruiz, G.M., Carlton, J.T., Grosholz, E.D. y A. Hines. 1997.** Global Invasions of Marine and Estuarine Habitats by Non-Indigenous Species: Mechanisms, Extent, and Consequences. *Amer. Zool.*, 37: 621-632.

The background of the slide is a monochromatic blue image of an underwater coral reef. The coral structures are intricate and branching, creating a complex pattern against the lighter blue water. The overall tone is serene and naturalistic.

.....

**El impacto de las
especies exóticas sobre
la biodiversidad y la
respuesta internacional**

A

l final del siglo XX, la humanidad ha percibido la necesidad de controlar las introducciones de especies exóticas. En 1982, el Convenio de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) estipuló que los Estados tomarán todas las medidas necesarias para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino causada por la utilización de tecnologías bajo su jurisdicción o control, o la introducción intencional o accidental en un sector determinado del medio marino de especies extrañas o nuevas que pueden causar en él cambios considerables y perjudiciales. El Convenio sobre la Diversidad Biológica (Rio 92) es el primer y único instrumento internacional que ofrece una base amplia sobre las medidas tendientes a proteger todos los elementos de la diversidad biológica de las especies foráneas invasoras. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha elaborado un marco para la



gestión de las especies introducidas intencionalmente por las pesquerías y con fines de acuicultura. Actualmente existen muchas organizaciones internacionales que estudian el tema para conservar la biodiversidad y mantener los medios de subsistencia del ser humano reduciendo al mínimo la propagación y el impacto de las especies exóticas invasoras. Algunos ejemplos son el Programa Mundial sobre Especies Invasoras (GISP), la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) y The Nature Conservancy (TNC).

En ambientes marinos y ribereños, las especies invasoras han sido consideradas como una de las cuatro mayores amenazas a los océanos del mundo. Las otras tres amenazas son: las fuentes terrestres de contaminación marina, la sobreexplotación de recursos marinos vivos y la destrucción de los hábitats marinos. De la misma manera, el Millenium Ecosystem Assessment considera a las especies invasoras como uno de los cinco principales generadores de cambio, en conjunto con la contaminación, la destrucción del hábitat, el cambio climático y la sobre-explotación (com. pers. R. Mendoza-Alfaro). El reciente fenómeno de la globalización, ha causado muchas introducciones de especies exóticas en el ambiente marino-costero de todo planeta. El incremento de la actividad marítima, con numerosos buques, más grandes, con mayor autonomía, más capacidad y más frecuentes, es la más importante causa de introducciones de especies acuáticas perjudiciales, principalmente a través del agua de lastre y los cascos de las embarcaciones. Por este motivo, la Organización Marítima Internacional (OMI), en 2004, adoptó por consenso el Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques. Este Convenio aún no está en vigor, lo que ocurrirá 12 meses después de que haya sido ratificado por 30 Estados miembros de la OMI que representen el 35% del arqueo del transporte mercante mundial. A pesar de no estar en vigor, muchos países han tomado medidas unilaterales basadas en el Convenio y en las directrices de la

Resolución A.868(20) de la OMI con el propósito de restringir la propagación de las especies invasoras a través del agua de lastre y de los sedimentos de los buques.

La OMI, junto con el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) crearon, en el año 2000, el Programa Mundial de Gestión de Agua de Lastre para la Remoción de Obstáculos para la Eficaz Implantación de las Medidas de Control y Gestión del Agua de Lastre en los Países en Desarrollo (Programa GloBallast). Inicialmente, seis países que representaban seis regiones en desarrollo fueron apoyados para la implantación uniforme del Convenio sobre agua de lastre de la OMI. Los seis países fueron Brasil (América del Sur), China (Asia/Pacífico), Irán (Oriente Medio), India (Asia meridional), Ucrania (Europa oriental) y Sudáfrica (África). La segunda fase del Programa (Proyecto de Asociaciones GloBallast) comenzó en el 2007 y tiene el propósito de contribuir al avance del proyecto original en 14 subregiones en desarrollo involucrando 13 países. Las cinco subregiones con alta prioridad son: el Caribe, el Mediterráneo, el Mar Rojo/Golfo de Adén, el Pacífico suroccidental (América del Sur) y la costa occidental de África. Colombia es uno de los asociados principales en dos subregiones: en el Caribe y en el Pacífico suroccidental.

La introducción de especies exóticas en un medio nuevo puede tener consecuencias negativas graves para el medio ambiente, para la economía y para la salud de los seres humanos. Algunos de los impactos negativos de los organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos que se han registrado son la degradación de ríos y lagos, la reducción de las existencias de peces nativos, y enfermedades graves y muerte de seres humanos. De manera general, los impactos pueden ser agrupados en tres categorías: ecológicos, económicos y sanitarios.

El ejemplo más conocido de introducción de una especie invasora es el caso del mejillón cebra, *Dreissena polymorpha*, en América del Norte. Estados Unidos y Canadá fueron fuertemente afectados por este molusco que es originario del Mar Negro. En el inicio de la década de los 80, este mejillón estaba restringido a la región de los Grandes Lagos, pero hoy ha ocupado el 40% de los ríos norteamericanos de norte a sur, en los sectores oriental y occidental de los Estados Unidos. Los densos aglomerados del mejillón cebra desplazan la vida acuática nativa y alteran el ecosistema y la cadena alimentaria. Además, causa graves problemas al incrustarse en las infraestructuras, en los cascos de los buques y en las tuberías de toma de agua. Otra especie de mejillón dulceacuícola, conocido como mejillón dorado, *Limnoperna fortunei*, nativo en China, ha causado los mismos impactos en América del Sur, afectando Brasil, Argentina, Uruguay, Paraguay y Bolivia. Muchas otras especies de mejillones marinos también son organismos invasores en varias regiones del mundo, como el mejillón verde (*Perna viridis*) en Jamaica, Cuba y Venezuela, y el mejillón marrón (*Perna perna*) en los Estados Unidos, México, Venezuela y Brasil.

Otro ejemplo importante de especie invasora es el ctenóforo *Mnemiopsis leidyi*, conocido como medusa en peine que es nativo de la costa atlántica del continente americano. Este animal gelatinoso del plancton marino fue introducido en los mares Negro, Caspio, Azov y Mediterráneo oriental. Su alimento es constituido por otros organismos del zooplancton, tales como los huevos y larvas de peces que son la base de la cadena trófica y consecuentemente, su reducción afecta la cima de la cadena que son los peces de gran valor comercial. Las actividades pesqueras en estas regiones tuvieron repercusiones devastadoras.

Una especie de bacteria, *Vibrio cholerae* tóxico O1 y O139, ha sido introducida en diversas regiones de América del Sur y Golfo de México. En 1991, empezó un brote en Perú que causó la enfermedad y muerte de muchas personas en esta parte del continente.

Algunas especies de algas tóxicas también pueden causar daños a la salud del hombre y de otros seres marinos. Diversas especies de algas microscópicas presentes en el fitoplancton, cuando encuentran condiciones favorables en el mar, se reproducen muy rápidamente, formando las mareas rojas. El consumo humano de

peces y mariscos que se alimentarán de estas algas puede causar intoxicación y hasta la muerte. Los tipos más comunes de algas tóxicas son los dinoflagelados de los géneros *Alexandrium* y *Gymnodinium*.

La ostra japonesa, *Crassostrea gigas*, fue introducida de manera intencional en diversas regiones del mundo. Se trata de la especie que presenta el mayor grado de transferencia del sector de la acuicultura. En muchas áreas, esta especie ha sido observada junto con las poblaciones nativas en los bancos naturales. En Brasil, esta especie es cultivada en el mar, pero está contenida en las estructuras de cultivo, pues solo se reproduce en laboratorio. En otras partes ha causado problemas y ha tenido que ser erradicada del medio natural (p. ej. Australia).

Las especies nativas de las costas rocosas del litoral brasilero han sido afectadas por la presencia de una especie de bivalvo proveniente del Caribe, *Isognomon bicolor*. Las densas masas de este molusco desplazan especies nativas de crustáceos, algas y moluscos. La densidad de la especie invasora, *Perna perna*, el mejillón marrón, se vió reducida y fue desplazado a zonas más profundas. El cangrejo, *Charybdis helleri*, originario del océano Índico, actualmente es observado en el Caribe y en una extensa parte del litoral brasilero. Esta especie, sin valor comercial, provocó el desplazamiento de las especies nativas que tienen gran importancia pesquera. En Australia, varias especies fueron introducidas y la estrella de mar, *Asterias amurensis*, ha causado grandes perjuicios en los cultivos de mariscos.

Antes de las actividades humanas, durante los pasados milenios, los organismos se han dispersado libremente por los océanos del mundo por medios naturales, como corrientes oceánicas, condiciones climáticas y vientos de superficie, adosados a maderos flotantes. Las únicas barreras a su propagación han sido factores naturales, biológicos y ambientales, tales como la temperatura, la salinidad, los continentes y los organismos predadores, competidores y parásitos. Hoy, la humanidad desarrolla diversas actividades que permiten que los organismos crucen las barreras naturales, lo que provoca la introducción tanto intencional como accidental de las especies exóticas.

El agua de lastre es solo una de las diferentes vías de introducción no intencional, quizás la principal. Los cascos de los buques también son considerados una importante vía de introducción de especies foráneas. Las introducciones intencionales están relacionadas con acuicultura, pesquerías o comercio de especies ornamentales de acuarios. La introducción de una especie foránea puede ser imperceptible durante su primera fase, en que pocos individuos se establecen en un área relativamente pequeña. Esta fase estacionaria puede durar décadas, pero en la fase siguiente, ocurre una intensa reproducción y los individuos se propagan por el ambiente, ocupando vastas áreas, pudiendo distribuirse por todo el continente.

El control y gestión de las introducciones de especies exóticas pueden realizarse en cualquier fase del proceso de la invasión, sin embargo los mejores y más baratos resultados son obtenidos con la prevención. Después de la invasión, cuanto más rápida sea la implementación de medidas de gestión, mayores serán las posibilidades de éxito. Es necesario tener un sistema de monitoreo continuo que permita minimizar los costos con las opciones de gestión. Las medidas de gestión son: prevención, detección temprana, respuesta rápida, erradicación, contención, mitigación del impacto y monitoreo.

El área cercana a los puertos es la que tiene mayor probabilidad de ser afectada por una población foránea que pueda llegar a establecerse. Además, también es en esta región donde hay una intensa actividad de lastre y deslastre de los buques. El conocimiento de las características físicas, químicas, geológicas y biológicas, de las actividades económicas y sociales, como de la descripción de los ecosistemas de la región, son fundamentales para la implementación de las medidas de gestión. Esa información es necesaria para la elaboración del plan de gestión del agua de lastre en los puertos. Cada puerto tiene que elaborar su plan de gestión. Este plan permitirá evaluar el riesgo de introducción de especies foráneas basándose en la similitud ambiental entre los puertos de la región donadora y la región receptora. El plan también debe

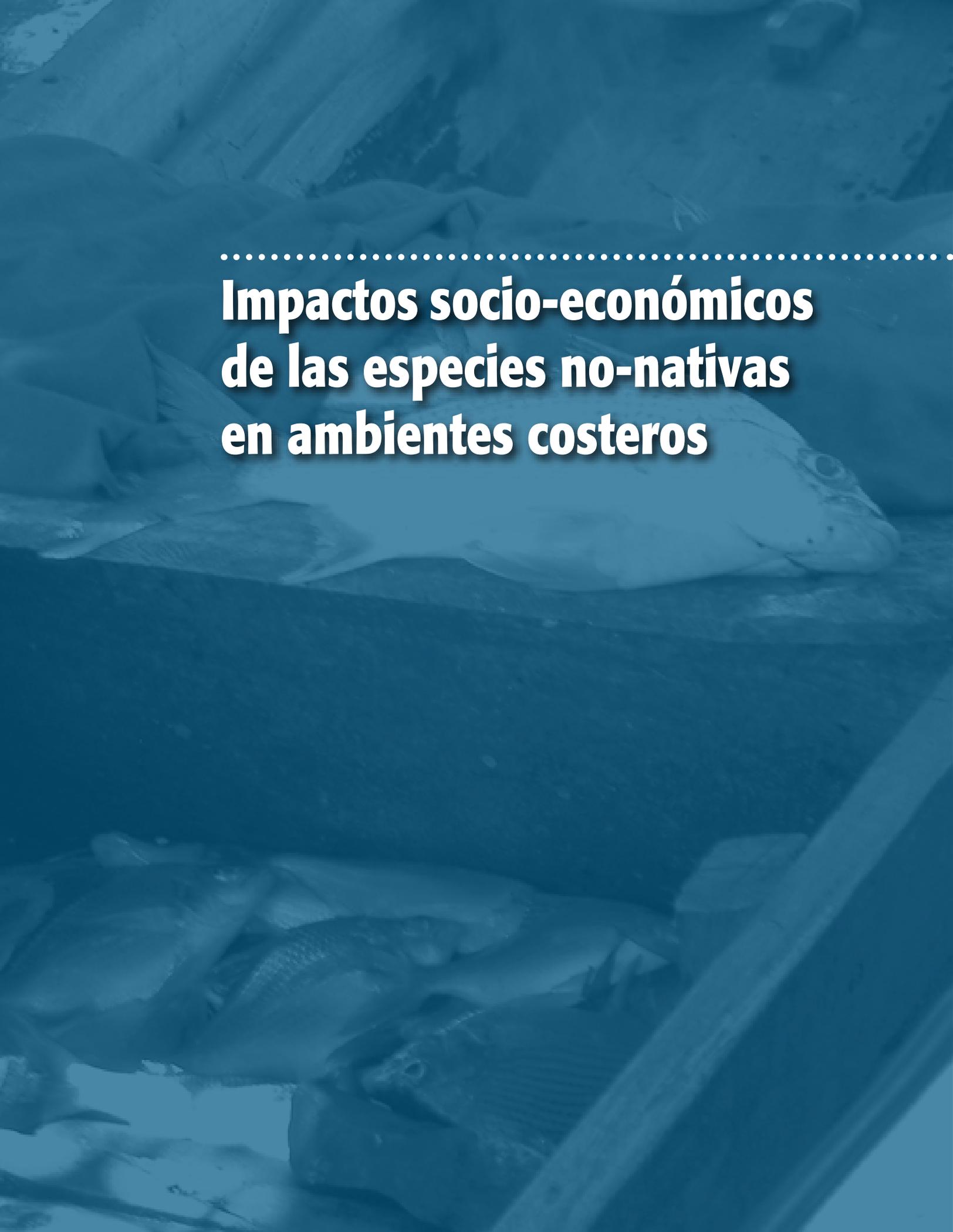
considerar información sobre la presencia de especies con posibilidad de causar daños y que puedan ser transportadas a otras regiones, como por ejemplo, mejillones y brotes de enfermedades o algas tóxicas. Adicionalmente, se debe considerar el análisis de los formularios de agua de lastre de los buques para identificar si el puerto es receptor o donador de agua de lastre y conocer la frecuencia, volumen y origen del agua deslastrada.

Una legislación específica y objetiva con un sistema de fiscalización eficiente, generalmente es suficiente para establecer las medidas de prevención. La importación de especies foráneas para fines comerciales tiene que pasar por un proceso de autorización dada por el gobierno. Los deslastres del agua de lastre por los buques de origen de otros ecosistemas extranjeros o dentro del propio país solo debe ser permitido después de su tratamiento aprobado por la OMI o después de realizar el cambio oceánico de acuerdo con el Convenio sobre Agua de Lastre y la Resolución A.868(20).

El control y la gestión de las especies exóticas invasoras solo pueden ser exitosos si fueren basados en una estrategia nacional con compromiso de todas las organizaciones involucradas, sean del gobierno, la industria, los puertos, las universidades y la comunidad. Los países vecinos también tienen que establecer una cooperación regional para que las medidas de control y gestión sean eficientes.

Referencias

- **Fernandes, F.C. y R.J. Calixto. 2003.** Invading mussels threaten Amazon. *Ballast Water News*, 12: 4-5.
- **Fernandes, F.C. y A.C. Leal Neto. 2006.** Agua de Lastre como vía de introducción de especies a nivel global. En: Darrigran y Damborenea (Eds). *Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano*. Edulp, La Plata. 220 p.
- **GEF-UNDP-IMO GloBallast Partnership. 2008.** Introductory Course on Ballast Water Management.
- **Penchaszadeh, P.E. (Coordinador). 2005.** Invasores: Invertebrados exóticos en El Río de La Plata y Región Marina Aledaña. Buenos Aires: Eudeba, 384 p.
- **Silva, J.S.V. y C.C.L. Souza. (Organizadoras). 2004.** Água de Lastro e Bioinvasão. Rio de Janeiro, Editora Interciência, 224 p.
- **Souza, R.C.L., Fernandes, F.C. y E.P. Silva. 2003.** A study on the occurrence of the brown mussel *Perna perna* on the sambaqui of the Brazilian coast. *Rev. Museu Arqueologia Etnologia*, 13: 3-24.
- **Souza, R.C.L., Silva, E.P. y F.C. Fernandes. 2005.** Sambaqui: Baú de preciosas informações. *Ciência Hoje*, 36: 72-74.



.....

Impactos socio-económicos de las especies no-nativas en ambientes costeros



Por lo menos un 20% de la población mundial vive dentro de la franja de los 25 km al interior de la línea de costa, lo cual obedece a la enorme riqueza que poseen las zonas costeras en términos de recursos naturales y servicios que reditúan algún beneficio económico para la humanidad (Costanza *et al.*, 1997; UNDP/UNEP/WB/WRI, 2000). Sin embargo, esa riqueza también las convierte en áreas vulnerables al impacto humano (Blaber *et al.*, 2000),



incluyendo la introducción de especies no nativas (Ruiz *et al.*, 1997, 1999). Las actividades humanas por medio de las cuales se transportan especies de un lugar a otro fuera de sus rangos naturales pueden dar lugar a invasiones biológicas que eventualmente pueden alterar la estructura y función de los ecosistemas y por ende causar la pérdida de valiosos recursos naturales (Mack *et al.*, 2000; Mooney y Cleland, 2001; Hoffmeister *et al.*, 2005). Por largo tiempo, se creyó que las consecuencias de la introducción de especies eran especialmente dramáticas en ecosistemas terrestres y de agua dulce, mientras que en ecosistemas marinos y costeros eran mínimas. Esta creencia se apoyaba en la hipótesis de que la naturaleza abierta y el gran tamaño de los ecosistemas marinos proveían resiliencia en contra de perturbaciones tales como la polución o las invasiones biológicas (Ruiz *et al.*, 1997). Sin embargo muchos casos de introducciones accidentales de especies en ecosistemas costeros han demostrado que la presencia de especies no nativas puede tener tremendos impactos negativos también en estos ambientes (Carlton, 1989; Ruiz *et al.*, 1997; Grosholz, 2002; Bax *et al.*, 2003). Un ejemplo de esto es el caso del estuario y delta de la bahía de San Francisco en Estados Unidos, donde al menos 200 especies no nativas han establecido poblaciones naturales y alterado las comunidades ecológicas, y por ende, han impactado negativamente las poblaciones humanas que dependen de estos ecosistemas para su sostenimiento (Cohen y Carlton, 1998). La mayoría de las introducciones intencionales en el mundo se han hecho pensando precisamente en aliviar situaciones de pobreza en las poblaciones que ganan su sustento de los ecosistemas afectados. Sin embargo, como lo señalan Moyle *et al.* (1986) y Moyle y Light (1996) lo único que puede asegurarse al introducir una especie no nativa es que no se sabe cuáles serán las consecuencias. Dado que en la mayor parte de los casos conocidos, esta acción bien intencionada ha terminado en perjuicio tanto para los ecosistemas como para las poblaciones humanas, el autor llamó este resultado "el efecto Frankenstein".

Sin embargo, la introducción de especies no nativas, en algunos casos puede también redituar beneficios para la biota nativa (p. ej. a través de interacciones mutualísticas o relaciones de facilitación), o para las poblaciones humanas (Bax *et al.*, 2003; Thiltges *et al.*, 2006; Sax *et al.*, 2007; Vellend *et al.*, 2007). Por

ejemplo algunos de los recursos alimenticios más populares (p. ej. arroz, maíz, papa y varias especies de peces) han sido introducidos en casi todas las regiones del mundo proporcionando alimento e ingresos a diversas poblaciones humanas (Pimentel *et al.*, 2001; Bartley y Casal, 1998). Adicionalmente, el estudio de la introducción de especies permite aprender sobre los procesos de colonización así como sobre la estructura y funcionamiento del ecosistema, entre otros (Brown y Sax, 2004; Sax *et al.*, 2007). De hecho, la categorización de impactos bajo los términos de positivo o negativo depende del punto de vista. Una visión antropocéntrica considerará que cualquier incremento en el bienestar humano originado por la introducción de una especie no nativa es un impacto positivo. Sin embargo, este beneficio puede ser considerado negativo cuando el centro de atención es el efecto sobre la biota nativa del ecosistema. El efecto neto de una especie no nativa debe ser entonces evaluado tomando en consideración todos los beneficios y daños que con certeza puedan ser atribuidos a la especie, así como las escala espacial y temporal de análisis (Bartley y Casal, 1998; Bax *et al.*, 2003; Thielges *et al.*, 2006; Reise *et al.*, 2006). Esta doble naturaleza de los impactos es frecuentemente omitida en los estudios de invasiones biológicas, y en cambio, aparentemente como principio de precaución, se tiende a enfatizar los efectos negativos y/o a adoptar la posición de “culpable hasta demostrar lo contrario” con el fin de evitar los desastres ecológicos y sociales que ya han sido bien documentados en otras regiones. En la mayoría de los casos conocidos, la presencia de especies no nativas en los ecosistemas ha disparado una serie de procesos que han resultado en consecuencias negativas y positivas tanto para la biota como para las poblaciones humanas. Es necesario entonces aprender de estos casos para establecer las medidas de control y/o mitigación más adecuadas.

En las regiones tropicales todavía se conoce muy poco sobre la presencia e impactos de las especies no nativas en ambientes costeros y marinos y mucho menos se conoce sobre sus efectos en las poblaciones humanas. De hecho, en muchos países tropicales uno de los grandes obstáculos para entender el papel de las especies no nativas es que los inventarios de especies nativas aún están incompletos y algunas veces especies criptogénicas pasan desapercibidas siendo consideradas nativas por error (Carlton, 1996; Grosholz, 2002). En el caso de la región Neotropical, la mayoría de los estudios sobre introducción de especies están enfocados en ambientes continentales y es frecuente que solo se infieran impactos de todo tipo con base en los casos presentados en ambientes similares de otras regiones. También es frecuente encontrar estudios que sólo listan las especies no nativas con sus características biológicas y ecológicas sin hacer estudios evaluativos de los impactos según las particularidades de cada sistema (p. ej. Contreras-B. y Escalante-C., 1984; Erdman, 1984; Burger *et al.*, 1992; Olivera *et al.*, 1995; Alvarado y Gutiérrez, 2002). Sólo unas pocas investigaciones han sido publicadas en las cuales se documentan los impactos e interacciones de las especies no nativas con el ecosistema y la población humana en la región pero se han realizado en ambientes de agua dulce (p. ej. Lago Gatún – Panamá, Lago Titicaca – Perú y Lago Nicaragua). Este vacío en el conocimiento de los sistemas costeros y marinos del Neotrópico debe llenarse cuanto antes puesto que el crecimiento del tráfico internacional de embarcaciones y la acuicultura facilitan a su vez el aumento de las introducciones de especies no nativas en la región.

En Colombia, muchas de las especies no nativas presentes en aguas continentales han sido introducidas intencionalmente bien para aumentar la producción pesquera o bien para su uso en acuicultura o en comercio de ornamentales, y muchas de ellas han llegado a otros ecosistemas accidentalmente debido a un manejo inadecuado (Gutiérrez, 2004; Narváez *et al.*, 2005). A pesar de que muchas de ellas, ya se han naturalizado y constituyen parte importante de los recursos pesqueros en varias regiones del país, hay muy pocos estudios publicados en los que se analicen sus impactos en la biota nativa. Varios autores han reportado la presencia de especies no nativas en aguas continentales y han advertido sobre sus impactos potenciales (p. ej. Arenas y Acero, 1992; Díaz y Álvarez, 1998; Álvarez y Salazar, 2001). Gutiérrez (2004)

compila información sobre las rutas de entrada y propósitos de introducción, así como la distribución de las especies no nativas presentes en aguas continentales. En el mismo trabajo, este autor estudió además la biología y pesquería de la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en la cuenca del río Sinú, advirtiendo sobre el gran potencial de esta especie para alterar la biota nativa. Narváez *et al.* (2005) estudiaron la variación morfométrica de las poblaciones de tilapia nilótica en el norte de Colombia, incluyendo el sistema estuarino conocido como Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM). Estos autores describieron tres morfotipos diferentes según los ambientes (agua dulce, estuarino y alcalino), todos originalmente provenientes de estaciones piscícolas de la región. Usando los datos pesqueros de la CGSM, Blanco *et al.* (2007) demostraron la correspondencia entre las variaciones en la abundancia de la tilapia nilótica y la variabilidad del fenómeno ENSO (El Niño Southern Oscillation) descrito por las fluctuaciones en salinidad en el mismo sistema estuarino. Leal-Flórez (2007) realiza el primer estudio enfocado en la determinación de impactos de peces no nativos (tilapia nilótica y gurami piel de culebra *Trichogaster pectoralis*) en un ecosistema costero en el país, la CGSM. La autora sugiere que la variabilidad ambiental del sistema sumada a los hábitos generalistas de las especies no nativas y de la mayoría de las especies nativas han restringido los impactos negativos en la abundancia de las principales especies comerciales. Sin embargo aclara que de continuar la perturbación del ecosistema las restricciones ambientales podrían desaparecer y una vez que encuentren las condiciones adecuadas para su proliferación, especies con alta plasticidad genética y ecológica como la tilapia nilótica podrían impactar negativamente la biota nativa en la CGSM. Adicionalmente, la autora y Blanco *et al.* (2007) sugieren que cualquier medida de mitigación y control debe considerar el impacto positivo que en el sustento de los pescadores produce la proliferación temporal de tilapia nilótica en el sistema CGSM, ya que la intervención antrópica ha diezmando las poblaciones de peces nativos en el sistema y esta especie se constituye en su “tabla de salvación” en los períodos de baja salinidad. Sin embargo, deben realizarse experimentos específicos para estudiar otras interacciones bióticas y la influencia de otras variables ambientales en los impactos potenciales de esta especie. Como puede apreciarse, aún no se conocen en detalle los impactos de las especies no nativas en los sistemas costeros y marinos del país.

En tanto contribuimos con esta obra a llenar algunos de los vacíos existentes, es necesario que ante la escasez de investigaciones específicas en el país, se ponga atención a las señales y características exhibidas por las especies no nativas presentes que ya han causado impactos negativos en otros países. El caso de las tilapias consideradas peces dulceacuícolas pero con alta resistencia a la salinidad, debe ser tratado con especial cuidado puesto que ya se han reportado poblaciones naturalizadas en ambientes costeros con salinidades que varían entre 25 unidades en Misisipí, Estados Unidos, hasta 33 en la laguna costera Lesina al este de Italia (Scordella *et al.*, 2003; Peterson *et al.*, 2004). En ambientes dulceacuícolas como el Lago Victoria en África, la altamente productiva pesquería desarrollada en torno a las especies introducidas como las tilapias y la perca nilótica (*Lates niloticus*), benefició inicialmente sólo a aquellos pescadores que pudieron costear los nuevos aparejos y equipos necesarios para capturarlas. Entre tanto, la pesquería basada en especies nativas, mucho más variada y apreciada por los pobladores, se redujo al mínimo con la desaparición de aproximadamente 200 especies endémicas por predación de la perca y competencia con la tilapia (Ogotu-Ohwayo, 1990; Ogotu-Ohwayo y Hecky, 1991; Kaufman, 1992; Goudswaard *et al.*, 2002). En otras latitudes y épocas, la lamprea (*Petromyzon marinus*) introducida accidentalmente en los grandes lagos norteamericanos, diezmo las poblaciones de salmónidos nativos en la década de los 40 ocasionando grandiosas pérdidas económicas con el colapso de la pesquería (Mills *et al.*, 1994; Cox, 1999; Hall y Mills, 2000). Hoy en día el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), accidentalmente introducido en aguas de lastre a estos lagos, se ha dispersado por todo el este y el oeste de los Estados Unidos y se estima que en el

año 2000 pudo haber ocasionado un costo aproximado de 5 billones de dólares en daños a infraestructura y ecosistemas así como en su control (Pimentel *et al.*, 2001).

Los propósitos más comunes en Colombia para la introducción de especies no nativas son la acuicultura y el comercio de ornamentales (Gutiérrez, 2004). Las estadísticas pesqueras de la FAO (2006) muestran un aumento significativo de la producción de acuicultura durante la última década, pasando de 10.455 ton. en 1990 a 60.072 ton. en 2004. El cultivo de tilapia nilótica por ejemplo, muestra la misma tendencia con una producción de 3.747 ton. en 1995 que incrementaron a 8.860 en 2004, de acuerdo con la misma fuente. El rápido crecimiento de esta actividad, ciertamente implica que esta ruta de introducción en el país no será interrumpida en el futuro cercano. Por el contrario, la utilización de estas especies no nativas representa un beneficio económico para aquellos involucrados en la actividad. Por lo tanto es necesaria la implementación efectiva de las normas que regulan el uso de especies no nativas para acuicultura en el país, así como medidas estrictas de bioseguridad (p. ej. sistemas cerrados con recirculación y control genético de las poblaciones) (com. pers. R. Mendoza-Alfaro). Sin embargo, la prohibición del uso de ciertas especies en la actividad solo debería adoptarse basada en un estudio balanceado que tome en consideración tanto los impactos negativos sobre los ecosistemas como los beneficios para las poblaciones humanas.

Referencias

- **Alvarado, H. y F. Gutiérrez. 2002.** Especies hidrobiológicas continentales introducidas y trasplantadas y su distribución en Colombia. Bogotá: Ministerio de Ambiente de Colombia. 182 p.
- **Álvarez, R. y P. Salazar. 2001.** Nuevos cíclidos (Pises: Cichlidae) introducidos a Colombia. *Dahlia*, 4: 55-60.
- **Arenas, P. y A. Acero. 1992.** Presencia del gourami piel de culebra *Trichogaster pectoralis* (Regan, 1910) (Perciformes: Belontiidae), en la región de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. Memorias del VIII Seminario Nacional de las Ciencias y las Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar. Santa Marta, Octubre 26-30, 1992: 491-500.
- **Bartley, D. y C.V. Casal. 1998.** Impacts of introductions on the conservation and sustainable use of aquatic biodiversity. *FAO Aquacult. Newsl.*, 20: 15-19.
- **Bax, N., Williamson, A., Agüero, M., González, E. y W. Geeves. 2003.** Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Mar. Policy*, 27: 313-323.
- **Blaber, S.J.M., Cyrus, D.P., Albaret, J.J., Ving Ching, C., Day, J.W. Elliot, M., Fonseca, M.S., Hoss, D.E., Orensanz, J., Potter, I. C. y W. Silvert. 2000.** Effects of fishing on the structure and functioning of estuarine and nearshore ecosystems. *ICES J. Mar. Sci.*, 57: 590-602.
- **Blanco, J., Narváez, J.C. y E. Viloria. 2007.** ENSO and the rise and fall of a tilapia fishery in northern Colombia. *Fish. Res.*, 88(1-3): 100-108.
- **Brown, J.H. y D.F. Sax. 2004.** An essay on some topics concerning invasive species. *Aust. Ecol.*, 29 (5): 530-536.

- **Burger, J., Cooper, K., Gochfeld, D.J., Saliva, J.E., Safina, C., Lipski, D. y M. Gochfeld. 1992.** Dominance of *Tilapia mossambica*, an introduced fish species in three Puerto Rican estuaries. *Estuaries*, 15(2): 239-245.
- **Carlton, J.T. 1989.** Man's role in changing the face of the ocean: biological invasions and implications for conservation of near-shore environments. *Conserv. Biol.*, 3(3): 265-273.
- **Carlton, J.T. 1996.** Biological invasions and cryptogenic species. *Ecology*, 77(6): 1653-1655.
- **Cohen, A.N. y J.T. Carlton. 1998.** Accelerating invasion rate in a highly invaded estuary. *Science*, 279: 555-558.
- **Contreras, B.S. y C.M.A. Escalante. 1984.** Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico. En: Courtenay Jr., W.R. y J.R. Stauffer Jr. (Eds). *Distribution, Biology and Management of Exotic Fishes*. Baltimore: John Hopkins University Press. 102-130.
- **Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. y M. van den Belt. 1997.** The world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253-260.
- **Cox, G.W. 1999.** Northern Temperate Lakes: Chaos along the Food Chain. En: Cox, G. W. (auth). *Alien Species in North America and Hawaii: Impacts on Natural Ecosystems*. Washington: Island Press. 67-82.
- **Díaz, J.A. y R. Álvarez. 1998.** Fish biodiversity conservation in Colombia. En: Harvey, B., Ross, C., Greer, D. y J. Carolsfeld (Eds). *Action before Extinction: An International Conference on Conservation of Fish Genetic Diversity*. Vancouver, Canada, 16-18 February 1998. 215-222.
- **Erdman, D.S. 1984.** Exotic fishes in Puerto Rico. En: Courtenay Jr., W.R. y J.R. Stauffer Jr. (Eds). *Distribution, Biology and Management of Exotic Fishes*. Baltimore: John Hopkins University Press. 162-176.
- **FAO. 2006.** Fishery statistics: Aquaculture production. Vol 98/2. Roma: FAO. 203 p.
- **Goudswaard, P.C., Witte, F. y E.F.B. Katunzi. 2002.** The tilapiine fish stock of Lake Victoria before and after the Nile perch upsurge. *J. Fish Biol.*, 60: 838-856.
- **Grosholz, E.D. 2002.** Ecological and evolutionary consequences of coastal invasions. *Trends Ecol. Evol.*, 17(1): 22-27.
- **Gutiérrez, F. 2004.** Distribución de las especies hidrobiológicas continentales introducidas y/o trasladadas en Colombia. Caso de estudio: biología y ecología de *Oreochromis niloticus* en la cuenca hidrográfica del río Sinú. *Disertación, Universitat de Barcelona*. 318 p.
- **Hall, S.R. y E.L. Mills. 2000.** Exotic species in large lakes of the world. *Aquat. Ecosyst. Health Manag.*, 3: 105-135.
- **Hoffmeister, T.S., Vet, L.E.M., Biere, A., Holsinger, K. y J. Filser. 2005.** Ecological and evolutionary consequences of biological invasion and habitat fragmentation. *Ecosystems*, 8: 657-667.
- **Kaufman, L. 1992.** Catastrophic change in species-rich freshwater ecosystems: The lessons of Lake Victoria. *BioScience*, 42(11): 846-858.

- **Leal-Flórez, J. 2007.** Impacts of non-native fishes on the fish community and the fishery of the Ciénaga Grande de Santa Marta estuary, northern Colombia. Disertación Doctoral. Universidad de Bremen. 133 p.
- **Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Evans, H., Clout, M. y F.A. Bazzaz. 2000.** Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecol. Appl.*, 10(3): 689-710.
- **Mills, E.L., Leach, J.H., Carlton, J.T. y C.L. Secor. 1994.** Exotic species and the integrity of the Great Lakes: Lessons from the past. *BioScience*, 44(10): 666-676.
- **Mooney, H.A. y E.E. Cleland. 2001.** The evolutionary impact of invasive species. *Proc. Natl. Acad. Sci. PNAS* 98(10): 5446-5451.
- **Moyle, P.B., H.W. Li y B. Barton 1987.** The Frankenstein effect: impact of introduced fishes on native fishes of North America. In: *The Role of Fish Culture in Fisheries Management*, R.H. Stroud (Ed.), American Fisheries Society, Bethesda, 415-426 p.
- **Moyle, P.B. y T. Light 1996.** Biological invasions of fresh water: empirical rules and assembly theory. *Biological Conservation*, 78: 149-161.
- **Narváez, J.C., Acero, A. y J. Blanco. 2005.** Variación morfométrica en poblaciones naturalizadas y domesticadas de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae) en el Norte de Colombia. *Rev. Acad. Colombiana Cienc.*, 29(112): 383-394.
- **Ogutu-Ohwayo, R. 1990.** The decline of the native fishes of lakes Victoria and Kyoga (East Africa) and the impact of introduced species, specially the Nile perch, *Lates niloticus*, and the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Environ. Biol. Fish.*, 27: 81-96.
- **Ogutu-Ohwayo, R. y R.E. Hecky. 1991.** Fish introductions in Africa and some of their implications. *Canad. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48: 8-12.
- **Olivera, M.A., Piña, I., Cu, I. y E.A. Chávez. 1995.** The impact of natural invasion and an exotic introduction on the ichthyofauna of Laguna de Terminos, Campeche, Mexico. En: Philipp, D.P., Epifanio, J.M., Marsden, J.E. y J.E. Clausen (Eds). *Protection of Aquatic Biodiversity. Proceedings of the World Fisheries Congress, Theme 3.* Lebanon, U.S.A.: Science Publishers Inc. 279-282.
- **Peterson, M.S., Slack, W.T., Brown-Peterson, N.J. y J.L. McDonald. 2004.** Reproduction in nonnative environments: establishment of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in coastal Mississippi watersheds. *Copeia*, 4: 842-849.
- **Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., Wightman, J., Simmonds, C, O'Connell, C., Wong, E., Russel, L., Zern, J. Aquino, T. y T. Tsomondo. 2001.** Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 84: 1-20.
- **Reise, K., Olenin, S. y D.W. Thieltges. 2006.** Are aliens threatening European aquatic coastal ecosystems? *Helgoland Marine Research*, 60: 77-83.
- **Ruiz, G. M., Carlton, J.T., Grosholz, E.D. y A.H. Hines. 1997.** Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: Mechanisms, extent and consequences. *Amer. Zool.*, 37: 621-632.
- **Ruiz, G.M., Fofonoff, P., Hines, A.H. y E.D. Grosholz. 1999.** Non-indigenous species as stressors in estuarine and marine communities: Assessing invasion impacts and interactions. *Limnol. Oceanogr.*, 44(3): 950-972.

- **Sax, D.F., Stachowicz, J.J., Brown, J.H., Bruno, J.F., Dawson, M.N., Gaines, S.D., Grosberg, R.K., Hastings, A., Holt, R.D., Mayfield, M.M., O'Connor, M.I. y W.R. Rice. 2007.** Ecological and evolutionary insights from species invasions. *Trends Ecol. Evol.*, 22(9): 465-471.
- **Scordella, G., Lumare, F., Conides, A. y C. Papaconstantinou. 2003.** First occurrence of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus niloticus* (Linnaeus, 1758) in Lesina Lagoon (Eastern Italian coast). *Mediterr. Mar. Sci.*, 4(1): 41-47.
- **Thielges, D.W., Strasser, M. y K. Reise. 2006.** How bad are invaders in coastal waters? The case of the American slipper limpet *Crepidula fornicata* in Western Europe. *Biol. Invasions* 8: 1673-1680.
- **UNEP/UNEP/WB/WRI. 2000.** World Resources 2000-2001: People and ecosystems, the fraying web of life. Oxford: Elsevier Science. 389 p.

El problema del agua de lastre de los buques: Dimensión e impacto



Los primeros registros, de 1300 a 1973

La introducción de especies invasoras en nuevos ambientes marinos es un fenómeno de vieja data (McPhee, 2006). Por más de 600 años los sectores de la salud y la industria naviera han reconocido que la dispersión de enfermedades por medio del transporte marítimo internacional es una amenaza a la salud pública. Desde comienzos del siglo XIV las naciones comprendieron que la plaga de epidemias se diseminaba a lo largo de las rutas marítimas comerciales. No obstante, aunque no hubiera ningún entendimiento sobre la teoría de germen en los años 1300, los efectos de la transmisión de enfermedades eran bien conocidos. Los primeros registros indican que desde 1347 los veleros provenientes de Constantinopla y el Mar Negro con destino a Venecia introdujeron en el Viejo continente una devastadora pandemia conocida como la peste bubónica y la peste negra cuyos efectos diezmaron gran parte de la población del continente europeo (Casale, 2002).



De igual forma, archivos históricos indican que el casco de los barcos de madera a vela era a menudo incrustado por organismos marinos. Para el año 1750 un velero de estas características podía transportar alrededor de 120 organismos alojados a lo largo de la estructura del velero y 30 especies más, asociadas con el lastre seco y la cadena del ancla. Estos organismos a menudo eran removidos al arribar a puerto a lo largo del viaje o simplemente dejados en el casco podrido una vez que el barco alcanzaba su destino (Bax *et al.*, 2003). Posteriormente, poco más de un siglo, las naves empezaron a usar casco de acero. Este avance en la navegación implicó que los buques iniciarán a disponer de tanques para almacenar agua como lastre. En consecuencia, desde 1880 el agua sustituyó la carga de materiales sólidos empleados como lastre reduciendo así la inestabilidad del buque durante su viaje (IMO, 1998). Este imprescindible dispositivo para la navegación consiste en el bombeo de agua tomada directamente del puerto de origen para ser almacenada en los tanques de lastre y finalmente descargada en el puerto de destino con el fin de embarcar mercancías según el tipo de buque. Dicho procedimiento permite al navío compensar su capacidad de carga con su estructura original para garantizar la integridad y complejidad de la misma durante su derrotero (Firestone y Corbett, 2005). La figura 1 explica la mecánica de este ciclo.

Sin embargo, este mecanismo necesario para la seguridad de la navegación constituiría uno de los mayores vectores de introducción de especies exóticas. Los primeros hallazgos que sospecharon del transporte naviero

como un vector de introducción de dichas especies marinas fueron publicados por Ostefeld (1908) al “observar una presencia masiva de fitoplancton asiático, *Odontella (Biddulphia) sinensis*, en el mar del Norte en 1903” (Gollasch, 1997; Gollasch, 2007). Este hallazgo motivó a la comunidad de científicos a examinar el bombeo de agua tomada del océano que era destinada para propósitos de limpieza del buque. Las primeras observaciones comprobaron que el plancton marino (organismos microscópicos que habitan dentro de la columna de agua de mar), podían pasar a través del sistema de bombas de agua de lastre de los buques y alojarse en los tanques (Cohen, 1998). A pesar de ello, este método se consideró inocuo, además de que permitía al buque continuar su itinerario sin tener que interrumpir su navegación para practicar una labor de muestreo. No obstante, los científicos de abordaje no se percataron “que en la misma forma que el agua era bombeada para propósitos de limpieza y llenado de los tanques de lastre las especies también podían sobrevivir a la actividad del bombeo” (Gollasch, 1997).

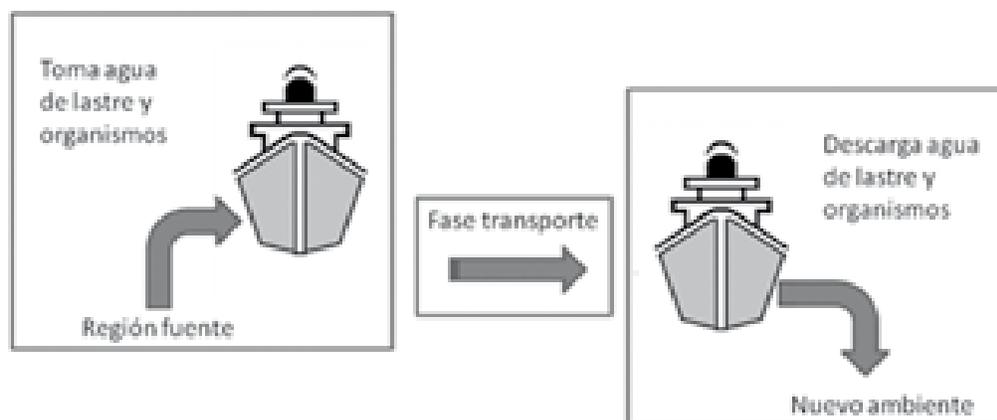


Figura 1. Ciclo de agua de lastre. Sección transversal de los buques mostrando los tanques y el ciclo de agua de lastre.

Solo hasta setenta años después (1973) el problema del agua de lastre fue abordado por la Organización Marítima Internacional (OMI) en desarrollo de Conferencia Diplomática. Específicamente, la Conferencia centró su interés en llamar la atención a los Estados sobre el transporte de agentes patógenos contenidos en el agua de lastre de los buques considerados perjudiciales para la salud pública. Resultado de esta Conferencia fue la adopción de una resolución cuyas directrices afirman entre otras que “el agua de lastre tomada en aguas que puedan contener bacterias de enfermedades epidémicas pueden, cuando sean deslastradas, causar un peligro de propagación de las enfermedades epidémicas a otros países”. Bajo ese marco, la Resolución OMI exhortó a la Organización Mundial de la Salud para “iniciar estudios sobre el problema con base en alguna evidencia y que puedan ser presentadas por gobiernos”. Paralelamente, la comunidad científica atendió el problema mediante el estudio de los primeros muestreos de agua de lastre practicados inicialmente por Medcof (1975). Consecutivamente, un científico alemán, el Profesor H. Rosenthal publicó en 1976 un estudio que revelaba el estado de conocimiento y los riesgos asociados con el traslado de especies no nativas en la industria pesquera y acuicultura ocasionadas por vertimientos de agua de lastre. Respecto a esto, Rosenthal concluyó que las industrias piscícolas situadas cerca a las rutas navieras tenían un alto riesgo de transferencia de especies originadas por este vector de introducción (IMO, 1998). Estos primeros estudios fueron seguidos por Carlton (1985), Hallegraef y Bolch (1991), Locke *et al.* (1991) y Lucas *et al.* (1999).

Contexto y significancia global

Un serio problema ambiental emerge cuando el agua de lastre contiene vida acuática. Ciertamente, miles de especies marinas pueden ser transportadas en el agua de lastre de los buques si se tiene en cuenta que cualquier cuerpo que sea lo suficientemente pequeño puede ser bombeado al interior de los tanques de lastre. En efecto, estos cuerpos pueden incluir bacterias y otros microbios, microalgas, pequeños invertebrados y sus huevos, esporas, semillas, quistes y larvas de varias especies de flora y fauna marinas. Esta amenaza bio-acuática se acrecienta por el solo hecho de que virtualmente todas las especies marinas tienen ciclos de vida que incluyen una o varias etapas planctónicas. Resultado de ello es que al menos 7000 a posiblemente más de 10000 especies de microbios, plantas y animales pueden ser transportados en el agua de lastre a escala global cada día. Evidentemente, cerca del 80% del comercio internacional se realiza por vía marítima y en desarrollo de esta actividad se transfieren aproximadamente de 3 a 5 billones de toneladas de agua de lastre a escala internacional cada año (Raaymakers, 2002).

Bajo estas condiciones, esta cuantificación sugiere identificar los sectores navieros con mayor incidencia en el transporte internacional de agua de lastre. De acuerdo con Endressen (2004), los buques petroleros representan el 37% del agua de lastre transportada anualmente y la carga a granel seca oscila en un 39% (carbón, mineral de hierro, granos y otras materias a granel). El restante 24% incluye carga general, buques portacontenedores, buques Ro-Ro (cargamentos rodados, automóviles, camiones, trenes), buques tanque de químicos y buques tanque de GNL (gas natural licuado). La contribución de éste último grupo puede ser inferior dado que la carga general y buques portacontenedores raramente realizan operaciones de retorno en condiciones de lastre y lo usan primordialmente para mantener equilibrio e inclinación (Endressen *et al.*, 2004).



Como se puede inferir, los mayores porcentajes están representados por la carga a granel seca secundada por el transporte de hidrocarburos. Lo anterior, significa que países cuyas economías se sostienen en la exportación de este tipo de materias son a la vez los mayores importadores de agua de lastre. Ciertamente, la exportación de petróleo, minerales, fosfatos, materias primas y otros gránulos son, en la mayoría de casos, la mayor renta de estos países. Por otra parte, este conjunto de actores depende en gran medida de los litorales como un atractivo turístico y del medio ambiente marino como las principales fuentes de ingresos de las poblaciones costeras. Por consiguiente, los impactos ambientales, económicos, sociales y sanitarios ocasionados por este vector de introducción pueden ser bastante significativos.

De acuerdo con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, los deterioros al medio ambiente marino causados por especies transportadas por aguas de lastre pueden oscilar alrededor de 100 billones de dólares por año (PNUD, 2003). Ello sugiere que en los principales puertos de origen, en donde el agua es tomada, se ejerzan controles para reducir la introducción de especies exóticas por agua de lastre. A pesar de esta noble intención la bio-invasión marina ya es un hecho. Los registros señalan al mejillón cebra europeo (*Dreissena polymorpha*) detectado en la región de los Grandes Lagos de Norteamérica en 1980, el mejillón dorado asiático (*Limnoperna fortunei*) localizado en las aguas interiores de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Este último considerado una amenaza para la cuenca amazónica. El cténophoro *Mnemiopsis leidyi*, en el mar Negro y el mar Caspio y la introducción del alga tóxica dinoflagelada *Alexandrium tamarenis* en muchas áreas alrededor del mundo son algunos de los casos típicamente registrados a escala global. No obstante, se debe notar que la lista de ejemplos puede ser aún más numerosa en la medida que las sospechas de bio-invasión sean confirmadas. Por consiguiente, la preocupación internacional por el problema de la introducción de las especies exóticas se ha traducido en disposiciones y mandatos de diversos foros mundiales y regionales. Particularmente, se debe destacar el Convenio Internacional para el Control y la



Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques, 2004 (BWM-2004). El nuevo Convenio pretende prevenir los efectos potencialmente devastadores originados por la propagación de dichos organismos acuáticos contenidos en el agua de lastre y sedimentos de los buques. Este marco de cooperación global constituye la iniciativa más grande en el desarrollo de la investigación y desarrollo para diseñar sistemas y tecnologías en el tratamiento de agua lastre. Las actividades de esta iniciativa incluyen el Programa Global de Manejo de Aguas de Lastre (GloBallast GEF/UNDP/IMO) dirigido a los países menos desarrollados para expedir reformas legales y políticas que permitan alcanzar los objetivos del Convenio. Específicamente, su actividad se resume en el fortalecimiento institucional de dichos países, la construcción de capacidades y cooperación técnica de programas para proteger a los Estados vulnerables y con creciente riesgo de la bio-invasión acuática. El programa Asociación GloBallast es un proyecto de cinco años de duración con un presupuesto tentativo de diecisiete millones de dólares de los cuales siete millones provienen del Fondo Mundial Ambiental (GEF). Los restantes diez millones lo aportan los países participantes, la Organización Marítima Internacional (OMI) y otros socios incluyendo la industria naviera. Como agencia implementadora figura el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Dado que este programa señala como zonas de alta prioridad a regiones como el Gran Caribe y el Pacífico Sudeste, justificó la intención del gobierno colombiano por constituirse en punto focal y país líder en la región del Pacífico Sudeste y Argentina para llevar a buen término el plan de acción para enfrentar esta amenaza global a los océanos. En este sentido se espera al finalizar el proyecto que el país: 1. implemente una estrategia nacional para el manejo del agua y los sedimentos de lastre; 2. realice una utilización efectiva de los medios de gestión del conocimiento y sistemas de control marino para mejorar la comprensión de los efectos del agua de lastre sobre los recursos y ecosistemas costeros; 3. desarrolle asociaciones público-privadas para fomentar soluciones que enfrenten esta problemática, permitiendo disminuir así el riesgo de nuevas introducciones y 4. aumente su experiencia y conocimiento en el manejo del tema para proponer alternativas de solución y garantizar que la estrategia nacional se lleve a buen término y sea sostenible en el tiempo.

Contexto nacional

En Colombia la Dirección General Marítima (DIMAR) a partir del año 2002, a través de los centros de investigación, el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH) y el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP), inició el levantamiento de información en algunos puertos del país, con el fin de evidenciar la vulnerabilidad de las zonas costeras a este tipo de contaminación biológica, buscando además establecer lineamientos para orientar procedimientos que permitan controlar y reducir al mínimo el riesgo de introducción de especies por agua de lastre. Hasta ahora se han realizado estudios en la Bahía de Cartagena, Bahía Portete - Puerto Bolívar, Coveñas, así como en Tumaco. En Santa Marta la Universidad del Magdalena realizó un estudio similar y la Universidad Jorge Tadeo Lozano en 2010-2011 inició el levantamiento de la línea base biológica portuaria en Santa Marta, Cartagena y Coveñas con el apoyo de Ecopetrol.

La información recolectada a la fecha evidencia que puertos como Puerto Bolívar, Santa Marta y Coveñas, por los volúmenes de agua de lastre que allí se descargan, son vulnerables a la introducción de especies. De igual forma han sido reportadas especies planctónicas en Cartagena y Bahía Portete - Puerto Bolívar no referidas en estudios previos, de manera que algunos de los nuevos registros pueden ser especies introducidas. Algunos de los registros incluyen a *Corystoides chilensis*, *Coscinodiscus wailesii*, *Coscinodiscus granni*, *Chaetoceros danicus*, *Chaetoceros pseudocurvisetus*, *Chaetoceros radicans*, *Chaetoceros subtilis*,

Odontella aurita, *Nitzschia seriata complex*, *Gonyaulax monacantha* y *Protoperdinium oblongum* (Rondón et al., 2003; Gavilán et al., 2005, Suárez et al., 2007; CIOH, 2004, 2006, 2007, 2008).

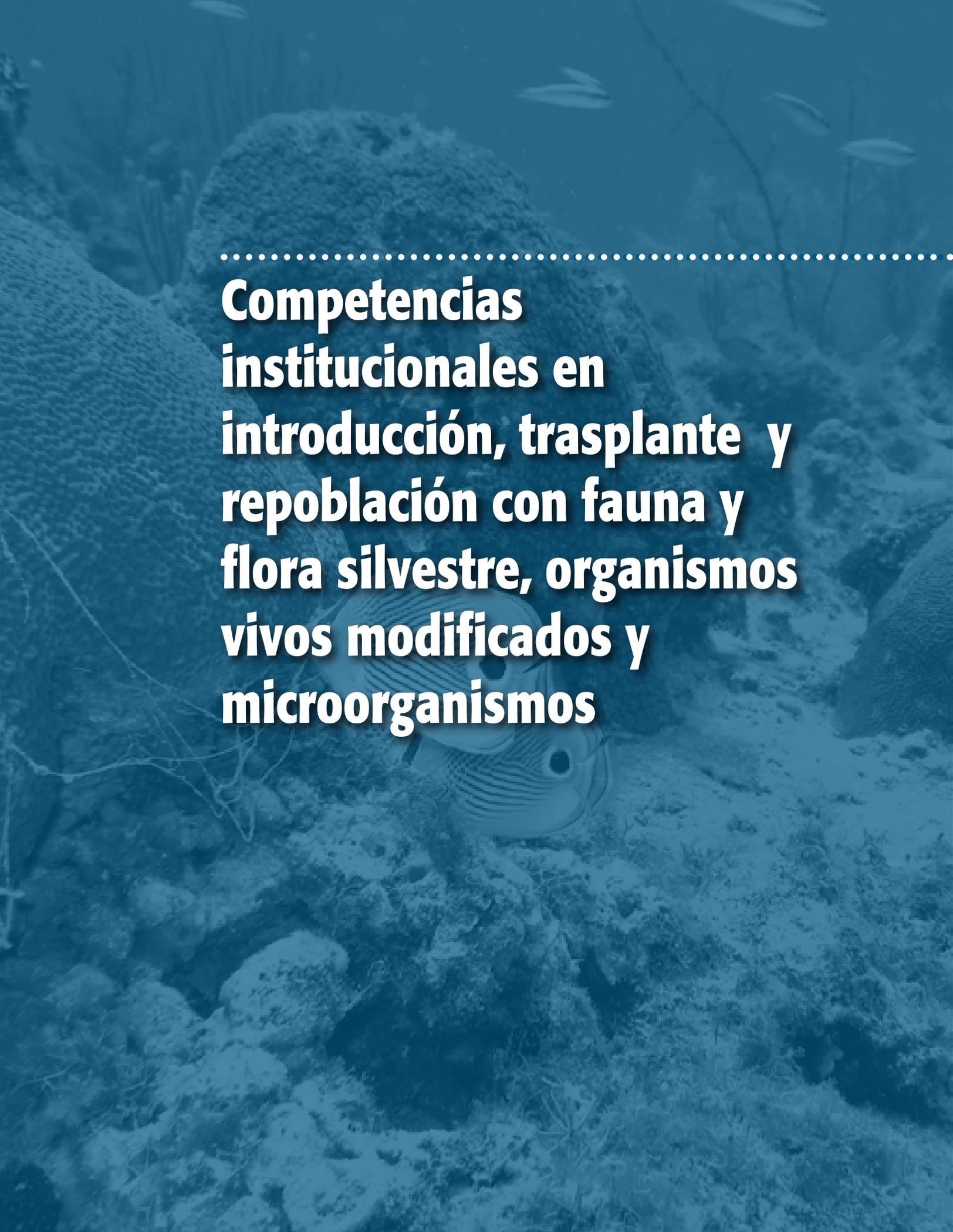
Entre las especies registradas en los tanques se encuentran: *Pelagodiscus sp.*, *Lucifer typus*, *Chaetoceros messanensis*, *Chaetoceros glandazzi*, *Chaetoceros tortissimus*, *Odontella aurita*, *Hemidiscus cuneiformes*, *Ditylum brightwelli*, *Paralia sulfata*, *Plantoniella sol*, *Asterionellopsis glacialis*, *Fragilariopsis doliolus* y *Dictyocha polyactis* (Rondón et al., 2003; Gavilán et al., 2005; Suárez et al., 2007; CIOH, 2004, 2006, 2007, 2008).

Dado este amplio espectro de especies, se recomienda ampliar los estudios a otros grupos taxonómicos, así como establecer con base en el origen, la frecuencia y el volumen de descarga de agua de lastre. Lo anterior, con el fin de dar una respuesta aproximada a la pregunta de ¿Qué tipo de especies pueden alcanzar un nivel de distribución e invasión?, y, cuáles son las áreas de mayor vulnerabilidad?

Referencias

- **Casale, G.A. 2002.** Ballast Water a Public Health Issue. Ballast Water News, Issue 8: 4-5.
- **Bax, N., Williamson, A., Agüero, M., González, E. y W. Geeves. 2003.** Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. Marine Policy, 27: 313-323.
- **CIOH. 2004.** Informe final Presencia de organismos exógenos y patógenos en aguas de lastre de buques de tráfico internacional. Fase III. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de la Dirección General Marítima, Cartagena Colombia. 138 p.
- **CIOH. 2006.** Informe final Presencia de organismos exógenos y patógenos en aguas de lastre de buques de tráfico internacional. Fase IV/V. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de la Dirección General Marítima, Cartagena Colombia. 118 p.
- **CIOH. 2007.** Informe final Presencia de organismos exógenos y patógenos en aguas de lastre de buques de tráfico internacional. Fase V/V. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de la Dirección General Marítima, Cartagena Colombia. 142 p.
- **CIOH. 2008.** Caracterización fisicoquímica, biológica y microbiológica del agua de lastre de Puerto Bolívar y de Bahía Portete. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de la Dirección General Marítima, Cartagena Colombia. 50 p.
- **Cohen, A.N. 1998.** Ships' ballast water and the introduction of exotic organisms into the San Francisco estuary: Current status of the problem and options for management. Report, San Francisco Estuary Institute, Richmond CA. 90 p.
- **Endresen, O., Behrens, H.L., Brynestad, S., Andersen, A.B. y R. Skjong. 2004.** Challenges in global ballast water management. Mar. Poll. Bull., 48: 615-623.
- **IMO. 1998.** Alien Invaders-putting a stop to the ballast water hitchhikers. Focus on IMO. www.imo.org (Fecha de consulta: 02/2009).
- **Firestone, J. y J.J. Corbett. 2005.** Coastal and port environments: international legal and policy responses to reduce ballast water introductions of potentially invasive species. Ocean Development and International Law, 36: 291-316.
- **Gavilán M., Cañón, M. y G. Tous. 2005.** Comunidad fitoplanctónica en la Bahía de Cartagena y en el agua de lastre de buques de tráfico Internacional. Bol. Cient. CIOH, 23: 46-59.

- **GEF-UNPD. 2007.** Building partnerships to assist developing countries to reduce the transfer of harmful aquatic organisms in ships' ballast water (GloBallast Partnerships). UNDP Project Document. <http://www.undp.org/gef/05/> (Fecha de consulta: 02/2009).
- **Gollasch, S. 2003.** Removal of barriers to the effective implementation of ballast water control and management measures in developing countries. 195 p. http://www.gollaschconsulting.de/download/IMO_report.pdf. (Fecha de consulta: 10/2008).
- **Gollasch, S. 2007.** International collaboration on marine bioinvasions - The ICES response. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 353-359.
- **Gollasch, S., David, M., Voigt, M., Dragsund, E., Hewitt, C. y Y. Fukuyo. 2007.** Critical review of the IMO international convention on the management of ships' ballast water and sediments. *Harful Algae*, 6: 585-600.
- **MacPhee, B. 2006.** Alien flotillas: the expansion of invasive species through ship ballast water. *Earth Trends*, 1-8.
- **MacPhee, B. 2007.** Hitchhikers' guide to the ballast water management convention: an analysis of legal mechanisms to address the issue of alien invasive species. *Journal of International Wildlife Law and Policy*, 10: 29-54.
- **Raaymakers, S. 2002.** The ballast water problem: global ecological, economic and human health impacts. Seminario Conjunto sobre tecnologías y gestión de los tanques de agua de lastre RECSO/IMO. <http://www.imo.org> (Fecha de consulta: 10/2007).
- **Rondón, S., Vanegas, T. y P. Tigres. 2003.** Sampling ballast water for pathogens: The Colombian approach. Firts International workshop on guidelines and standards for ballast water sampling. Rio de Janeiro, Brasil. GloBallast monograph series, 9: 46-55.
- **Suaréz, V., Franco, A. y M. Cañon. 2007.** El Microfitoplacton en los principales muelles de la Bahía de Cartagena, Caribe colombiano, vectores posibles de floraciones algales nocivas. *Bol. Cient. CIOH*, 25: 135-149.

An underwater scene with a blue tint, showing coral reefs and several fish swimming. The text is overlaid on the left side of the image.

.....

**Competencias
institucionales en
introducción, trasplante y
re población con fauna y
flora silvestre, organismos
vivos modificados y
microorganismos**

Francisco de Paula Gutiérrez Bonilla

37



Colocado en tercer lugar de prioridad figura el amplio tema de las cuestiones legales. Se recomendó desarrollar o fortalecer la normatividad en la materia (incluyendo leyes, reglamentos, decretos, normas y otros instrumentos del marco legal), la cual es débil e incompleta, desconocida y no específica (salvo rubros muy concretos). Su aplicación es ineficiente, muy errática, poco vigilada y se desconoce la efectividad de la normativa para cumplir con sus propósitos originales. Es necesario reforzar la vigilancia en el cumplimiento de las leyes existentes y hacer valer las disposiciones de índole ambiental, que son de las menos respetadas, a diferencia de las fiscales o tributarias.

En cuarto lugar se ubicaron los problemas de índole político institucional. Se reconoció la poca comprensión por parte de las instituciones y de los tomadores de decisiones y de quienes diseñan e implementan las políticas, sobre las implicaciones, gravedad y derivaciones del tema de especies exóticas invasoras”.

Hernández (2002). Invasores de Mesoamérica.

Introducción

Colombia posee un amplio marco normativo para el manejo, administración y control de los recursos naturales renovables -RNR-, y del medio ambiente, incluidos los temas que nos ocupan, que data de tiempos en donde la mayoría de las naciones latinoamericanas, no poseían instituciones para el manejo integral de los recursos naturales renovables -RNR-. Colombia en el orden regional o nacional desde antes de 1968 tenía Autoridades Ambientales y desde ese año el Instituto Nacional de los Recursos Naturales y de Protección del Medio Ambiente -INDERENA- asumió de manera integral funciones en RNR y ambientales.

Expedido el Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente -CRNN- (Decreto Ley 2811 de 1974), la introducción, el trasplante y la repoblación respecto a fauna, flora silvestre, recursos hidrobiológicos continentales y marinos son claros normativa e institucionalmente. La Ley 99 de 1993 (Sistema Nacional Ambiental), creó o fusionó Autoridades Ambientales, e instituciones de investigación, que nacional o regionalmente asumieron el manejo, administración y control de los RNR; además, se instauró el Ministerio del Medio Ambiente como máxima Autoridad Ambiental reemplazando al INDERENA en sus funciones.

A partir del Decreto Ley 2811 de 1974, se hicieron desarrollos a través del Decreto 622 de 1977 (reglamentación sobre el Sistema de Parques Nacionales Naturales), del Decreto 1608 de 1978 (reglamentación en materia de fauna silvestre), del Decreto 1681 de 1978 (reglamentación en materia de recursos hidrobiológicos), de la Ley 13 de 1990 (Estatuto General de Pesca), de la Ley 12 de 1992 (Protocolo para la Conservación y Administración de las Áreas Marinas Protegidas del Pacífico Sudeste), de la Ley 611 de 2000 (normas para el manejo sostenible de especies de fauna silvestre y acuática), del Decreto 2820 de 2010 (en materia de licencias ambientales), y de las resoluciones 05584 de 2002 (Declaratoria de Especies Amenazadas) y la 0848 de 2008 (sobre las especies invasoras) expedidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT-. Normas en coherencia con la Ley 165 de 1995 (Convención sobre

la Diversidad Biológica) que en el artículo 80 literal h. establece: <<Cada parte impedirá que se introduzcan, controlará o erradicará las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats o especies>>.

La investigación, el acceso a recursos genéticos y lo relativo a organismos vivos modificados (OVM) u organismos genéticamente modificados (OGM) han tenido desarrollos mediante la Ley 165 de 1994 (Convenio sobre Diversidad Biológica), la Decisión Andina 391 de 1996 (Régimen Común sobre Acceso a Recursos Genéticos), el Decreto 309 de 2000 (investigación en diversidad biológica), la Ley 599 de 2000 (Código Penal) y la Ley 740 de 2002 (Protocolo de Cartagena sobre Seguridad en la Biotecnología del Convenio sobre Diversidad Biológica) y su Decreto Reglamentario 4525 de 2005.

Marco institucional y competencias

Como se anotó, el marco institucional en materia de política, regulación, administración, control y seguimiento, para introducción de especies, su trasplante y repoblación, están claramente definidos.

El licenciamiento ambiental para importación de parentales de especies foráneas con fines de reproducción de fauna y flora silvestres, y de recursos hidrobiológicos son potestad del -MAVDT- (Ley 99 de 1993, artículo 52, numeral 12), Decreto 1681 de 1978 (artículo 1, literal b, artículo 135), y el Decreto 2820 de 2010 (artículo 8, numeral 16 parágrafos 3, 4 y 5). Igual ocurre en el caso de mascotas foráneas que siendo potestad del MAVDT respecto a fauna y flora silvestre y con procedencia bien de zoocría o del medio natural, no podrían generar actividades comerciales -zoocría comercial-, dado que ese no es el objetivo con el cual se importan. Por ésta vía muchas especies han pasado del confinamiento al medio natural.

El Instituto Colombiano de Desarrollo Rural -INCODER- a través de la Subgerencia de Pesca y Acuicultura es competente para efectuar repoblación con recursos pesqueros marinos o continentales, pero a partir de especies nativas (Decreto Reglamentario 2256 de 1991 de la Ley 13 de 1991, artículo 49). El término nativas debe entenderse como originarias de la cuenca o área objetivo de la actividad, en caso contrario se configura un trasplante. El INCODER para la introducción de especies con fines acuícolas o pesqueros, debe asignar al usuario la obligación de tramitar licencia ambiental ante el MAVDT (Ley 13 de 1990, artículo 45; Ley 99 de 1993, artículo 52 numeral 12).

Cuando la repoblación se efectúe con especies que configuren la acción de trasplante, la competencia es de las Autoridades Ambientales receptoras de la actividad (Decreto 1681 de 1978, artículo 135). Por cláusula general de competencias, el MAVDT podrá conceptuar y evaluar previamente las actividades de trasplante y repoblación.

El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" -INVEMAR- según la Ley 99/93 (artículo 18) tiene como encargo: <<la investigación ambiental básica y aplicada de los recursos naturales renovables y el medio ambiente y los ecosistemas costeros y oceánicos de los mares adyacentes al territorio nacional>>. Y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt -IAvH- (artículo 19) la <<investigación básica y aplicada de los recursos bióticos y de los hidrobiológicos en el territorio continental de la nación>>. Por lo que las acciones de introducción, trasplante, repoblación y utilización de organismos vivos modificados, debieran tener consulta científica obligada con estos, y con los institutos Amazónico de Investigaciones Científicas -SINCHI-, y de Investigaciones Ambientales del Pacífico "John von Neumann" dada su competencia y responsabilidad respecto a la conservación de la diversidad biológica.

La competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales y/o de Desarrollo Sostenible, respecto a los recursos hidrobiológicos marinos y continentales está circunscrita al manejo, administración, control,

regulación e investigación bajo los criterios y directrices dados por los Institutos de Investigación adscritos o vinculados al MAVDT, con sujeción a tres variables: (1) la políticas nacionales trazadas por el MAVDT; (2) las necesidades regionales o locales y (3) la atención a las especies que han sido declaradas bajo algún grado de amenaza.

Cuando de otorgar licencia ambiental para introducciones de fauna, flora, recursos hidrobiológicos, recursos pesqueros y microorganismos silvestres se trate, el MAVDT tiene competencia. Las Autoridades Ambientales regionales hacen por su parte seguimiento, administración y control al cumplimiento de la licencia ambiental en las áreas de su jurisdicción.

Los controles zoonosanitarios para importación y/o exportación de especies vivas de peces, moluscos y crustáceos, y para todos los RNR son potestad del ICA, sin perjuicio de lo que compete a las autoridad ambiental nacional o regional por tratados internacionales suscritos o normas vigentes en materia fito o zoonosanitaria.

La acuicultura (marina – continental – ornamental) responsable de la mayoría de las introducciones, trasplantes y repoblación con especies hidrobiológicas y pesqueras a nivel nacional, no tiene como requisito una licencia ambiental, pero las Corporaciones Autónomas Regionales, cuando otorguen concesión de aguas y/o conceptos sobre la viabilidad ambiental para proyectos acuícolas, debieran analizar sus impactos y medidas de bioseguridad, pudiendo objetar la implementación del proyecto, y si éste cae en el <<nivel de riesgo>> para sus RNR y/o los ecosistemas de su jurisdicción. No haber utilizado esta potestad, ha permitido que en los 32 Departamentos se registren contravenciones a las normas, encontrándose híbridos, especies introducidas, trasplantadas, repoblación con híbridos y utilización de especies declaradas a escala global y nacional como invasoras.

La introducción de especies en áreas de Sistemas de Parques Nacionales Naturales (Decreto 622 de 1977), está prohibida, y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales –UAESPNN-, posee la potestad para acciones de trasplante y repoblación en estas áreas.

En cuanto a la importación y utilización de organismos vivos modificados (OVM) u organismos genéticamente modificados (OGM), o denominados transgénicos, el Decreto 4525 de 2005 (Reglamentario de la Ley 740 de 2002), establece en el artículo 40, que el ICA autoriza actividades con OVM pesqueros; en el artículo 50 que el MAVDT en el caso de OVM exclusivamente para uso ambiental; y en el artículo 60 que el Ministerio de Protección Social lo hará para OVM con uso exclusivo en salud o alimentación humana.

El ICA mediante Resolución No. 000946 de 2006 estableció el procedimiento para el trámite de solicitudes de OVM, con fines exclusivamente agrícolas, pecuarios, pesqueros, plantaciones forestales comerciales y agroindustria.

Los OVM pesqueros, no podrán ser utilizados para actividades distintas a las permitidas y menos cuando puedan potencialmente comprometer y causar impactos negativos en los ecosistemas naturales, áreas protegidas, y áreas de reserva, a través de actividades como la repoblación, el trasplante o la liberación voluntaria e involuntaria.

Las Autoridades Ambientales en cuanto al manejo, administración, y control de la zootecnia con especies silvestres, en zoológicos, acuarios, viveros de plantas ornamentales, y reforestación protectora, deben constatar que cualquier actividad con OVM en estos centros, cuente con el permiso y la viabilidad de estas, en consideración a su potencial diseminación a ecosistemas naturales.

A futuro cobrará auge el uso de microorganismos foráneos y OVM con fines de remediación, ante lo cual el MAVDT debiera proceder a reglamentar estas actividades utilizando las competencias otorgadas en el CRNN (artículos 51 y 292), la Ley 99 de 1993 (artículo 5: numerales 11 - 14 - 21 - 23) y la Ley

165 de 1994 (artículo 80, literal h.). A nivel nacional se adelantan actividades de remediación, con microorganismos eficientes, sin evaluación previa de su riesgo.

La investigación científica sobre diversidad biológica, está reglamentada en el Decreto 309 de 2000 (investigaciones en diversidad biológica), con excepción los recursos pesqueros, competencia del INCODER, teniendo a su vez, la DIMAR y el Ministerio de Relaciones Exteriores (Decreto 644 de 1990) facultades respecto a investigación científica o tecnológica marina.

Cuando se accede a la diversidad biológica silvestre nativa, la competencia es de la Autoridad Ambiental de dónde procede el recurso. Si ligado a un permiso de investigación se configura acceso a recursos genéticos, el Decreto 309 de 2000 establece los procedimientos, todos bajo la potestad del MAVDT.

Las contravenciones en materia de acceso, investigación y aprovechamiento de los RNR, están explícitas en el Código Penal (Ley 599 de 2000) que sanciona el manejo ilícito de microorganismos (artículo 330), el daño sobre los recursos naturales (artículo 331), y la experimentación ilegal en especies animales o vegetales (artículo 334). Para quien introduzca ilegalmente especies, la sanción está entre 32 y 103 meses de prisión y multas entre 133,33 a 15.000 salarios mínimos legales mensuales vigentes, y para quien experimente con especies ilegalmente introducidas entre 32 a 108 meses de prisión y 66,66 a 300 salarios mínimos legales mensuales vigentes. Las sanciones administrativas y penales aplicadas por las Autoridades Ambientales son irrelevantes en montos y casos.

La Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales -DIAN- para la importación y exportación de RNR, tiene competencia para verificar que estén ajustadas a las normas y procedimientos aduaneros nacionales e internacionales, entre otras, lo establecido por la IATA (Asociación Internacional de Transporte Aéreo Internacional) para transporte de productos y organismos (vivos o muertos).

El cumplimiento de lo establecido por la Organización Marítima Internacional -OMI- es competencia en cuanto a implementación, manejo, control y sanciones, de la Armada Nacional (Dirección General Marítima) y de las autoridades portuarias locales, aplicables a las aguas de lastre y de sedimentos, convertidos en excelente vehículo para la introducción de especies. Directrices para el control y gestión del agua de lastre de los buques, están en la Resolución A.868 (20) aprobada el 27 de noviembre de 1997, en el Convenio Internacional de 2004 para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques (BWM 2004), y en el proyecto GEF (Asociaciones GloBallast) aprobado en junio de 2007.

Las Autoridades Ambientales costeras, debieran coordinar acciones con la DIMAR, generando controles previos, evitando tener que enfrentarse a procesos de invasión de organismos marinos ya reportados tanto en el Pacífico, como en el Caribe. La DIMAR, está designada regional y nacionalmente como coordinador dentro del Proyecto GloBallast Partnership Project (GBP), denominado <<Creación de Asociaciones para Asistir a los Países en Desarrollo para Reducir la Transferencia de Organismos Acuáticos Perjudiciales a través de las Aguas de Lastre de los Buques>>.

Referencias

- **Alvarado, H. y F. Gutiérrez. 1997.** Inventario preliminar sobre especies Hidrobiológicas Continentales Introducidas - Trasplantadas y su distribución en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Instituto de Investigaciones Biológicas, Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. 110 p.
- **Baptiste M.P., Castaño N., Cárdenas D., Gutiérrez F.P., Gil D. L., y Lasso C. (Eds) 2010.** Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia. 200 p.

- **FAO. 1995.** Enfoque precautorio para la pesca. Parte I. Directrices relativas al enfoque precautorio para la pesca y las introducciones de especies. FAO. Documento Técnico de Pesca. 350: 1-58.
- **FAO. 1996.** Normas internacionales para medidas fitosanitarias. Código de conducta para la importación y liberación de agentes exóticos de control biológico. FAO. Roma. 21 p.
- **Gutiérrez, F. 1998.** Análisis técnico - jurídico comentado de las normas en materia de recursos hidrobiológicos, pesqueros, introducción y trasplante de especies. Ministerio del Medio Ambiente. Instituto de Investigaciones Biológicas, Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. 89 p.
- **Gutiérrez, F. 1998.** Normas, directrices, política y procedimientos para la introducción de especies foráneas y el trasplante de especies hidrobiológicas. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, D.C. 43 p.
- **Gutiérrez, F. 2002.** Introducción, trasplante, y repoblación con recursos hidrobiológicos. Marco normativo nacional, internacional y competencias institucionales en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente/RAMSAR/CVC. Bogotá, D.C. 24 p.
- **Gutiérrez, F. 2006.** Especies Invasoras. En: Informe nacional sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad (1998-2004). Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 194: 97. Bogotá, Colombia.
- **Gutiérrez, F. 2006.** Estudio de Caso: Distribución de las especies hidrobiológicas continentales introducidas o trasladadas en Colombia. En: Informe Nacional sobre el Avance en el Conocimiento y la Información de la Biodiversidad (1998-2004). Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 195: 97. Bogotá, Colombia.
- **Gutiérrez, F. 2006.** Estado de conocimiento de las especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Cap. III. Marco normativo nacional, internacional y competencias institucionales en Colombia. Bogotá, Colombia. 156 p.
- **Hernández, G. 2002.** Invasores en Mesoamérica y El Caribe. Invasives in Mesoamerica and the Caribbean. Unión Mundial para la Naturaleza. UICN. San José, Costa Rica. 130 p.
- **Instituto Alexander von Humboldt. 1999.** Biodiversidad. Análisis normativo y competencias para Colombia. Edit. Legis. Actualizaciones a 2008. Bogotá, D.C. 713 p.
- **Satizábal, C. y M.L. Satizábal. 1995.** Código nacional de recursos naturales. Jurídica Radar Ediciones. 3a edición. Bogotá, D.C. 782 p.
- **Turne, G.E. 1988.** Codes of practice and manual of procedures for consideration of introductions and transfers of marine and freshwater organisms. Tech. Doc. No 23. CAEPC. FAO. Rome. 27 p.



.....

Fichas de especies introducidas



ada ficha de especie contiene la siguiente información:

Sinonimias:	Cuando un taxón posee más de un nombre, según el principio de prioridad en el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica el nombre válido es el más antiguo. Todos los demás nombres de ese taxón se consideran sinónimos.
Nombre común:	Todos los nombres no científicos o de uso popular conocidos.
Categoría:	Especie introducida o introducida invasora.
Diagnos:	Descripción abreviada de las principales características morfológicas de la especie, incluyendo coloración y talla.
Hábitat:	Tipo particular de ambiente donde una raza, especie o individuo se desarrolla.
Tipo de introducción al país:	Intencional con fines de cultivo comercial u ornamental; accidental por aguas de lastre y en los cascos de los barcos; dispersión natural por las variables oceanográficas y medioambientales; desconocida.
Distribución nativa:	Ámbito natural de distribución ocupado por una especie en el pasado o presente, o su potencial natural de dispersión.
Área de invasión:	Espacio delimitado físicamente en el que habita una especie introducida. Los puntos presentados corresponden por lo menos a un registro dentro de cada área o país donde se presenta la especie.
Registros en Colombia:	Referencias de las especies en Colombia encontrados en documentos científicos y prensa.
Posibles impactos en el país:	Del estado del conocimiento del impacto de las especies invasoras en otros países se infieren los efectos negativos producidos en Colombia por la especie introducida ó invasora. Competencia, depredación, alteración de hábitat, hibridización, plaga o maleza, riesgo sanitario, producción económica, ninguno conocido.

MACROALGAS

***Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P.C. Silva**

Foto: E. Peña y M. Palacios

Phylum	Rhodophyta
Clase	Florideophyceae
Orden	Gigartinales
Familia	Areschougiaceae
Género	<i>Kappaphycus</i>
Nombre común	Alga aplanadora de arrecifes
Categoría	Introducida

SINONIMIAS

Sinonimias en: Doty, 1985
Eucheuma alvarezii Doty

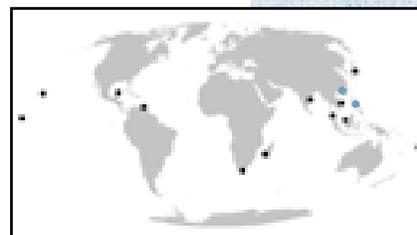
DIAGNOSIS

Alga de apariencia fuerte y carnosa de color marrón claro a verde, que puede alcanzar una talla de hasta 100 cm de longitud (Guiry y Guiry, 2009). Ramificación irregular, sin espinas en verticilos, con algunas espinas dispersas en las ramas (nunca en grupos). Las espinas presentan una médula de hifas poco compacta y definida, en cambio, otras áreas del talo presentan una médula de hifas claramente definida. En La Guajira no se encontró material fértil (Díaz-Ruíz y Díaz-Pulido, 2004).

HÁBITAT

Se encuentra cerca de las áreas coralinas hasta los 17 m de profundidad. También se pueden encontrar fragmentos flotando en aguas oceánicas superficiales, formando grandes agregaciones de tallos sueltos.

<p>TIPO DE INTRODUCCIÓN AL PAÍS</p>	<p>Intencional. Su introducción y cultivo se realizó para apoyar el proceso de las actividades productivas de las comunidades Wayuu (La Guajira), por medio de granjas de algas marinas como fuente de materia prima para la obtención de carragenina (Díaz y Díaz, 2004). Información adicional en el caso de estudio.</p>
<p>DISTRIBUCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Nativa: Filipinas (Global Invasive Species Database, 2008). ● Áreas de Invasión: China, Islas Fiji, India, Indonesia, Japón, Kiribati, Madagascar, Malasia, Sudáfrica, Hawái, Vietnam, México (Global Invasive Species Database, 2008) y Venezuela (Barrios, 2005). ● Registros en Colombia: Cabo de La Vela - La Guajira (Díaz y Díaz, 2004; SIBM – INVEMAR, 2008).
<p>IMPACTOS POTENCIALES</p>	<p>Su sobrecrecimiento produce muerte del coral por asfixia, sombra y abrasión (Barrios, 1999; Conklin y Smith, 2005). Puede además producir sustancias alelopáticas que la protegen contra los herbívoros. Persiste en ambientes de alta energía de oleaje y su capacidad de dispersión aumenta debido a su habilidad para crecer a partir de pequeños fragmentos (com. pers. R. Mendoza-Alfaro).</p>



Referencias

- **Barrios J., 1999.** La introducción de *Eucheuma denticulatum* and *Kappaphycus alvarezii* (Gigartinales, Rhodophyta) en Venezuela, una revisión crítica. *Fontus*, 4: 135-153.
- **Conklin, E.J. y J.E. Smith. 2005.** Abundance and spread of the invasive red algae, *Kappaphycus* spp., in Kane’ohe Bay, Hawai’i and an experimental assessment of management options. *Biological Invasions*, 7(6): 1029-1039.
- **Díaz, M. y G. Díaz. 2004.** Informe sobre la taxonomía, biología y ecología del alga cultivada en el Cabo de La Vela, Península de La Guajira. Informe Técnico Invemar. 14 p.
- **Doty, M.S. 1985.** *Eucheuma alvarezii* sp. nov. (Gigartinales, Rhodophyta) from Malaysia. En: Guiry, M.D. y Guiry, G.M. 2008. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org/>; (Fecha de consulta: 29/12/2008).
- **Global Invasive Species Database. 2008.** *Kappaphycus* sp. Available from: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=738&fr=1&sts=sss&lang=EN> (Fecha de consulta: 11/2008).
- **SIBM – INVEMAR. 2008.** Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina de Colombia. Base de datos en línea. URL: <http://www.invemar.org.co/siam/sibm/index.htm> (Fecha de consulta: 12/11/2008).

Autores ficha: Martha Díaz Ruíz y Johanna Medellín

CNIDARIOS

Carijoa riisei (Duchassaing y Michelotti, 1860)

Foto: J. Reyes F. y N. Santodomingo. Caribe colombiano.

Phylum	Cnidaria
Clase	Anthozoa
Orden	Alcyonacea
Familia	Clavulariidae
Género	<i>Carijoa</i>
Nombre común	Coral copos de nieve
Categoría	Introducida invasora

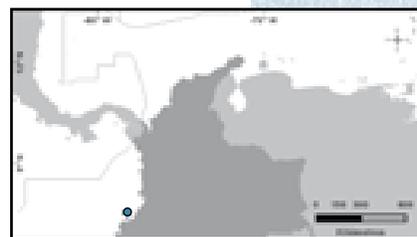
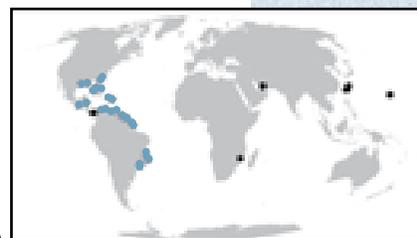
DIAGNOSIS

Octocoral que forma densas colonias con tallos ramificados, erectos y flexibles. Cada pólipo primario presenta pares o grupos de tres pólipos laterales secundarios cortos. Cuando los pólipos se encuentran extendidos presentan ocho tentáculos pínados como los rayos de un copo de nieve, a diferencia de los corales pétreos que tienen seis. Presenta dos tipos de escleritos en la pared corporal. Tallos o ramas de color blanco sucio, generalmente con incrustaciones o crecimiento de algas, esponjas u otros organismos. Las colonias crecen entre 10 y 25 cm de longitud (Eldredge y Smith, 2001; Humann y Deloach, 2002; Global Invasive Species Database, 2008).

HÁBITAT

Especie litoral, encontrada en áreas rocosas someras y bajo muelles (Humann y Deloach, 2002; Global Invasive Species Database, 2009). Se conoce que crece en densos grupos en las comunidades fouling por debajo de la línea de marea baja (Coles y Eldredge, 2002). Aunque originalmen-

	<p>te se creía que era común en este tipo de hábitats, en 1979 fue también observada sobre arrecifes de coral (Coles y Eldredge, 2002).</p> <p>En Colombia fue una de las especies más abundantes observadas sobre las plataformas que se encuentran ubicadas en el departamento de La Guajira donde prácticamente tapiza las estructuras a partir de los 10 m de profundidad, demostrando así su éxito al colonizar una gran diversidad de ambientes (Santodomingo <i>et al.</i>, 2004). En otros sectores del Caribe se ha encontrado sobre sustratos rocosos en los litorales, cuevas o sitios expuestos con alta energía del oleaje (Sánchez, 1994; Santodomingo <i>et al.</i>, 2004).</p>
<p>TIPO DE INTRODUCCIÓN AL PAÍS</p>	<p>Accidental. Esta especie se conoce que fue encontrada desde 1966 en la comunidad fouling de Hawái (Kahng, 2008). Aunque no se conoce el vector de entrada al país se presume que se debió al casco de los barcos y a su rápida movilización a través del Pacífico, como ha sido documentado para otras áreas (Eldredge y Smith, 2001).</p>
<p>DISTRIBUCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Nativa: Atlántico Occidental, en Florida, Bahamas, Puerto Rico, República Dominicana, Guyana Francesa, Guatemala, Belice, Honduras, Panamá, Venezuela, Colombia, Surinam, Brasil (Eldredge y Smith, 2001; Coles y Eldredge, 2002; OBIS, 2009; Wehrtmann y Cortés, 2009; UNEP, 2009). Históricamente <i>C. riisei</i> se ha documentado como una especie nativa del Atlántico e introducida en el Indo-Pacífico, sin embargo parece que hay dudas al respecto (Rilov y Cooks, 2009). ● Áreas de invasión: Océano Pacífico: Islas de Hawái (Eldredge y Smith, 2001). La información disponible sugiere que <i>Carijoa riisei</i> se ha extendido mucho más allá de Hawái en el Indo-Pacífico (Coles y Eldredge, 2002). ● Registros en Colombia: Especie nativa en el Mar Caribe colombiano, desde la ensenada de Capurgana (golfo de Urabá) hasta la península de La Guajira (Sánchez, 1994; SIBM, 2009); como invasora localmente abundante en isla Gorgona (Océano Pacífico), tanto en áreas continentales como oceánicas (Ardila <i>et al.</i>, 2008).
<p>IMPACTOS POTENCIALES</p>	<p>Localmente se desconoce cualquier tipo de impacto. Sin embargo, aunque Coles y Eldredge (2002), anotaron que podría tratarse de una introducción benigna que ocupaba hábitat subutilizados, Kahng <i>et al.</i> (2008) describen que ha causado impactos ecológicos significativos por asfixia y despla-</p>



miento de otra fauna bentónica; mientras Global Invasive Species Database (2008) advierte de estudios recientes que demuestran su proliferación hasta los 120 m de profundidad frente a la isla de Maui (Hawái), en donde está cambiando rápidamente el hábitat y compitiendo con las colonias nativas de coral negro. Igualmente la consideran como un consumidor voraz de zooplancton. Para Hawái se ha postulado que su rápido crecimiento y temprana edad de madurez reproductiva, comparado con los demás corales nativos azooxantelados, contribuyen a su éxito invasor (Kahng *et al.*, 2008). Así mismo, su alta fecundidad y su capacidad de reproducirse sexual y asexualmente contribuye a su colonización. Es importante señalar que es una especie que tiene potencial de introducción por la vía del ornato (acuarrismo) (com. pers. R. Mendoza-Alfaro).

Referencias

- **Ardila, N., Parra, J., Escobar, D., Manrique, N. y J. Sánchez. 2008.** Octocoral abundance and diversity associated to eastern Pacific rocky reefs (Colombia). Libro de resúmenes 11th International Coral Reef Symposium, Fort Lauderdale (USA).
- **Coles, S.L. y L.G. Eldredge. 2002.** Nonindigenous species introductions on coral reefs: A need for information. *Pacific Science*, 56(2):191-209.
- **Global Invasive Species Database. 2009.** *Carijoa riisei*. Available from: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=694&fr=1&sts=sss&lang=EN> (Fecha de consulta: 18/08/2009).
- **Humann, P. y N. Deloach. 2002.** Reef coral identification. Florida, Caribbean Bahamas. New World Publications, INC. Jacksonville, Florida. USA. 278 p.
- **Kahng, S.E., Benayahu, Y., Wagner, D. y N. Rothe. 2008.** Sexual reproduction in the invasive octocoral *Carijoa riisei* in Hawaii. *Bull. Mar. Sci.*, 82(1): 1-17.
- **Ocean Biogeographic Information System. 2009.** <http://www.iobis.org/> (Fecha de consulta: 19/08/2009).
- **Rilov, G. y J.A. Crooks (Eds). 2009.** Biological invasions in marine ecosystems. Ecological, management and geographic perspectives. *Ecological Studies* 204. 641 p.
- **Sánchez, J.A. 1994.** Presencia de los octocorales *Stylatula diadema* Bayer (Pennatulacea) y *Carijoa riisei* (Duchassaing y Michelotti) (Telestacea) en la costa Caribe colombiana. *An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín*, 23: 137-147.
- **Santodomingo, N., Gracia, A., Rodríguez, A., Reyes, C., Reyes-Forero, J., Márquez, J.C., Cruz-Castaño, N., Flórez, D.P., Báez, D.P. y F. Cortes. 2004.** Biodiversidad asociada a las plataformas de gas natural Campo Chuchupa: La Guajira - Colombia. INFORME TECNICO FINAL.
- **SIBM – INVEMAR. 2009.** Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina de Colombia. Base de datos en línea. URL: <http://www.invemar.org.co/siam/sibm/index.htm> (Fecha de consulta: 19/08/2009).
- **Wehrtmann, I.S. y J. Cortés (Eds). 2009.** Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Costa Rica. 538 p.

***Tubastraea coccinea* Lesson, 1829**

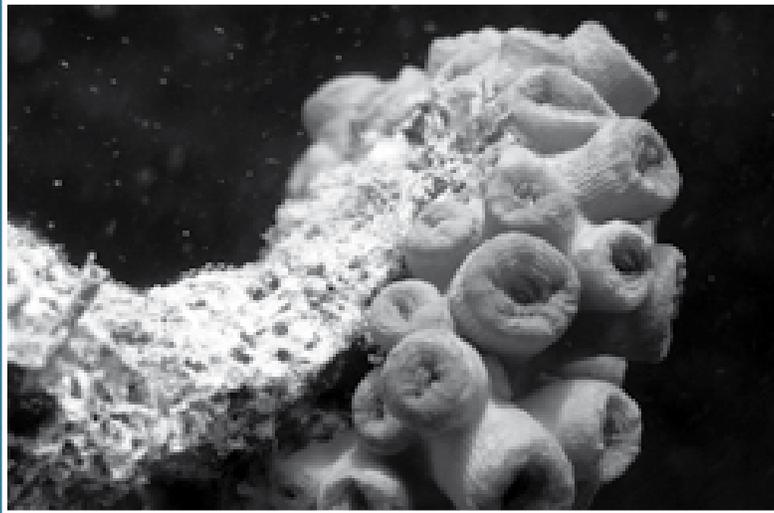


Foto: D.L. Gil-Agudelo

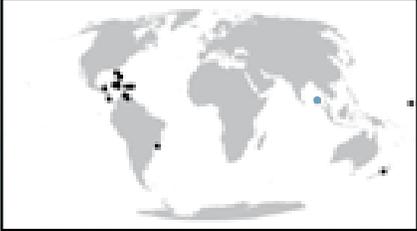
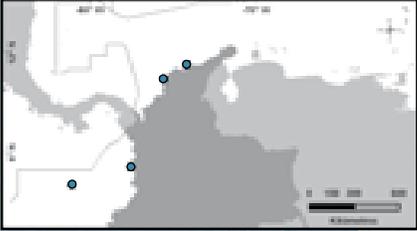
Phylum	Cnidaria
Clase	Anthozoa
Orden	Scleractinia
Familia	Dendrophyllidae
Género	<i>Tubastrea</i>
Nombre común	Coral copa naranja
Categoría	Introducida invasora

SINONIMIAS

Sinonimias en: Fautin, 2006
Tubastrea coccinea (Lessuer, 1829): Steiner, 2003
Tubastrea coccinea Lesson, 1829: Randall, 2003
Tubastraea sp. NONE: Zibrowius y Grygier, 1985
Tubastraea coccinea (Ehrenberg) 1834: Scheer y Pillai, 1974
Tubastrea tenuilamellosa (Milne Edwards y Haime)
Dendrophyllia ehrenbergiana (M.-Edw. et H.)
Placopsammia darwini Duncan, 1876
Coenopsammia manni Verrill
Astropsammia pedersenii Verrill, 1869
Tubastraea coccinea Lesson, 1830
Placopsammia darwini Duncan, 1876

DIAGNOSIS

Colonias con coralites independientes o fusionados. La mayoría de las colonias son a manera de montículos de hasta 14 cm de diámetro. Presenta coralites cilíndricos, de hasta 11 mm de diámetro y 4 cm de altura, con 36 septos. Columnela pequeña, elementos ligeramente enrollados. Coloración en vivo: Naranja intenso (Reyes y Santodomingo, 2002).

HÁBITAT	Presente en formaciones arrecifales. Se distribuyen desde ambientes someros cerca de los 0 m a más de 200 m de profundidad. Forman colonias (Reyes y Santodomingo, 2002). A menudo domina en aguas tropicales no ocupadas por otras especies de coral (Vermeij, 2006).	
TIPO DE INTRODUCCIÓN AL PAÍS	Accidental. Aunque no se conoce el vector de entrada al país se presume que se debió al casco de los barcos, como ha sido documentado para otras áreas (Fenner y Banks, 2004). Esta especie introducida al Atlántico occidental, se registró en 1943 en Puerto Rico y Curazao; adicionalmente se conocen registros de especímenes recolectados en los cascos de los barcos en las Antillas Holandesas entre 1948 y 1950 (Humann y Deloach, 2002). Esta especie se ha dispersado igualmente por medio de las plataformas petroleras, invadió Flower Garden Banks National Marine Sanctuary en Texas, un importante arrecife profundo (Fenner y Banks, 2004).	
DISTRIBUCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ● Nativa: Indo-Pacífico (Fenner y Banks, 2004). ● Áreas de invasión: Océano Atlántico: Venezuela, Aruba, Bahamas, Belice, Brasil, Islas Vírgenes, Islas Caimán, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Jamaica, Islas Marshall, Antillas Holandesas, Puerto Rico, Estados Unidos (Texas, Luisiana y Florida). Así mismo en Nueva Zelanda (Global Invasive Species Database, 2008). ● Registros en Colombia: Océano Pacífico y Mar Caribe colombianos (Reyes y Santodomingo, 2002). 	 
IMPACTOS POTENCIALES	Compete por espacio con otros invertebrados bentónicos (Vermeij, 2006). Puede poner en riesgo especies nativas de esponjas y corales (Global Invasive Species Database, 2008).	

Referencias

- **Fautin, D. 2006.** Hexacorallians of the World. <http://geoportal.kgs.ku.edu/hexacoral/anemone2/index.cfm> (Fecha de consulta: 11/2008).
- **Fenner, D. y K. Banks. 2004.** Orange cup coral *Tubastraea coccinea* invades Florida and the Flower Garden Banks, Northwestern Gulf of Mexico, Coral Reefs 23: 505-507.

- **Global Invasive Species Database. 2008.** *Tubastrea coccinea*. <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1096&fr=1&sts=sss&lang=EN> (Fecha de consulta: 11/2008).
- **Humann, P. y N. Deloach. 2002.** Reef coral identification. Florida, Caribbean Bahamas. New World Publications, INC. Jacksonville, Florida. USA. 278 p.
- **Reyes, J. y N. Santodomingo. 2002.** Manual de identificación CITES de Invertebrados Marinos de Colombia. Serie de Documentos generales INVEMAR No. 8, 97 p.
- **Vermeij, M.J.A. 2006.** Early life-history dynamics of Caribbean coral species on artificial substratum: the importance of competition, growth and variation in life-history strategy, *Coral Reefs*, 25: 59-71.

Autores ficha: Johanna Medellín, Adriana Gracia, Diego L. Gil y Gabriel Navas

POLIQUETOS

Alitta succinea (Frey y Leuckart, 1847)

Foto: L. Herrera, P. Alzate y J. Cantera

Phylum	Anellida
Clase	Polychaeta
Orden	Nereidiformia
Familia	Nereididae
Género	<i>Alitta</i>
Nombre común	Gusano de los pilotes (Pile worm)
Categoría	Introducida invasora

SINONIMIAS

Sinonimias en: PaDIL (Pest and Diseases Image Library) (Wilson, 2008)
Neanthes succinea Wilson, 1984
Nereis succinea Wilson, 1984
Nereis succinea Leuckart, 1847

DIAGNOSIS

Presenta un par de antenas frontales y un par de palpostilos cónicos. Prostomio con el margen anterior completo. Dos pares de manchas oculares. Cuatro pares de cirros tentaculares, extendiéndose hasta el setígero 5. Paragnatos cónicos presentes en los anillos maxilar y oral, no hay presencia de papilas. Distribución de paragnatos diferencial en los dos morfotipos (ver Tabla 1). Los parapodios presentan lígula notopodial, muy elongada y amplia en los setígeros posteriores. Cirros dorsales fusionados subterminalmente a la lígula notopodial dorsal en los setígeros posteriores. No se observa lóbulo prequetal en los neuropodios. Cirros dorsales y ventrales sencillos. Dos cirros anales largos. Coloración (en etanol 70%): Morfotipo I: Prostomio

y zona dorsal central del cuerpo café oscuro, lateralmente caramelo claro, parapodios blancos; Morfotipo II: Prostomio y zona dorsal central del cuerpo caramelo oscuro, lateralmente amarillo ocre, parapodios en igual tono. Notosetas: Espiníferos homogonfos; Neurosetas: Espiníferos homogonfos y Falcíferos heterogonfos en la zona dorsal, Espiníferos heterogonfos y Falcíferos diversos en la zona ventral.

Tabla 1. Cuento de paragnatos para los dos morfotipos de *Alitta succinea* presentes en las boyas de navegación de la Bahía de Buenaventura (Pacífico colombiano). Las diferentes áreas son claves en la identificación de subgrupos por el número y disposición de paragnatos (ver estructuras enmarcadas en la fotografía). *Agrupados en un parche circular; **Distribuidos en una banda (de dos líneas; a: anterior y p: posterior), alrededor del anillo oral.

Área	I	II	III	IV	V	VI*	VII-VIII**
Morfotipo 1	3	30-35	20-25	25-30	4	8-12	a:15, p:30
Morfotipo 2	3	15-20	10-14	20-25	4	6-9	a:15, p:30

HÁBITAT

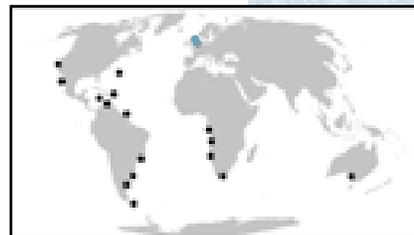
Considerada como una especie estuarina eurihalina oportunista, normalmente asociada a la infauna de planos lodosos pero puede ser encontrada en la epifauna de bancos de ostras, mejillones o cirripedios, en masas de esponjas o algas; en general, ambientes que permitan la acumulación de partículas minerales al que se asocien material orgánico y bacterias. Su alta tolerancia a la variación en salinidad, a ambientes enriquecidos orgánicamente o con turbidez alta, es un factor que explica su éxito como especie invasora (Bemvenuti, 1995; Elías *et al.*, 2003; Londoño-Mesa *et al.*, 2003; Pardo y Dauer, 2003).

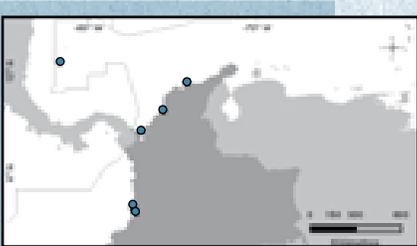
TIPO DE INTRODUCCIÓN AL PAÍS

Accidental. Es posible que su gran dispersión este asociada a factores humanos, como parte de la fauna asociada a cascos de barcos o en sus aguas de lastre (Hayes *et al.*, 2005). Información adicional en el caso de estudio.

DISTRIBUCIÓN

- **Nativa:** Atlántico Norte oriental (Europa) y Mar del Norte (Hewitt *et al.*, 2003). Localidad tipo: Helgoland, Alemania.
- **Áreas de Invasión:** Catalogada como especie introducida: Pacífico Norte oriental (EUA y México), Pacífico Norte central (Hawái, EUA), Australia. Catalogada como especie criptogénica: Pacífico Centro oriental (Costa Rica, Panamá), Atlántico Norte occidental (EUA), Mar Caribe y Antillas, Atlántico Sur occidental (Brasil, Uruguay, Argentina), Atlántico Sur oriental (Congo Angola, Namibia, Sudáfrica), Antartida argentina (Hewitt *et al.*, 2003).
- **Registros en Colombia:** En el Pacífico: Boyas del



	<p>Canal de Navegación de la Bahía de Buenaventura, Valle del Cauca (boyas estudiadas: 20, 21, 33, 36); Lat: N 03°52'29.6", Lon: W 077°05'06.1" (Alzate, 2009). Archipiélago La Plata, Bahía Málaga, Valle del Cauca; Lat: N 04°05'04", Lon: W 077°16'05.2" (Laverde-Castillo, 1986, como <i>Neanthes succinea</i>). En el Caribe: Región de influencia del Magdalena (Magdalena), PNN Tayrona (Magdalena), Morrosquillo (Sucre), Darién (Antioquia) (Báez y Ardila, 2003; como <i>Neanthes succinea</i> y <i>Nereis succinea</i> citando otros autores). Hooker Bay, McBean Lagoon, Honda Bay (San Andrés y Providencia) (Londoño-Mesa <i>et al.</i>, 2003; como <i>Neanthes succinea</i>, en Bahía Hooker se presenta en abundancia alta).</p>	
<p>IMPACTOS POTENCIALES</p>	<p>Este poliqueto puede modificar la biogeoquímica, nutrientes disponibles y estado de oxidación, de los sedimentos y promover la actividad bacteriana por alimentación y movimiento en el sedimento (Hayes <i>et al.</i>, 2005). En Buenaventura se ha observado que compite con otras especies de poliquetos llegando a limitar fuertemente su desarrollo poblacional afectando la diversidad local (Alzate, 2009).</p>	
<p>ESTRATEGIAS DE CONTROL</p>	<p>A pesar de ser un organismo muy estudiado, no se han desarrollado estrategias de control a escala global (Hayes <i>et al.</i>, 2005). Para la Bahía de Buenaventura, se ha planteado la necesidad de mayores controles en el manejo de aguas de lastre y mantenimiento de cascos de barcos para limitar su llegada, así como un manejo adecuado de las aguas servidas para limitar su proliferación (Alzate, 2009).</p>	

Referencias

- **Alzate, R.P. 2009.** Fauna sésil asociada a boyas del canal de navegación de la Bahía de Buenaventura, Costa Pacífica Colombiana. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad del Valle. 41 p.
- **Báez, D.P. y N.E. Ardila. 2003.** Poliquetos (Annelida: Polychaeta) del Mar Caribe colombiano. *Biota colombiana* 4(1): 89-109.
- **Bemvenuti, C. 1995.** A influência da seleção do habitat e do refúgio na distribuição de *Neanthes succinea* (Frey y Leuckart, 1847) (Polychaeta, Nereidae). *Iheringia Sér. Zool.* 79: 121-127.
- **Elías, R., Rivero, M.S. y E.A. Vallarino. 2003.** Sewage impact on the composition and distribution of polychaetes associated to intertidal mussel beds of the Mar del Plata rocky shore (Argentina). *Iheringia, Sér. Zool.*, 93: 309-318.

- **Hayes, K., Sliwa, C., Migus, S., McEnnulty, F. y P. Dunstan. 2005.** National priority pests, Part II, Ranking of Australian marine pests. CSIRO Marine Research and Australian Government Department of the Environment and Heritage. Australia. 94 p.
- **Hewitt, C.L., Martin, R.B., Sliwa, C., McEnnulty, F.R., Murphy, N.E., Jones, T. y S. Cooper (Eds). 2002.** *Alitta succinea* species summary. National Introduced Marine Pest Information System. CSIRO. Disponible en: <http://crimp.marine.csiro.au/nimpis> (Fecha de consulta: 08/2008).
- **Laverde-Castillo, J.J. 1986.** Lista anotada de los Poliquetos (Annelida) registradas para el Pacífico colombiano, con notas preliminares sobre su zoogeografía. *Actualidades Biológicas*, 15(58): 123-130.
- **Londoño-Mesa, M., Polanía, J. y I. Vélez. 2002.** Polychaetes of the mangrove-fouling community at the Colombian Archipelago of San Andrés and Old Providence, Western Caribbean. *Wetl. Ecol. Manag.*, 10: 227-232.
- **Pardo, E.V. y D.M. Dauer. 2003.** Particle size selection in individuals from epifaunal versus infaunal populations of the nereidid polychaete *Neanthes succinea* (Polychaeta: Nereididae). En: Sigvaldadottir, E., Mackie, A.S.Y., Helgason, G.V., Reish, D.J., Svavarsson, J., Steingrimsson, S. and G. Guomundsson (Eds), *Advances in Polychaete Research; Hydrobiologia*, 496: 355-360.
- **Wilson, R. 2008.** Nereidid worm (*Alitta succinea*) Pest and Diseases Image Library (PaDIL). Disponible en: <http://www.padil.gov.au> (Fecha de consulta: 11/2008).

Autores ficha: Leonardo Herrera, Pilar Alzate y Jaime Cantera

MOLUSCOS

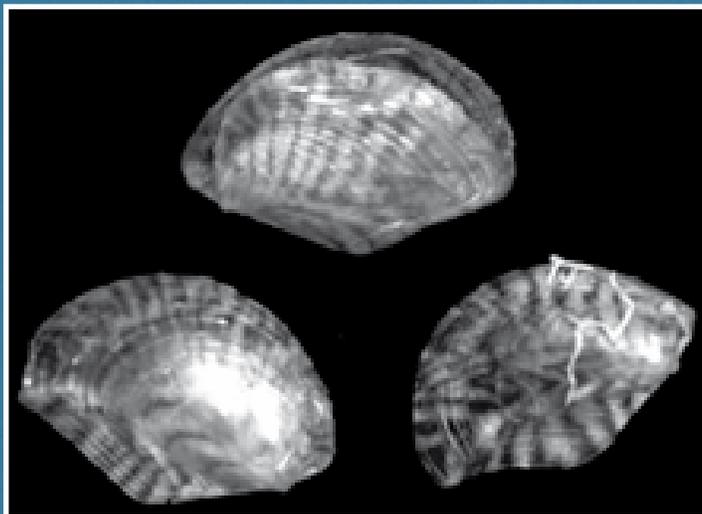
Electroma sp.

Foto: N. Ardila

Phylum	Mollusca
Clase	Bivalvia
Orden	Pterioida
Familia	Pteriidae
Género	<i>Electroma</i>
Nombre común	Ninguno conocido
Categoría	Introducida invasora

DIAGNOSIS

Concha frágil, eje mayor del disco oblicuo en la charnela; línea de la charnela notablemente más corta que el alto de la concha, el margen posterior no es sinuoso. Concha ámbar traslúcida con sombras café oscuras en forma de líneas estrechas. Longitud máxima 8 mm (Borrero y Díaz-Merlano, 1998). Actualmente no se conoce lo que ha pasado con la especie ni su identidad (Álvarez-León y Gutiérrez-Bonilla, 2007).

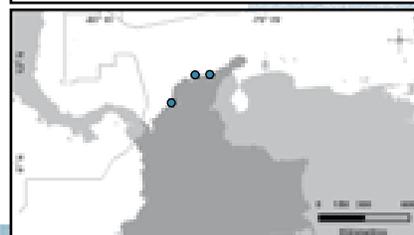
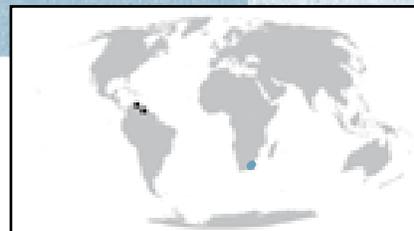
HÁBITAT

Exclusiva asociación con algas frondosas (*Sargassum* spp.) e hidroides (*Cnidoscaphos* sp.), octocorales y ramas de escleractinos (Borrero y Díaz-Merlano, 1998). Las especies del género *Electroma* presentan requerimientos de hábitat generalizados y una capacidad de adaptación a condiciones ambientales variadas (Çevik *et al.*, 2005).

TIPO DE INTRODUCCIÓN

Accidental, en aguas de lastre (Borrero y Díaz-Merlano, 1998). Su presencia en aguas colombianas indica que la introducción fue exitosa, en la medida

<p>AL PAÍS</p>	<p>que se convierte en un miembro permanente de la macrofauna bentónica submareal (Borrero y Díaz-Merlano, 1998).</p>
<p>DISTRIBUCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Nativa: Costa este de Sudáfrica (Borrero y Díaz-Merlano, 1998). ● Áreas de Invasión: Venezuela en Playa Tucacas y Puerto Bolívar; Colombia (Borrero y Díaz-Merlano, 1998). ● Registros en Colombia: En colectores artificiales ubicados en bahía Portete, Santa Marta, Golfo de Morrosquillo y Dibulla (Borrero y Díaz-Merlano, 1998). Se ha registrado en estado larval en muestras de plancton (Zapata, 1995; Valero, 1997).
<p>IMPACTOS POTENCIALES</p>	<p>Esta especie ha sido incorporada como componente importante en la dieta de peces bentónicos, en la costa de Venezuela y probablemente en Colombia. Es dominante temporal de sustratos bentónicos y en estado larval en muestras de zooplancton (Borrero y Díaz-Merlano, 1998). En la zona norte del Caribe colombiano, ha monopolizado sustratos algales. Recubre los artes de cultivo de bivalvos haciendo parte del fouling. Es abundante durante los meses de enero a abril llegando a ocupar casi todo el espacio disponible en los colectores, lo que dificulta la fijación de las especies de interés (Castellanos, 1997).</p>



Referencias

- **Álvarez-León, R. y F. Gutiérrez-Bonilla. 2007.** Situación de los invertebrados acuáticos introducidos y trasplantados en Colombia: Antecedentes efectos y perspectivas. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 31(121): 557-574.
- **Borrero, F. y J.M. Díaz-Merlano. 1998.** Introduction of the Indo-Pacific bivalve *Electroma* sp. to the tropical Western Atlantic. Bull. Mar. Sci., 62 (1): 269-274.
- **Castellanos, C. 1997.** Fijación de postlarvas (semilla) de moluscos bivalvos sobre colectores artificiales en el Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe Colombiano. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta. 139 p.
- **Çevik, C., Dogan, A., Önen, M. y A. Zenetos. 2005.** First record of the Indo-Pacific species *Electroma vexillum* (Mollusca: Bivalvia: Pterioidea) in the eastern Mediterranean. JMBA2-Biodiversity Records. Published online.
- **Valero, A. 1997.** Larvas de moluscos bivalvos del Caribe Colombiano II Variación temporal de abundancia en la región de Santa Marta y confirmación taxonómica de principales morfotipos. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta. 227 p.
- **Zapata, J. 1995.** Identificación y distribución espacio-temporal de las larvas planctónicas de moluscos en la región de Santa Marta Caribe Colombiano. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta. 221 p.

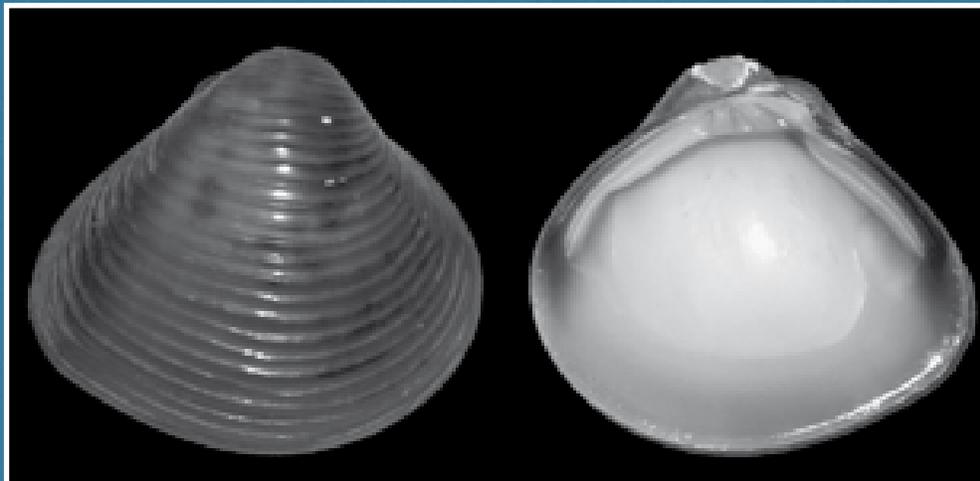
Corbicula fluminea (Frey y Leuckart, 1847)

Foto: M.V. De La Hoz

Phylum	Mollusca
Clase	Bivalvia
Orden	Veneroidea
Familia	Corbiculidae
Género	<i>Corbicula</i>
Nombre común	Almeja asiática
Categoría	Introducida invasora

SINONIMIAS	Sinonimias en: Global Invasive Species Database, 2008. <i>Corbicula leana</i> (Prime) <i>Corbicula fluminalis</i> (Müller, 1774) <i>Corbicula manilensis</i> (Philippi, 1884)
DIAGNOSIS	Concha relativamente robusta, umbos altos e inflados, ondulaciones en la parte externa espaciadas. No presenta seno paleal o es muy reducido. Periostraco de color amarillo-dorado o café claro, ligeramente brillante (Mansur <i>et al.</i> , 2004). Talla máxima 43 mm (De La Hoz, 2008).
HÁBITAT	Especie de agua dulce, que vive preferiblemente en ambientes lóticos; en otras partes se ha encontrado que tolera salinidades máximo de 13. Se encuentra en lagos y arroyos con cieno, lodo, arena y grava (Mansur <i>et al.</i> , 2004).
TIPO DE INTRODUCCIÓN AL PAÍS	Accidental, por vías fluviales. Hasta el momento no se tiene evidencia del mecanismo de llegada, sin embargo, De La Hoz (2008) por testimonios de pescadores, presume que la especie se estableció en la zona

aproximadamente en 1992 posterior a la construcción de un dique direccional en el río Magdalena, indicándolo como principal fuente de dispersión. Se conoce que inmigrantes chinos podrían haber transportado a *Corbicula fluminea* a Norteamérica, considerando probable que esta especie haya invadido Suramérica por este mecanismo (Darrigran y Damborenea, 2006). Así mismo se sugiere que pudo arribar asociada a otros moluscos (ostras) provenientes de Asia (com. pers. R. Mendoza-Alfaro).

DISTRIBUCIÓN

- **Nativa:** originaria de China, Corea y Rusia (Global Invasive Species Database, 2008).
- **Áreas de invasión: Europa:** Portugal, Francia, Bélgica y Alemania; Japón (Global Invasive Species Database, 2008). En América se registró por primera vez en Estados Unidos en la segunda década del siglo XX (Darrigrán, 1997; Cordeiro y Mac Williams, 1999); México (McMahon, 1991); Brasil y Argentina (Ituarte, 1981, 1994); Venezuela, Ecuador, Perú (McMahon, 1991; Ituarte, 1994) y Panamá (Counts *et al.*, 2003).
- **Registros en Colombia:** Humedal Vía Parque Isla de Salamanca (De La Hoz, 2008; SIBM – INVEMAR, 2008).



IMPACTOS POTENCIALES

Ocasiona el fenómeno de biofouling (De La Hoz, 2008); en Norteamérica *C. fluminea* es considerada una especie "peste" por los problemas de macrofouling, allí los daños causados a las tuberías se calculan en mil millones de dólares por año (com. pers. R. Mendoza-Alfaro); en Suramérica ha causado, a partir de la década de 1990, problemas de obstrucción en las tuberías de algunas hidroeléctricas y termoeléctricas en Brasil (Darrigran y Danboreana, 2006).

El éxito de la especie se debe a su alta fecundidad, madurez sexual temprana, alta tasa de crecimiento e incubación branquial (De La Hoz, 2008). Aunque en Colombia solo se encontró asociada a agua dulce, es importante aclarar que la especie puede tolerar salinidades bajas, por lo que se hace importante monitorear diversas áreas de la CGSM con el fin de determinar su movilización o presencia a través del sistema.

Al igual que el pez *Tricogaster pectoralis*, se decidió incluirla en esta guía por encontrarse en el sistema estuarino más importante del país y adicionalmente porque su presencia puede estar impactando de alguna manera a las especies estuarinas nativas de la CGSM.

Referencias

- **Balcom, N.C. 1994.** Aquatic Immigrants of the Northeast, No. 4: Asian Clam, *Corbicula fluminea*, Connecticut Sea Grant College Program. En: The Sea Grant Nonindigenous Species Site (SGNIS) is a project of the National Sea Grant College Program, http://www.sgnis.org/publicat/nespp_4.htm (Fecha de consulta: 11/2008).
- **Cordeiro, J.R y S. Mac Williams. 1999.** Ocurrence of the Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia: Sphaeriacea: *Corbiculidae*) in Colorado. *The Veliger*, 42(3): 278-280.
- **Counts, C.L., Villalaz J.R. y J.A. Gomez. 2003.** Ocurrence of *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) in Panamá. *J. Freshw. Ecol.*, 18(3): 497-498.
- **Darrigrán, G.A. 1997.** Invasores en la Cuenca del Plata. *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy*, 7(38): 1-6.
- **Darrigran, G. y C. Damborenea (Eds). 2006.** Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano. La Plata: Univ. Nacional de La Plata, 226 p.
- **De La Hoz, M. 2008.** Primer registro en Colombia de *Corbicula fluminea* (Mollusca: Bivalvia: Corbiculidae), una especie invasora. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 37(1): 197-202.
- **Global Invasive Species Database. 2008.** *Corbicula fluminea*. <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=537&fr=1&sts=sss&lang=EN> (Fecha de consulta: 11/2008).
- **Ituarte, C.F. 1981.** Primera noticia acerca de la introducción de pelecípodos asiáticos en el área rioplatense. *Neotrópica*, 27(77): 79-82.
- **Ituarte, C.F. 1994.** *Corbicula* and *Neocorbicula* (Bivalvia: Corbiculidae) in the Paraná, Uruguay, and Río de La Plata basins. *The Nautilus*, 107(4): 129-135.
- **Mansur, M.C., Callil, C., Cardoso, F. y J.A. Ibarra. 2004.** Uma retrospectiva e mapeamento da invasao de espécies de *Corbicula* (Mollusca, Bivalvia, Veneroidea, Corbiculidae) oriundas do sudeste asiático, na América do Sul. En: da Silva y de Souza (Eds). *Agua de Lastro e Bioinvasao*. Rio de Janeiro, Interciencia. 224 p.
- **McMahon, R. 1991.** Mollusca: Bivalvia. 315-399. En: Thorp, J.H. y A.P. Covich. (Eds.). *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. Academic Press, Nueva York, 911 p.
- **SIBM – INVEMAR. 2008.** Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina de Colombia. Base de datos en línea. URL: <http://www.invemar.org.co/siam/sibm/index.htm> (Fecha de consulta: 12/11/2008).

Autores ficha: Adriana Gracia, Johanna Medellín y Diego L. Gil

***Perna perna* (Linné, 1758)**



Foto: A. Gracia

Phylum	Mollusca
Clase	Bivalvia
Orden	Mytiloida
Familia	Mytilidae
Género	<i>Perna</i>
Nombre común	Mejillón café
Categoría	Introducida

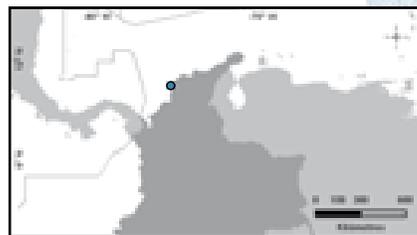
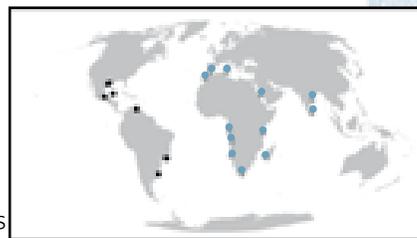
SINONIMIAS

Sinonimias en: Rosenberg, 2009
Mya perna Linné, 1758
Mytilus pictus Born, 1778
Mytilus auratus Molina, 1782
Perna magellanica Retzius, 1788
Mytilus afer Gmelin, 1791
Mytilus versicolor Gmelin, 1791
Mytilus variegatus Röding, 1798
Mytilus africanus G. Fischer, 1807
Mytilus elongatus G. Fischer, 1807
Mytilus achatinus auct. non Lamarck, 1819
Mytilus irisans Jousseaume, 1888
Mytilus mauretanicus Pallary, 1900

DIAGNOSIS

Concha lisa, con líneas concéntricas de crecimiento. Margen ventral recto; chamela con uno o dos dientes; periostraco café oscuro, con bandas verde-amarillentas cerca del margen ventral. Cicatriz del músculo retractor posterior dividida. Interior de la concha nacarado, color púrpura. Talla máxima 170 mm (Rios, 1994; GSMFC, 2003).

HÁBITAT	<p>Se encuentra en sustratos duros, en aguas litorales y sublitorales someras de océanos tropicales y subtropicales (de Souza <i>et al.</i>, 2004). Puede colonizar boyas de navegación, plataformas de petróleo, cascos de embarcaciones y otros sustratos artificiales (de Souza <i>et al.</i>, 2004; Global Invasive Species Database, 2008). Este mejillón en la zona nororiental de Venezuela ha formado bancos naturales debido a las condiciones favorables de temperatura y disponibilidad de alimento generadas por las surgencias costeras que ocurren en la zona (Urbano <i>et al.</i>, 2005).</p>
TIPO DE INTRODUCCIÓN AL PAÍS	<p>Intencional. De acuerdo con Álvarez-León y Gutiérrez-Bonilla (2007) la especie fue introducida desde Venezuela en 1965 con fines de acuicultura y experimentación en el departamento de Bolívar por la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Magdalena y del Sinú, considerándola como una introducción no exitosa.</p>
DISTRIBUCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ● Nativa: India, Sri Lanka, Mar Rojo, Madagascar y Sur de África. Costa oeste de África, Namibia, Angola y Congo, reapareciendo en Marruecos, Estrecho de Gibraltar y Golfo de Túnez (de Souza <i>et al.</i>, 2004). ● Áreas de invasión: Exótica en todas las Américas. En Norteamérica, fue registrada por primera vez para México en 1990, como una especie introducida en aguas de lastre e incrustaciones de embarcaciones. En Suramérica su presencia es confirmada para Uruguay, Brasil (de donde se presume llegó en la época del tráfico de esclavos desde África) y Venezuela (introducida con fines de acuicultura) (de Souza <i>et al.</i>, 2004; Global Invasive Species Database, 2008). ● Registros en Colombia: Cartagena (Bolívar). Históricamente se ha documentado a partir de valvas encontradas sobre la playa (Díaz-Merlano y Puyana-Hegedus, 1994). Adicionalmente, Becerra y Jiménez (1989) citan la presencia de <i>Perna canaliculus</i> sobre sustratos artificiales en un sector de la bahía de Cartagena, lo que puede tratarse de una identificación errónea que correspondería a <i>P. perna</i> o <i>P. viridis</i>. A la fecha no se tiene material de referencia (con cuerpo blando) que sustente su presencia, pero la confirmación de <i>P. viridis</i> en Colombia indica que esta especie también podría ser encontrada como establecida en el área.
IMPACTOS POTENCIALES	<p>Puede llegar a hundir boyas de navegación afectando la seguridad de los barcos (Hicks y Tunnel, 1995). Puede afectar la salud humana por la</p>



bioacumulación de toxinas causando la Intoxicación Paralizante por Mariscos (Paralytic Shellfish Poisoning) (Barbera-Sánchez *et al.*, 2004).

Referencias

- **Álvarez-León, R. y F. Gutiérrez-Bonilla. 2007.** Situación de los invertebrados acuáticos introducidos y transplantados en Colombia: Antecedentes efectos y perspectivas. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 31(121): 557-574.
- **Barbera-Sánchez, A, Soler, J., Astudillo, L. y I. Chang-Yen. 2004.** Paralytic shellfish poisoning (PSP) in Margarita Island, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 52 (Suppl. 1): 89-98.
- **Becerra, J. y A.V. Jiménez, 1989.** Evaluación cualitativa de los organismos adherentes sobre sustrato elaborado por electrólisis en agua de mar en una zona del Caribe colombiano. Tesis Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Cartagena de Indias, 161 p.
- **De Souza, R.C., Fernandes, F. y E. da Silva. 2004** Distribuicao atual do mexilhao *Perna perna* no mundo: Un caso recente de bioinvasao. En: da Silva y de Souza (Eds). *Agua de Lastro e Bioinvasao*. Rio de Janeiro, Interciencia. 224 p.
- **Díaz-Merlano, J.M. y M. Puyana-Hegedus. 1994.** Moluscos del Caribe colombiano. Un catálogo ilustrado. COLCIENCIAS-Fundación Natura-INVEMAR. Santa Fe de Bogotá D. C., 291 p., 78 lam.
- **Global Invasive Species Database, 2008.** *Perna perna*. <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=19&fr=1&sts=sss> (Fecha de consulta: 11/2008).
- **GSMFC (Gulf States Marine Fisheries Commission). 2003.** *Perna perna* (Linnaeus, 1758). University of Southern Mississippi/College of Marine Sciences/Gulf Coast Research Laboratory. http://nis.gsmfc.org/nis_factsheet.php?toc_id=149.
- **Hicks, D.W. y J.W. Tunnell. 1995.** Ecological notes and patterns of dispersal in the recently introduced mussel, *Perna perna* (Linne 1758), in the Gulf of Mexico. *Am. Malacol. Bull.*, 11: 203-206.
- **Rios, E.C. 1994.** Seashells of Brazil. 2nd Edition. Rio Grande, Brazil. 368 p. 113 pls.
- **Rosenberg, G. 2009.** Malacolog 4.1.1: A Database of Western Atlantic Marine Mollusca. [WWW database (version 4.1.1)] URL <http://www.malacolog.org/> (Fecha de consulta: 09/2009).
- **Urbano, T., Lodeiros, C., De Donato, M., Acosta, V., Arrieche, D., Núñez, M. y J. Himmelman. 2005.** Crecimiento y supervivencia de los mejillones *Perna perna*, *Perna viridis* y un morfotipo indefinido bajo cultivo suspendido. *Cienc. Mar.*, 31(3): 517-528.

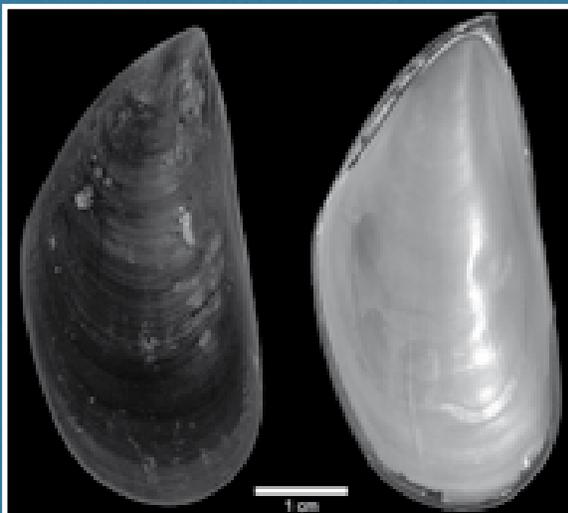
Perna viridis (Linné, 1758)

Foto: A. Graciá.

Phylum	Mollusca
Clase	Bivalvia
Orden	Mytiloidea
Familia	Mytilidae
Género	<i>Perna</i>
Nombre común	Mejillón verde asiático
Categoría	Introducida invasora

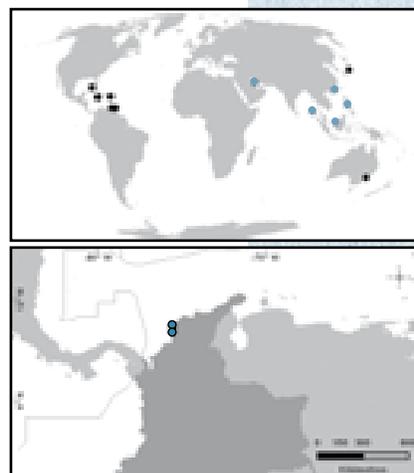
SINONIMIAS

Sinonimias en: Global Invasive Species Database (2009)
Chloromya viridis Dodge, 1952
Mytilus (Chloromya) smaragdinus Jukes-Browne, 1905
Mytilus (Chloromya) viridis Lamy, 1936
Mytilus opalus Lamarck, 1819
Mytilus smaragdinus Chemnitz, 1785
Mytilus viridis Linné, 1758
Perna viridis Ahmed, 1974

DIAGNOSIS

Concha grande (160 mm), elongada, con anillos concéntricos de crecimiento visibles; margen ventral cóncavo sobre un lado; periostraco verde (en juveniles verde brillante mientras que los adultos lo presentan café a verde oscuro); interior de la concha nacarado. Este mitilido se distingue a nivel molecular de todos los otros del género por presentar 30 en vez de 28 cromosomas diploides (Urbano *et al.*, 2005; NIS, 2009; SMS, 2009; USGS, 2009).

<p>HÁBITAT</p>	<p>En su región de origen el mejillón verde se localiza en estuarios y áreas marinas, en costas intermareales y sobre rocas (NIS, 2009); en áreas de introducción como La Florida crece densamente sobre cascos de botes, muelles, raíces de manglar, equipos para tratamiento de aguas y otras estructuras duras (Mikkelsen y Bieler, 2008). En Colombia fue observada sobre pilotes de muelles (obs. personal) y piscinas de camaricultura. Se conoce que presenta una alta tolerancia a salinidades reducidas y una alta tasa de sobrevivencia en aguas turbias (NIS, 2009).</p>
<p>TIPO DE INTRODUCCIÓN AL PAÍS</p>	<p>Accidental. Este mejillón fue introducido accidentalmente en Trinidad y el Caribe desde los años 90 y desde entonces se ha extendido a las costas de Venezuela (Urbano <i>et al.</i>, 2005). En este sentido su introducción al país pudo haber sido accidental, por transporte de larvas, sin embargo no se descarta que haya entrado con fines de acuicultura.</p>
<p>DISTRIBUCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Nativa: Mejillón nativo de la región del Indo-Pacífico. Posee una distribución tropical que abarca desde el Golfo Pérsico hasta las Filipinas y desde el este de la China hasta Indonesia (Urbano <i>et al.</i>, 2005; NIS, 2009). ● Áreas de invasión: El ámbito conocido de introducción de la especie es amplio e incluye porciones de las costas de Australia, Japón, el Caribe, Norte y Sur América. En el Atlántico y el Caribe ha sido registrada para Jamaica, Venezuela, Trinidad y Tobago (SMS, 2009). ● Registros en Colombia: Puerto de Cartagena y piscinas para cultivo de camarones (cercañas canal del Dique), Bolívar (Com. Pers. Cristina Calderón, UJTL).
<p>IMPACTOS POTENCIALES</p>	<p>Bajo condiciones de cultivo, es una especie comercialmente importante por su rápido crecimiento y altas densidades poblacionales, sin embargo en ambientes sometidos a contaminación, es un bivalvo que puede ser indicador de biopolución de metales pesados, organoclorados e hidrocarburos (NIS, 2009), por lo que su comercialización o consumo podría poner en riesgo la salud de la población que la recibe. Así mismo por su rápido crecimiento y grandes tallas, podría estar compitiendo por espacio, desplazando especies nativas y modificando la estructura de la comunidad.</p> <p>Según la USGS (2009) otros potenciales impactos negativos incluyen la competencia con la pesca de ostras, desplazamiento de mejillones nativos y potencial portador de enfermedades y parásitos dañinos para las especies nativas. Así mismo afecta las actividades acuícolas de otras</p>



especies obstruyendo trampas para cangrejos y bolsas para cultivo de mejillones (com. pers. R. Mendoza-Alfaro).

En el estuario de la bahía de Tampa, es una especie que se encuentra bien establecida y se cree que la larva pudo ser transportada por aguas de lastre locales; ante esta experiencia se sugiere el monitoreo, control y vigilancia en puertos costeros vecinos con el fin de evitar su transporte o movilización a nuevas áreas del Caribe colombiano.

Referencias

- **Global Invasive Species Database, 2008.** *Perna viridis*. <http://www.issg.org/database/species/search.asp?sts=sss&st=sss&fr=1&sn=perna&rn=&hci=1&ei=1&lang=EN> (Fecha de consulta: 09/2009).
- **Mikkelsen, P. y R. Bieler. 2008.** Seashells of Southern Florida. Living marine mollusks of the Florida keys and adjacent regions. Bivalves. Princeton University Press. 503 p.
- **NIS. 2009.** Non native aquatic species in the Gulf of Mexico and South Atlantic Regions. *Perna viridis*. http://nis.gsmfc.org/nis_factsheet.php?toc_id=150. (Fecha de consulta: 09/2009).
- **SMS. 2009.** Smithsonian Marine Station at Fort Pierce. http://www.sms.si.edu/irlSpec/Perna_viridis.htm (Fecha de consulta: 09/2009).
- **Urbano, T., Lodeiros, C., De Donato, M., Acosta, V., Arrieche, D., Núñez, M. y J. Himmelman. 2005.** Crecimiento y supervivencia de los mejillones *Perna perna*, *Perna viridis* y un morfotipo indefinido bajo cultivo suspendido. *Cienc. Mar.*, 31(3): 517-528.

Autores ficha: Adriana Gracia y Johanna Medellín

CRUSTÁCEOS

Balanus amphitrite (Darwin, 1854)

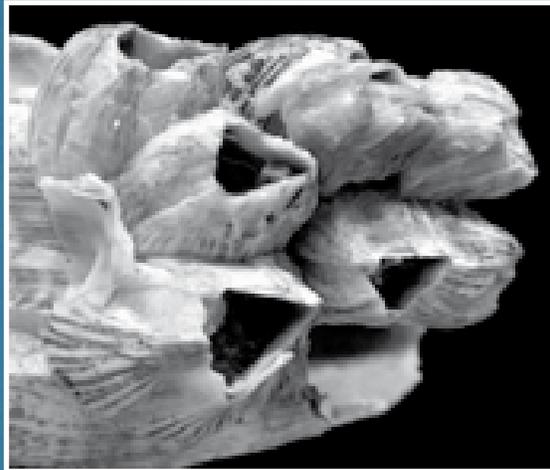


Foto: J. Medellín y A. Gracia

Phylum	Arthropoda
Subphylum	Crustacea
Clase	Maxillopoda
Orden	Thoracica
Familia	Balanidae
Género	<i>Balanus</i>
Nombre común	Balano rayado
Categoría	Introducida Invasora

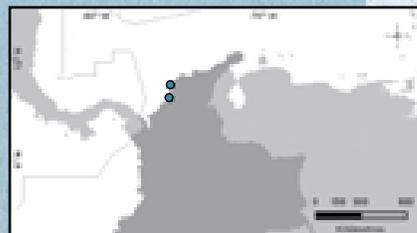
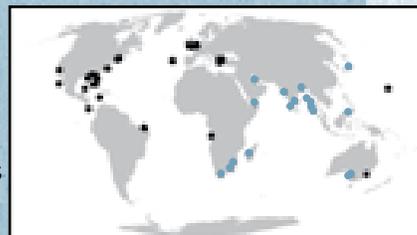
SINONIMIAS

Históricamente esta especie ha presentado controversia a nivel taxonómico, reconociéndose antiguamente nueve subespecies. Los estudios de Henry y McLaughlin (1975) establecieron solo dos variedades *B. amphitrite amphitrite* y *B. amphitrite saltonensis*, tomando los otros nombres como sinonimias. Finalmente, estudios moleculares han permitido establecer una sola subespecie *B. amphitrite amphitrite* (Masterson, 2007). Esta se constituye en un ejemplo de aquellas especies que por error se redescubrieron como especies nativas después de su introducción o aparición en una nueva región (Rilov y Crooks, 2009).

DIAGNOSIS

Organismo pequeño, sésil en estado adulto, de forma cónica, una pared de placas calcáreas rodea al animal. Las placas son blancas y presentan líneas de bandas verticales color púrpura. En su interior el animal está cubierto por un opérculo móvil de dos mitades simétricas triangulares, cada una de estas mitades contienen dos placas, el tergo y el escudo. Posee 12-13 dientes en

	la parte anterior de la boca (labro) y una espuela larga en el tergo. Talla: 2 cm de diámetro. Presenta larva planctónica (Harding, 1962; DeFelice <i>et al.</i> , 2001).
HÁBITAT	Costero y estuarino. Habitual en la comunidad fouling intermareal de los puertos y ensenadas protegidas. Se pueden fijar sobre cualquier superficie, rocas, muelles, cascos de embarcaciones, conchas de moluscos y raíces de manglar (DeFelice <i>et al.</i> , 2001; Rilov y Crooks, 2009). Presenta tolerancia a aguas turbias y con enriquecimiento orgánico (Elías y Vallarino, 2001).
TIPO DE INTRODUCCIÓN AL PAÍS	La gran dispersión de la especie a escala mundial es debida a su capacidad de adherirse en los cascos de barcos y posiblemente al transporte de larvas en aguas de lastre (Cohen, 2006).
DISTRIBUCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ● Nativa: El ámbito nativo de distribución de la especie es incierto, sin embargo puede estar localizado desde el Océano Índico hasta el Pacífico suroeste, basándose en registros fósiles del Pleistoceno (Carlton, 1979; Cohen y Carlton, 1995; DeFelice <i>et al.</i>, 2001; Masterson, 2007). ● Áreas de invasión: Se estableció en Hawái en 1902; alcanzó la costa Pacífica de las Américas (puerto de Los Ángeles) en 1914; en la década de 1940 fue registrada en el Atlántico occidental (La Florida), donde ha sido documentada para diversos lugares del Caribe y el Golfo de México, llegando hasta Massachusetts (Carlton, 1979; Cohen y Carlton, 1995). Actualmente presenta una distribución mundial en mares cálidos y templados (DeFelice <i>et al.</i>, 2001). ● Registros en Colombia: Cartagena (muelle CIOH) (Becerra y Jiménez, 1989); Ciénaga de La Boquilla (Golfo de Morrosquillo) (Prüsmann y Palacio, 2008).
IMPACTOS POTENCIALES	<p>En Colombia son desconocidos, sin embargo estos organismos son un serio problema económico al ser fouling en los barcos, boyas y muelles (DeFelice <i>et al.</i>, 2001). Por otra parte, compiten por espacio con las especies nativas, principalmente con otras especies de balanos y taxa bioincrustantes (com. pers. R. Mendoza).</p> <p>Se recomienda profundizar en estudios taxonómicos sobre este grupo de cirripedios, ya que en diferentes estudios consultados no es clara la definición a nivel de especie, son encontrados normalmente como <i>Balanus</i> sp.,</p>



sin especificar cuál de las especies se encuentra en Colombia y cuál es su estado actual de distribución.

Referencias

- **Becerra, J. y A.V. Jiménez, 1989.** Evaluación cualitativa de los organismos adherentes sobre sustrato elaborado por electrólisis en agua de mar en una zona del Caribe colombiano. Tesis Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Cartagena de Indias, 161 p.
- **Carlton, J.T. 1979.** History, biogeography, and ecology of the Introduced marine and estuarine invertebrates of the Pacific coast of North America. Ph.D. thesis, University of California, Davis, CA. 904 p.
- **Cohen, A. 2006.** Species introductions and the Panama Canal. Chapter III. En: Gollasch, Galil y Cohen (Ed.). Bridging divides maritime canals as invasion corridors. Springer. 80 p.
- **Cohen, A.N. y J.T. Carlton. 1995.** Nonindigenous aquatic species in a United States estuary: A case study of the biological invasions of the San Francisco Bay and Delta. Report to the U.S. Fish and Wildlife Service and the National Sea Grant College Program, Connecticut. 262 p.
- **DeFelice, R., Eldredge, L. y J. Carlton. 2001.** Nonindigenous, Marine Invertebrate. En: Eldredge, L. y C. Smith. A Guidebook of Introduced Marine Species in Hawaii. Bishop Museum Technical Report. 21: B-35-36.
- **Elías, R. y E.A. Vallarino. 2001.** The introduced barnacle *Balanus glandula* (Darwin) in the Mar del Plata port as a structuring species in the intertidal community. Invest. Mar., Valparaíso, 29(1): 37-46.
- **Flowerdew, M.W. 1985.** Indices of genetic identity and distance in three taxa within the *Balanus amphitrite* Darwin Complex (Cirripedia, Thoracica). Crustaceana, 49(1): 7-15.
- **Harding, J.P. 1962.** Darwin's type specimens of varieties of *Balanus amphitrite*. Of the British Museum (Natural History), 9(7): 274-296.
- **Henry, D.P. y P. McLaughlin. 1975.** The barnacles of the *Balanus amphitrite* complex (Cirripedia: Thoracica). Zool. Verh. 141:1-254.
- **Masterson, J. 2007.** *Balanus amphitrite*. Smithsonian Marine Station at Fort Pierce. http://www.sms.si.edu/IRLSpec/Balanus_amphitrite.htm (Fecha de consulta: 27/05/2009).
- **Prüßman, J. y J. Palacio 2008.** Colonización de moluscos y crustáceos en raíces de mangle rojo. Gestión y Ambiente, 11(3): 77-86.
- **Rilov, G. y J.A. Crooks (Eds). 2009.** Biological invasions in marine ecosystems. Ecological, management and geographic perspectives. Ecol. Stud., 204. 641 p.

Autores ficha: Johanna Medellín y Adriana Gracia

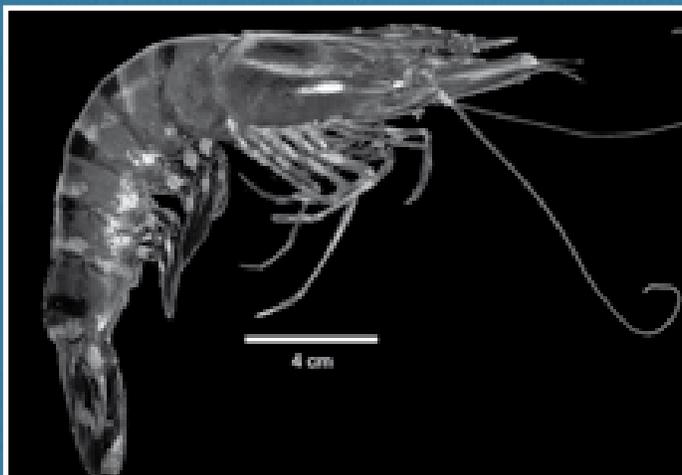
Penaeus monodon Fabricius, 1798

Foto: J. Medellín, A. Gracia

Phylum	Arthropoda
Subphylum	Crustacea
Clase	Malacostraca
Orden	Decapoda
Familia	Penaeidae
Género	<i>Penaeus</i>
Nombre común	Camarón jumbo, camarón tigre gigante
Categoría	Introducida

SINONIMIAS

Sinonimias en: GSMFC, 2009
Penaeus carinatus Dana, 1852
Penaeus caeruleus Stebbings, 190
Penaeus bubulus Kubo, 1949
Penaeus monodon var. *manillensis* Villaluz y Arriola, 1938

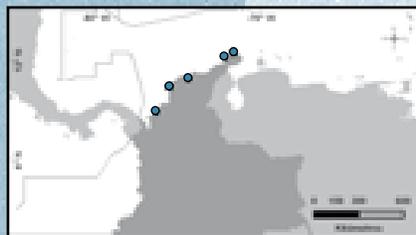
DIAGNOSIS

Como otros camarones penéideos presenta un rostro bien desarrollado y dentado; caparazón con espinas antenales y hepáticas pronunciadas. Quinto pereiópodo ausente; carina hepática recta horizontalmente; carina gastro-orbital ocupando la mitad posterior de la distancia entre la espina hepática y el margen postorbital del caparazón (Pérez-Farfante y Kensley, 1997). Los colores varían desde verde, café, rojo, gris, azul y bandas transversales de colores sobre el abdomen y caparazón que se alternan entre azul o negro y amarillo, dependiendo del tipo de alimento y sustrato (FAO, 2008). Machos adultos alcanzan los 33 cm, las hembras pueden ser más grandes.

HÁBITAT

Los adultos se encuentran a menudo sobre fondos fango-arenosos o arenosos de 20-50 m de profundidad. Se reproducen en hábitats marinos

	<p>tropicales y sus etapas larvales y juveniles en lagunas costeras o manglares (FAO, 2008).</p>
<p>TIPO DE INTRODUCCIÓN AL PAÍS</p>	<p>Intencional, con fines de cultivo para consumo y exportación. Según Álvarez-León y Gutiérrez-Bonilla (2007), la especie fue introducida en Córdoba procedente de Brasil.</p>
<p>DISTRIBUCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Nativa: Indo Pacífico, costa este de África, Mar Rojo, Madagascar, Mauritania, Reunión, Pakistán, India, Sri Lanka, Malasia, Singapur, Indonesia, China, Filipinas, Hong Kong, Taiwán, Japón, Corea, Nueva Guinea, Este y Oeste de Australia, Islas Fiji (Pérez-Farfante y Kensley, 1997; FAO, 2008). ● Áreas de invasión: Ha sido capturada en la costa este de los Estados Unidos (Franklin, 2002), recientemente se han encontrado poblaciones en las costas de Alabama y Carolina del Sur, México (Córdoba-Murueta <i>et al.</i>, 1994), Golfo de Venezuela (Atencio <i>et al.</i>, 2006), Ecuador (Barragán-Virviescas, 1993) y Brasil (Tavares y Braga, 2004). ● Registros en Colombia: A través de todo el Caribe colombiano. Se han registrado hembras maduras en la plataforma continental del departamento de La Guajira, frente al Cabo de La Vela y en Punta Gallinas (Gómez y Campos, 2008). Así mismo se ha registrado frente a la Ciénaga Grande de Santa Marta (Hoy Diario del Magdalena, 2008; SIBM-INVEMAR, 2008), se ha encontrado en Cartagena (Bolívar) (El Tiempo, 2006), Córdoba (Álvarez-León y Gutiérrez-Bonilla, 2007), y se conoce de su presencia en el golfo de Urabá (Com. Pers. J. Leal-Universidad de Antioquia).
<p>IMPACTOS POTENCIALES</p>	<p>En condiciones de cultivo esta especie es portador de una gran variedad de virus (p. ej. Mancha blanca WSSV y cabeza amarilla YHV, entre otros). Además en estado silvestre es portador de virus que pueden ser transmitidos a otras especies (Chang <i>et al.</i>, 1998).</p> <p>Es importante destacar que la especie se ha ido registrando cada vez con mayor frecuencia; su presencia en arrastres y faenas pesqueras indica que se encuentra bien establecida a lo largo de todo el Caribe colombiano. Dado que este tipo de organismos pasa sus estadios de vida tempranos en ciénagas o sistema estuarinos, su presencia podría poner en riesgo y desplazar especies nativas, modificando la estructura tanto trófica como de la comunidad de estos sistemas lagunares. Por otra parte las grandes tallas registradas para adultos sugieren que puede ser un importante depredador potencial de especies nativas o de otros camarones de importancia comercial que estarían compar-</p>



	<p>tiendo su hábitat. Es recomendado de manera inmediata comenzar estudios sobre su ciclo de vida, hábitos alimentarios, evaluar el estado actual de sus poblaciones, amenazas y tomar medidas de control en el Caribe colombiano.</p>
ESTRATEGIAS DE CONTROL	<p>La especie fue incluida en los listados nacionales de especies exóticas a través de la Resolución 0207 (febrero 3 de 2010) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial "Por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones". En dicha resolución se adoptan algunas medidas especiales de manejo y control relacionadas con la especie.</p>

Referencias

- **Álvarez-León, R. y F. Gutiérrez-Bonilla. 2007.** Situación de los invertebrados acuáticos introducidos y transplantados en Colombia: Antecedentes efectos y perspectivas. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 31(121): 557-574.
- **Atencio, M., Morán, R. y J. Jurado. 2006.** Presencia de *Penaeus monodon* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) en aguas del Golfo de Venezuela. 160-161. En: III Congreso Colombiano de Acuicultura. Universidad Magdalena, Santa Marta.
- **Barragan-Virviescas, J. 1993.** Presencia de *Penaeus monodon* (F.) en aguas ecuatorianas. *INP – Rev. Ciencias El Mar y Limnología*, 3(1): 225-227.
- **Chang, P.S., Chen H.C. y Y.C. Wang. 1998.** Detection of white spot syndrome associated baculovirus in experimentally infected wild shrimp, crab and lobsters by in situ hybridization. *Aquaculture*, 164: 233-242.
- **Córdoba-Murueta, J.H., Acosta-Ruiz, M. de J. y D. Voltolina-Lobina. 1994.** Primer registro de *Penaeus monodon* Fabricius 1798 en las costas de Sinaloa, México. *Rev. Invest. Científica*, 5(1): 31-32.
- **El Tiempo. 2006.** Presencia del camarón gigante *Penaeus monodon* en Cartagena. Edición Abril 16 de 2006.
- **FAO. 2008.** A world overview of species of interest to fisheries - *Penaeus monodon*. Text by SIDP - Species Identification and Data Programme. In *FAO Fisheries and Aquaculture Department* (online). Rome. Updated 03 Mar 2004. (Fecha de consulta: 06/11/2008).
- **Franklin, W. 2002.** *Penaeus monodon* volta a aparecer no litoral Cearense. *Rev. Panorama Aqüicultura*, 12 (72): 9-11.
- **Gómez-Lemos, L. y N. Campos. 2008.** Presencia de *Penaeus monodon* Fabricius, 1798 (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) en aguas de La Guajira Colombiana. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 37(2): 221-225.
- **GSMFC. 2009.** Non-native aquatic species in the Gulf of Mexico and south Atlantic regions. *Gulf States Marine Fisheries Commission*. <http://nis.gsmfc.org/> (Fecha de consulta: 28/05/2009).
- **Hoy Diario del Magdalena, 2008.** Pescaron camarón gigante en Ciénaga. Edición del 27 de Agosto de 2008.
- **Pérez-Farfante, I. y B. Kensley. 1997.** Penaeid and sergestoid shrimps and prawns of the World. Keys and diagnoses for the families and genera. *Mém. Mus. Natn. Hist. Nat.*, 175: 1-233. Paris.
- **SIBM – INVEMAR. 2008.** Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina de Colombia. Base de datos en línea. URL: <http://www.invemar.org.co/siam/sibm/index.htm> (Fecha de consulta: 12/11/2008)
- **Tavares, M. y J. Braga. 2004.** Introdução de crustáceos decápodes exóticos no Brasil: Uma roleta ecológica. 59-76. En: Salles, J. y R.S. Corrêa (Eds.). *Água de lastro e bioinvasão*. InterCiência, Rio de Janeiro.

***Charybdis hellerii* (Milne-Edwards, 1867)**

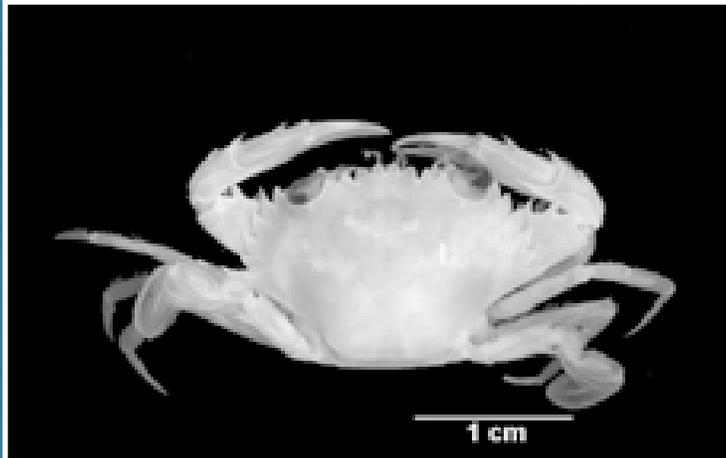


Foto: J. Medellín

Phylum	Arthropoda
Subphylum	Crustacea
Clase	Malacostraca
Orden	Decapoda
Familia	Portunidae
Género	<i>Charybdis</i>
Nombre común	Cangrejo nadador del Indo-Pacífico
Categoría	Introducida invasora

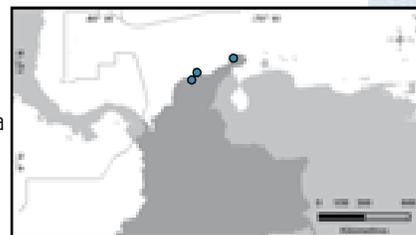
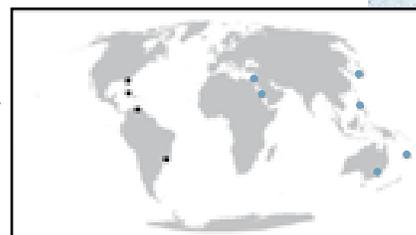
SINONIMIAS

Sinonimias en: Dineen, 2001
Charybdis (Charybdis) hellerii A. Milne Edwards, 1867
Goniosoma hellerii A. Milne Edwards, 1867
Charybdis merguensis Sakai, 1934
Charybdis (Goniosoma) merguense Alcock, 1899

DIAGNOSIS

Presenta una espina sobre el borde del margen posterior del carpus del quinto apéndice torácico; caparazón con la superficie desnuda; margen anterolateral con seis dientes afilados con la punta color negro; región frontal con seis dientes prominentes; quela fuerte; palma con cinco espinas fuertes, agudas y negras en el margen posterior distal; propodio con una fila de espinas en el margen posterior; telson triangular (Leene, 1938; Lemaitre, 1995). Color crema claro, con visos verdosos y violáceos en los márgenes superior e inferior del caparazón y en las superficies superiores de los quelípedos y patas (Gómez y Martínez-Iglesias, 1990). Longitud caparazón 41-50 mm; ancho caparazón 66-81 mm.

HÁBITAT	Esta especie prefiere fondos blandos, aunque también se encuentra en rocas y arrecifes de coral, hasta máximo 51 m de profundidad (Stephenson <i>et al.</i> , 1957).
TIPO DE INTRODUCCIÓN AL PAÍS	Accidental desde el Mediterráneo. Su introducción pudo haber ocurrido a través de aguas de lastre o en los cascos de los barcos (Campos y Turkey, 1989).
DISTRIBUCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ● Nativa: Océano Índico, Pacífico y Mar Mediterráneo oriental (Stephenson <i>et al.</i>, 1957; Zarenkov, 1968; Stephenson, 1972). ● Áreas de Invasión: USA (Lemaitre, 1995); Mar Caribe: Cuba (Gómez y Martínez-Iglesias, 1990); Venezuela (Hernández y Bolaños, 1995; Moran y Atecio, 2006); Brasil (Mantelatto y García, 2001). ● Registros en Colombia: El primer registro fue en 1987 en Bahía Portete (La Guajira) y un año después en Bahía de Chengue (Parque Nacional Natural Tayrona) (Campos y Turkey, 1989). También ha sido registrada en la Ciénaga Grande de Santa Marta (Campos <i>et al.</i>, 2004).
IMPACTOS POTENCIALES	Puede competir potencialmente con cangrejos braquiuros nativos, particularmente con otros portunidos como <i>Callinectes</i> spp., por alimento y hábitat. De estos, la especie <i>Callinectes sapidus</i> es un recurso explotable en la región (Campos y Turkey, 1989). Puede provocar cambios en las comunidades bentónicas. Aunque actualmente se conoce que <i>C. hellerii</i> no se aprovecha artesanal ni industrialmente, a pesar de su abundancia (Álvarez-León y Gutiérrez-Bonilla, 2007).



Referencias

- **Álvarez-León, R. y F. Gutiérrez-Bonilla. 2007.** Situación de los invertebrados acuáticos introducidos y transplantados en Colombia: Antecedentes efectos y perspectivas. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 31(121): 557-574.
- **Campos, N.H., Blanco, J. y F. Troncoso. 2004.** La fauna asociada a los bosques de manglar de la ecorregión Ciénaga Grande de Santa Marta. Pág. 99-111. En: Garay, J., Restrepo, J., Casas, O., Solano, O. y F. Newmark (eds.) 2004. Los manglares de la ecorregión Ciénaga Grande de Santa Marta: pasado, presente y futuro. INVEMAR – Serie de publicaciones especiales No. 11. Santa Marta. 236 p.

- **Campos, N.H. y M. Türkay. 1989.** On a record of *Charybdis hellerii* from the Caribbean coast of Colombia. *Senckenbergiana marit.*, 20: 119-123.
- **Dineen, J. 2001.** Report *Charybdis helleri* (Indo-Pacific swimming crab). Smithsonian Marine Station at Fort PIERCE. http://www.sms.si.edu/irlSpec/Charyb_heller.htm (Fecha de consulta: 12/11/2008).
- **Gómez O. y J. Martínez-Iglesias. 1990.** Reciente hallazgo de la especie indopacífica *Charybdis helleri* (A. Milne-Edwards, 1867) (Crustacea: Decapoda: Portunidae) en aguas cubanas. *Carib. J. Sci.*, 26(1-2): 70-72.
- **Lemaitre, R. 1995.** *Charybdis hellerii* (Milne Edwards, 1867), a nonindigenous portunid crab (Crustacea: Decapoda: Brachyura) discovered in the Indian river lagoon system in Florida. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 108(4): 643-648.
- **Leene, J.E. 1938.** The Decapoda Brachyura of the Sibagoga Expedition. 7. Brachygnatha: Portunidae. *Momograph of the Sibagoga Expedition 39C3, Livre 131*: 1-156.
- **Mantelatto, F.L. y R. Garcia. 2001.** Biological aspects of the nonindigenous portunid crab *Charybdis hellerii* in the western tropical South Atlantic. *Bull. Mar. Sci.*, 68(3): 469-477.
- **Morán, R. y M. Atecio. 2006.** *Charybdis hellerii* (Crustacea: Decapoda: Portunidae), especie invasora en la Península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela. *Multiciencias*, 6(2): 202-209.
- **SIBM – INVEMAR. 2008.** Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina de Colombia. Base de datos en línea. URL: <http://www.invemar.org.co/siam/sibm/index.htm> (Fecha de consulta: 12/11/2008).
- **Stephenson, W., Hudson J.J. y B. Campbell. 1957.** The Australian portunids (Crustacea; Portunidae). II. The genus *Charybdis*. *Aust. J. Mar. Fresh. Res.*, 8: 491-507.

Autores ficha: Johanna Medellín, Adriana Gracia y Diego L. Gil

Rhithropanopeus harrisi (Gould, 1841)

Foto: J. Medellín

Phylum	Arthropoda
Subphylum	Crustacea
Clase	Malacostraca
Orden	Decapoda
Familia	Xanthidae
Género	<i>Rhithropanopeus</i>
Nombre común	Cangrejo del lodo
Categoría	Introducida

SINONIMIAS

Sinonimias en: Global Invasive Species Database, 2008
Heteropanope tridentata De Man J.G. (1892)
Pilumnus harrisi (Gould, 1841)
Pilumnus tridentatus (Maitland, 1874)
Rhithropanopeus harrisi spp. *tridentatus* (Buitendijk y Holtuis, 1949)

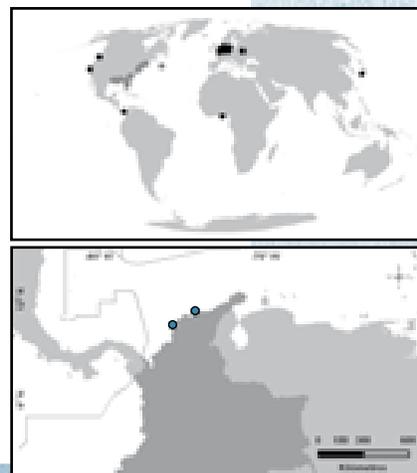
DIAGNOSIS

Quelípedos desiguales y de coloración blanca en la parte distal; parte frontal del caparazón recta con una pequeña muesca en la parte central, presenta cuatro dientes en el margen anterolateral, los dos primeros se encuentran fusionados. Patas caminadoras largas, delgadas y escasamente peludas (Williams, 1984; Petersen, 2006). Color café, gris u oliva. El caparazón alcanza 2 cm de ancho.

HÁBITAT

Zonas estuarinas, su capacidad para soportar una amplia gama de salinidad y temperatura probablemente contribuye a su éxito como invasora (GISP-news, 2007).

<p>TIPO DE INTRODUCCIÓN AL PAÍS</p>	<p>Accidental e intencional, en el mundo se conoce que su dispersión fue a través de aguas de lastre y fines de cultivo (GISPnews, 2007). Aunque también se argumenta que fue introducido en algunos lugares de manera incidental al traslocar a la ostra <i>Crassostrea virginica</i> (com. pers. R. Mendoza-Alfaro).</p>
<p>DISTRIBUCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Nativa: Canadá, México y Costa oriental de los Estados Unidos. ● Áreas de invasión: Asia, Japón, Mar Báltico, Bulgaria, Dinamarca, Polonia, Francia, Alemania, Italia, Holanda, Rumania, Mediterráneo, Portugal, Reino Unido, costa occidental de los Estados Unidos y Panamá (Global Invasive Species Database, 2008), Golfo de Venezuela (Pérez <i>et al.</i>, 2007). ● Registros en Colombia: Santa Marta – Magdalena (SIBM – INVEMAR, 2008) y Cartagena (Lemaitre, 1981).
<p>IMPACTOS POTENCIALES</p>	<p>En Europa y en la costa occidental de los Estados Unidos compite con cangrejos nativos y peces que tienen alimentación bentónica. Perturba las redes tróficas siendo depredador y alimento de las especies nativas. También se sabe que se incrusta en las tuberías y daña los peces atrapados con redes de enmalle. Puede ser vector de enfermedades que afectan a los crustáceos (GISPnews, 2007).</p>
<p>ESTRATEGIAS DE CONTROL</p>	<p>En otros países se han implementado medidas preventivas químicas y biológicas para evitar la eclosión de las larvas (Global Invasive Species Database, 2008).</p>



Referencias

- **GISPnews. 2007.** El programa mundial sobre especies invasoras. Novedades sobre el GISP, 9: 1-24.
- **Global Invasive Species Database, 2008.** *Rhithropanopeus harrisi*. <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=19&fr=1&sts=sss> (Fecha de consulta: 11/2008).
- **Lemaitre, R. 1981.** Shallow-water crabs (Decapoda, Brachyura) collected in the southern Caribbean near Cartagena, Colombia. Bull. Mar. Sci., 31: 234-266.
- **Pérez, J.E. Alfonsi, C., Salazar, S.K., Macsotay, O., Barrios, J. y R. Martinez. 2007.** Especies marinas exóticas y criptogénicas en las costas de Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, 46(1): 79-96.
- **SIBM – INVEMAR. 2008.** Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina de Colombia. Base de datos en línea. URL: <http://www.invemar.org.co/siam/sibm/index.htm> (Fecha de consulta: 12/11/2008).
- **Williams, 1984.** Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast of the Eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

PECES

78

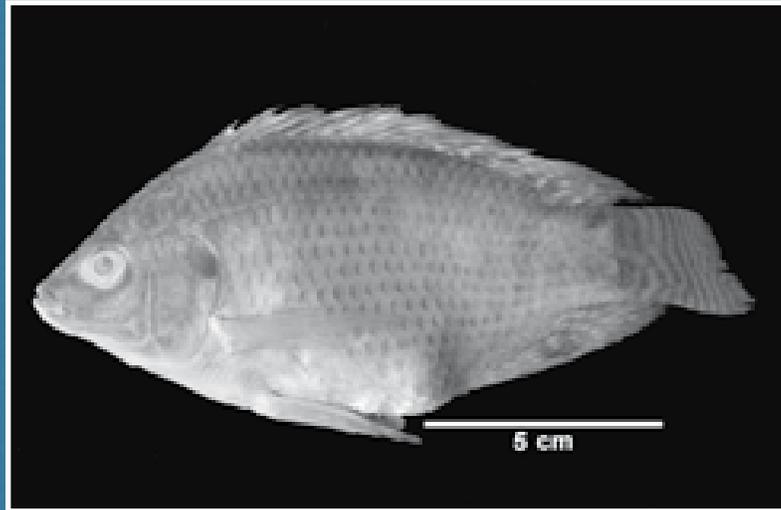
Oreochromis niloticus (Linné, 1758)

Foto: J. Medellín

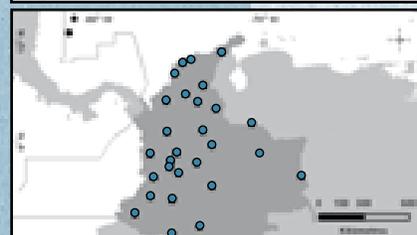
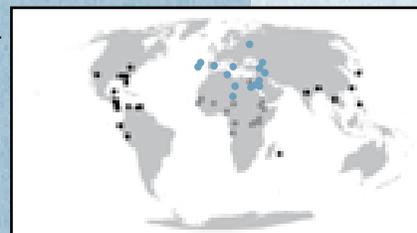
Phylum	Chordata
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciformes
Familia	Cichlidae
Género	<i>Oreochromis</i>
Nombre común	Tilapia, Mojarra
Categoría	Introducida invasora

SINONIMIAS

Sinonimias en: Global Invasive Species Database, 2008

Chromis guentheri (Steindachner, 1864)*Oreochromis niloticus baringoensis* (Trewavas, 1983)*Oreochromis niloticus filoa* (Trewavas, 1983)*Oreochromis niloticus sugutae* (Trewavas, 1983)*Oreochromis niloticus tana* (Seyoum y Kornfield, 1992)*Perca nilotica* (Linné, 1758)*Tilapia calciati* (Gianferrari, 1924)*Tilapia cancellata* (Nichols, 1923)*Tilapia eduardiana* (Boulenger, 1912)*Tilapia inducta* (Trewavas, 1933)*Tilapia nilotica* (Uyeno y Fujii, 1984)*Tilapia regani* (Poll, 1932)*Tilapia vulcani* (Trewavas 1933)

<p>DIAGNOSIS</p>	<p>Se diferencia fácilmente por su cuerpo comprimido, presencia de franjas verticales (separadas regularmente) y líneas en la aleta caudal. Color gris, las aletas se tornan rojizas durante la época de desove. Alcanza una longitud de 62 cm y un peso de 4 kg (Foese y Pauly, 2007).</p>
<p>HÁBITAT</p>	<p>Se adapta a todo tipo de climas, pueden tolerar condiciones ambientales severas como valores altos de salinidad y mínimos de oxígeno (Costa-Pierce, 2003). Se encuentra en variedad de hábitat dulceacuícolas como ríos, lagos y canales (Foese y Pauly, 2007).</p>
<p>TIPO DE INTRODUCCIÓN AL PAÍS</p>	<p>Intencional. Su introducción fue en el año de 1977 en el río Magdalena, convirtiéndose en un serio problema ambiental desplazando especies nativas como el bocachico <i>Prochilodus magdalenae</i> (López-Ortiz, 2006). Información adicional en el caso de estudio.</p>
<p>DISTRIBUCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Nativa: África. ● Áreas de invasión: Antillas (Watanabe <i>et al.</i>, 2002). Asia; Norte América: México; Centro América: Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Cuba; Sur América: Perú, Ecuador, Venezuela y Colombia (Global Invasive Species Database, 2007). ● Registros en Colombia: Antioquia, Atlántico, Arauca, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, César, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Guainía, Guajira, Guaviare, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Santander, Sucre, Tolima, Valle del Cauca y Vichada (Sánchez, 1992; Wedler, 1996; Bateman, 1998; Wedler, 2000; Leal-Flórez <i>et al.</i>, 2006, 2007; SIBM – INVEMAR, 2008).
<p>IMPACTOS POTENCIALES</p>	<p>El crecimiento explosivo de las poblaciones de tilapia produce el desplazamiento de las poblaciones de peces nativos, afecta la comunidad planctónica y la productividad (McNeely <i>et al.</i>, 2001).</p>
<p>ESTRATEGIAS DE CONTROL</p>	<p>Controlar la salinidad a través de la contribución de conexiones de agua en el estuario puede controlar la abundancia de <i>O. niloticus</i>, pero es necesario más investigación para establecer el umbral de salinidad para peces originarios y exóticos en el sistema (Leal-Flórez <i>et al.</i>, 2006). A escala internacional se han utilizado básicamente siete métodos para el control de la tilapia: (1) cosecha periódica de larvas y juveniles; (2) cultivos monosexuales ya sea por separación manual de sexos, hibridación, trata-</p>



miento hormonal, manipulación genética (androgénesis, ginogénesis, poliploidia y transgénesis); (3) cultivo en jaulas; (4) cultivos en altas densidades en sistemas cerrados con recirculación; (5) control biológico; (6) esterilización y (7) erradicación por medio de químicos (p. ej. rotenona) (com. pers. R. Mendoza-Alfaro).

Referencias

- **Bateman, N. 1998.** Variación temporal y espacial de la estructura de la comunidad íctica de algunas ciénagas del Complejo Pajárales - Delta exterior Derecho del Río Magdalena. Tesis Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 98 p.
- **Costa-Pierce, B.A., 2003.** Rapid evolution of an established feral tilapia (*Oreochromis* spp.): the need to incorporate invasion science into regulatory structures. *Biol. Invas.* 5: 71-84.
- **Froese, R. y D. Pauly (Eds). 2008.** FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (10/2008).
- **Leal-Flórez, J., Wolf, M. y M. Rueda. 2006.** Exotic fish species and changes in catch composition of the Ciénaga Grande de Santa Marta estuarine system, Northern Colombia. ICAIS 14th International Conference on Aquatic Invasive Species. Key Biscayne, Florida. 251 p.
- **Leal-Flórez, J., Wolf, M. y M. Rueda. 2007.** Impacts of introduced fish on the feeding habits of the ichthyofauna in a Caribbean Estuary. ICAIS 15th International Conference on Aquatic Invasive Species. Sep 2007. Nijmegen, Holanda. 222 p.
- **López-Ortiz, S. 2006.** COL-27: Especies invasoras, un irresponsable costo ambiental. En: El Colombiano, Medellín, Antioquia.
- **McNeely, J., Mooney, H., Neville, L., Johan, P. y J. Waage (Eds). 2001.** Estrategia mundial sobre especies exóticas invasoras. UICN Gland (Suiza) y Cambridge (Reino Unido), 50 p.
- **Sánchez, S. 1992.** Informe final de actividades: Programa de piscicultura. Fundación Pro-Sierra Nevada de Santa Marta. Santa Marta, 45 p.
- **SIBM – INVEMAR. 2008.** Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina de Colombia. Base de datos en línea. URL: <http://www.invemar.org.co/siam/sibm/index.htm> (Fecha de consulta: 12/11/2008).
- **Watanabe, W.O., Losordo, T.M., Fitzsimmons, K. y F. Hanley. 2002.** Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trends and challenges. *Rev. Fish. Sci.*, 10(3-4): 465-498.
- **Wedler, E., 1996.** El cultivo de la tilapia roja en lagunas costeras bajo condiciones de salinidad fluctuante: Experimentos de engorde intensivo en jaulas en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. Curso y Seminario Internacional de Acuicultura (1: Mayo 8-31 de 1996: Santa Marta). Universidad del Magdalena, Santa Marta, p. 21-30.
- **Wedler, E., 2000.** Maricultura artesanal en Colombia. *Colombia Ciencia y Tecnología.* 18 (3): 30-37.

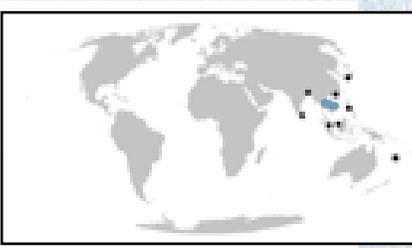
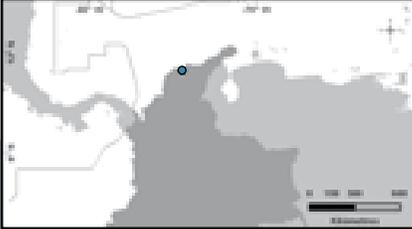
***Trichogaster pectoralis* (Regan, 1910)**



Foto: J. Medellín

Phylum	Chordata
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciformes
Familia	Osphronemidae
Género	<i>Trichogaster</i>
Nombre común	Gourami piel de culebra
Categoría	Introducida invasora

DIAGNOSIS	Aleta dorsal con espinas cortas y radios blandos largos; aleta caudal ligeramente emarginada, primer radio blando de la aleta pélvica prolongada como un tentáculo que se extiende posteriormente hacia la aleta caudal. Cuerpo con numerosas bandas oblicuas cruzadas oscuras, que no siempre se distinguen; presencia de líneas desde la mitad del ojo a la base de la aleta caudal. Longitud total 25 cm (Froese y Pauly, 2007).
HÁBITAT	Bentopelágico, potamodromo, agua dulce. Puede respirar el aire directamente y absorber el oxígeno del agua a través de sus branquias (Froese y Pauly, 2007).
TIPO DE INTRODUCCIÓN AL PAÍS	Accidental e Intencional con fines de cultivo ornamental. Según Rodríguez y Gómez (1989) <i>Trichogaster pectoralis</i> y otras especies escaparon de cultivos de peces ornamentales y constituyen ahora poblaciones naturales.
DISTRIBUCIÓN	● Nativa: Asia: Cuenca Mekong en Laos, Tailandia, Camboya, Vietnam (FishBase, 2009).

	<ul style="list-style-type: none"> ● Áreas de invasión: Bangladesh (IUCN Bangladesh, 2000), Indonesia, Filipinas, Singapur (Gutiérrez y Reaser, 2005). Nueva Caledonia, Papua Nueva Guinea, Sri Lanka, Japón, Hong Kong (FAO, 1988). ● Registros en Colombia: Ciénaga Grande de Santa Marta (Leal-Flórez <i>et al.</i>, 2006); Magdalena (SIBM – INVEMAR, 2008). 	 
<p>IMPACTOS POTENCIALES</p>	<p>Al menos un país donde ha sido introducida registra impactos adversos en el medio natural (Welcomme, 1988).</p> <p>Aunque esta es una especie de ambientes dulceacuícolas, ha demostrado tener una tolerancia muy alta a la salinidad (hasta 23 unidades en medios naturales), y al igual que el bivalvo <i>Corbicula fluminea</i>, se decidió incluirlo en esta guía por encontrarse en el sistema estuarino más importante del país. Adicionalmente porque su presencia puede estar impactando de alguna manera a las especies estuarinas nativas de la CGSM, tanto por competencia como por predación.</p> <p>Por otra parte, <i>T. pectoralis</i> presenta características fisiológicas que le permiten sobrevivir en ambientes con muy poco oxígeno, por lo que presenta todas las características para convertirse en un serio problema (Com. Pers. J. Leal, 2009).</p>	

Referencias

- **Arenas, P. 1992.** Presencia de Gourami piel de culebra *Trichogaster pectoralis* (Regan, 1910) (Perciformes; Belontiidae), en la región de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. 491-500 p. Memorias VIII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, Numero 7, Volumen I. Santa Marta.
- **Escobar, J. 2004.** Síndromes de sostenibilidad ambiental de desarrollo en Colombia. Taller "Síndromes de sostenibilidad del desarrollo en América Latina". Santiago de Chile. Septiembre de 2002. Publicación de las Naciones Unidas. Serie 41. 120 p.
- **FAO, 1988.** International introductions of inland aquatic species. <http://www.fao.org/docrep/X5628E/x5628e00.HTM>
- **FishBase. 2009.** <http://www.fishbase.org> (Fecha de consulta: 27/05/2009).
- **Gutiérrez A. y J. Reaser. 2005.** Linkages between development assistance and Invasive alien species in freshwater systems in southeast Asia. A Report & Resource Guide for the U.S. Agency for International Development Global Invasive Species Programme. 95 p.

- **Leal-Flórez, J., Wolf, M. y M. Rueda. 2006.** Exotic fish species and changes in catch composition of the Ciénaga Grande de Santa Marta estuarine system, northern Colombia. ICAIS 14th International Conference on Aquatic Invasive Species. May 2006. Key Biscayne, Florida. 251 p.
- **Leal-Flórez, J., Wolf, M. y M. Rueda. 2007.** Impacts of Introduced fish on the feeding habits of the ichthyofauna in a Caribbean estuary. ICAIS 15th International Conference on Aquatic Invasive Species. Sep 2007. Nijmegen, Holanda. 222 p.
- **Rodríguez-Gómez, H. 1989.** Análisis sobre los efectos de la introducción de especies exóticas al medio acuático continental de Colombia. 7-32, En: Memorias. Taller sobre introducción de especies hidrobiológicas a la acuicultura. Red Nacional de Acuicultura, Bogotá.
- **SIBM – INVEMAR. 2008.** Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina de Colombia. Base de datos en línea. URL: <http://www.invemar.org.co/siam/sibm/index.htm> (Fecha de consulta: 12/11/2008).
- **IUCN. 2000.** Red Book of Threatened Fishes of Bangladesh. IUCN The World Conservation.
- **Welcomme, R.L. 1988.** International introductions of inland aquatic species. FAO Fish. Tech. Pap., 294. 318 p.

Autores ficha: Johanna Medellín, Adriana Gracia y Diego L. Gil

Omobranchus punctatus (Valenciennes, 1836)

Phylum	Chordata
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciformes
Familia	Blenniidae
Género	<i>Omobranchus</i>
Nombre común	Blennio hocicudo
Categoría	Introducida

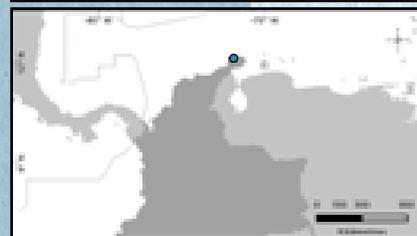
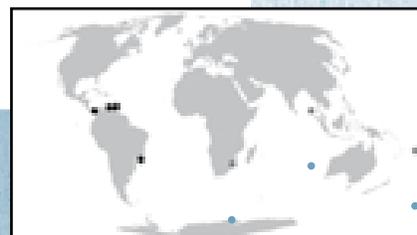
SINONIMIAS

Sinonimias en: Froese y Pauly, 2007
Blennechis punctatus Valenciennes, 1836
Omobranchus dason (non Jordan y Snyder, 1902)
Omobranchus japonicus (Bleeker, 1869)
Omobranchus japonicus scalatus Smith, 1959
Omobranchus lineolatus (Kner, 1868)
Omobranchus punctatus (Valenciennes, 1836)
Petrocirtes kochi Weber, 1907
Petrocirtes japonicus Bleeker, 1869
Petrocirtes kochi Weber, 1907
Petrocirtes lineolatus Kner, 1868
Petrocirtes japonicus Bleeker, 1869

DIAGNOSIS

Cabeza sin cirros y crestas. Extremo inferior de la abertura branquial sobre el margen de la aleta pectoral. Poros sensoriales en los canales infraorbitales e introrbiales en número de 8 y 3 respectivamente, línea lateral usualmente con 7 a 11. Líneas distintivas en el cuerpo visibles en el macho y un poco más oscuras en la hembra. Longitud estándar 9,5 cm (Froese y Pauly, 2007).

<p>HÁBITAT</p>	<p>Aguas marinas o salobres, frecuentemente turbias, cerca de la orilla; manglares, costas rocosas, pozos internareales y pilotes de muelles (Garzón-Ferreira, 1989).</p>
<p>TIPO DE INTRODUCCIÓN AL PAÍS</p>	<p>La especie fue encontrada en Trinidad en 1930. Otros registros documentados comprenden a Venezuela (1961) y Panamá (bahía de Limón) en 1966 (Springer y Gomon, 1975; Cohen, 2006). Se presume que llegó al Caribe viajando entre los organismos incrustantes del casco de los barcos que transitan el canal de Panamá. Su presencia en La Guajira se explica por el uso de las bahías como centro de acopio de contrabandistas de Panamá hacia Colombia (Garzón-Ferreira, 1989).</p>
<p>DISTRIBUCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Nativa: Es originaria del Indo-Pacífico occidental donde se encuentra ampliamente distribuida (Garzón-Ferreira, 1989). También se han encontrado poblaciones aisladas en la bahía Delagoa en el océano Indico Occidental y un registro cuestionable en Fiji (Cohen, 2006). ● Áreas de invasión: Panamá, Venezuela, Trinidad y Brasil (Lasso-Alcalá <i>et al.</i>, 2009). ● Registros en Colombia: Registrada por primera vez en Bahía Portete (La Guajira) (Garzón-Ferreira, 1989).
<p>IMPACTOS POTENCIALES</p>	<p>Estos organismos buscan refugio y ponen huevos en pequeños agujeros, habitando zonas dentro y alrededor de los puertos. Estas características, junto con la alta tolerancia a variaciones medioambientales, hace que pueda tomar ventaja sobre otras especies nativas (Cavaleri <i>et al.</i>, 2006).</p>



Referencias

- Cavaleri, L., Oliveira, M., Bertoni, A. y C. Rangel. 2006. *Omobranchus punctatus* (Teleostei: Blenniidae), an exotic blenny in the Southwestern Atlantic. *Biol. Invas.*, 8: 941-946.
- Cohen, A. 2006. Species introductions and the Panama Canal. Chapter III. En: Gollasch, Galil y Cohen (Ed). *Bridging Divides Maritime Canals as Invasion Corridors*. Springer. 80 p.
- Froese, R. y D. Pauly. (Eds). 2008. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (Fecha de consulta: 11/2008).
- Garzón-Ferreira, J. 1989. Contribución al conocimiento de la ictiofauna de bahía Portete, departamento de La Guajira, Colombia. *Trianea*, 3:149-172.
- Lasso-Alcalá, O., Nunes, J., Lasso, C., Posada, J., Piorski, N., Robertson, R., van Tassell, J., Gondolo, G. y T. Giarrizzo. 2009. Invasión del blenio "hocicudo", *Omobranchus punctatus* (Perciformes: Blenniidae), en las costas de Centro y Sur América. *X Simposio Colombiano de Ictiología. Actualidades Biológicas*. 31(1): 172 p.
- Springer, V. y M. Gomon. 1975. Revision of the blennid fish genus *Omobranchus* with description of the three new species and notes and other species of the tribe Omobranchini. *Smithsonian Contrib. Zool.*, 177: 1-135.

Pterois volitans (Linné, 1758)

Foto: J. González Orozco

Phylum	Chordata
Clase	Actinopterygii
Orden	Scorpaeniformes
Familia	Scorpaenidae
Género	<i>Pterois</i>
Nombre común	Pez león
Categoría	Introducida invasora

SINONIMIAS	Sinonimias en: Froese y Pauly, 2007 <i>Gasterosteus volitans</i> Linné, 1758 <i>Pterois lunulata</i> (non Temminck y Schlegel, 1843)
DIAGNOSIS	Presenta espinas venenosas en las aletas dorsal y anal. Aleta dorsal con 13 espinas y 11 (raramente 12) radios blandos, aleta anal con 3 espinas y 7 (raramente 8) radios blandos. A menudo, con largos tentáculos sobre los ojos. Membranas de las aletas con manchas. Cuerpo de color blanco o crema con rojo y franjas verticales café-rojizo a negruzco. Las franjas verticales alternan de anchas a muy delgadas (siendo las líneas delgadas más numerosas). Talla máxima 38 cm y 1,10-1,20 kg (Froese y Pauly, 2007).
HÁBITAT	Pez marino asociado a ecosistemas arrecifales, que usualmente se presenta en regiones tropicales en aguas con temperaturas entre 22-28°C. Con un ámbito de profundidad de 2-55 m. En el día se esconde en lugares no expuestos. Los estados tempranos pueden desplazarse grandes distancias arrastrados por las corrientes, siendo esta una de las razones de su amplia

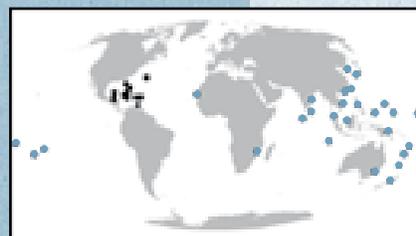
distribución geográfica (Froese y Pauly, 2007). Presenta un comportamiento tímido pero no se asusta ante la presencia de los buzos. Se le ha observado en parches de coral rodeados por arenas.

TIPO DE INTRODUCCIÓN AL PAÍS

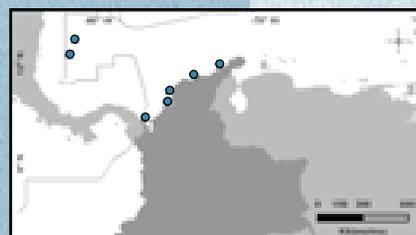
Accidental. Fue registrada para la costa oriental de los Estados Unidos desde 1992. Se presume que como producto de la liberación intencional o no de especímenes en La Florida (Schofield *et al.*, 2009). Betancur *et al.* (2011) proponen que el vector más probable de la invasión del pez león en el Atlántico occidental fueron múltiples liberaciones de peces de acuario y posiblemente, huevos en aguas frente a La Florida.

DISTRIBUCIÓN

- **Nativa:** Australia, China, Islas Cocos, Cook, Fiji, Polinesia Francesa, Guam, Hong Kong, Indonesia, Japón, Corea, Malasia, Maldivas, Islas Marshall, Mauritania, Micronesia, Mozambique, Nueva Caledonia, Nueva Zelanda, Islas Norfolk, Palau, Papúa, Filipinas, Samoa, Sri Lanka, Taiwán, Vanuatu, Vietnam (Global Invasive Species Database, 2007; Froese y Pauly, 2007).



- **Áreas de invasión:** Bermuda, Bahamas, Islas Turcas y Caicos, Puerto Rico, República Dominicana, Jamaica, Islas Caimán, Belice, Cuba, Islas Vírgenes y costa oriental de los Estados Unidos de América, México, Honduras, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Curazao y Bonaire (Whitfield, 2002; Global Invasive Species Database, 2007; Albins y Hixon, 2008; Chevalier *et al.*, 2008; Guerrero y Franco, 2008; Schofield, 2009; Schofield *et al.*, 2009; Aguilar-Perera y Tuz-Sulub, 2010; Lasso-Alcalá y Posada, 2010).



- **Registros en Colombia:** Registrada por primera vez a la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA) por buzos recreativos en la isla de Providencia (Manta City 13,32°N, 81,37°W, 4,5 m de profundidad, diciembre 26, 2008) y posteriormente en la Isla de San Andrés (La Parguera 12,53° N, 81,68° W, 30 m de profundidad Enero 7, 2009). Posiblemente se encuentra en todo el Archipiélago pero no se han tenido registros o búsquedas en los atolones del norte.

En el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT), específicamente en la bahía de Granate fue observado por buzos de la Escuela de Buceo Vida Marina en mayo de 2009. Posterior a estas fechas, González *et al.* (2009) confirmaron su presencia para varias localidades del PNNT y Punta Betín (Santa Marta). Adicionalmente se conoce información de su

<p>IMPACTOS POTENCIALES</p>	<p>presencia frente a las costas de Manaure (La Guajira), Barú (Bolívar), Tolú (Golfo de Morrosquillo) y Capurganá (Chocó).</p> <p>Según Schofield (2009), en este momento no son claros los efectos que tendrá la incorporación de esta especie en las comunidades nativas, debido a que la invasión es reciente y existen pocos estudios ecológicos de su impacto. Este es un pez carnívoro que puede causar cambios perjudiciales en los ecosistemas arrecifales coralinos a través de la depredación de peces e invertebrados nativos, así como por la competencia con los depredadores nativos. Por otra parte, puede tener efectos económicos mediante la reducción de las poblaciones de especies de importancia comercial como el mero (Albins y Hixon, 2008).</p> <p>Experimentos llevados a cabo bajo condiciones controladas en las Bahamas demostraron que el pez león fue el responsable por la reducción de casi el 80% en el reclutamiento de peces arrecifales (Albins y Hixon, 2008).</p>
<p>ESTRATEGIAS DE CONTROL</p>	<p>Hasta la fecha se han venido adelantando algunas actividades tendientes al control de la especie. La primera fue su inclusión en los listados nacionales de especies exóticas a través de la Resolución 0207 (febrero 3 de 2010) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) "Por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones". Posteriormente se han generado otras medidas que se adoptaron en la resolución 0132 (agosto 4 de 2010) de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales del MAVDT "Por la cual se adopta el protocolo para la extracción y control de la especie exótica invasora pez león (<i>Pterois volitans</i>) en las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Actualmente para enfrentar la invasión, el MAVDT, apoyado por organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, esta elaborando el "Programa de investigación y monitoreo de la presencia del pez león (<i>Pterois volitans</i>) en el Caribe colombiano". En éste se establece que la investigación sobre la especie debe centrarse en el conocimiento biológico y ecológico, seguimiento (espacial y temporal); evaluación de los impactos de su presencia en la región Caribe colombiana, tanto a nivel ambiental como social y finalmente en la evaluación de los posibles usos de la especie. El programa contempla siete líneas temáticas de investigación (1. Dispersión oceanográfica, 2. Estudio demográfico, 3. Crecimiento y reproducción, 4. Ecofisiología, 5. Impacto al ecosistema, 6. Usos potenciales y 7. Impacto social). En dicho Plan se propone involucrar a los centros de investigación, instituciones académicas, parques, Cars y a la comunidad en general como actores de apoyo en el desarrollo de las metas establecidas.</p>

Referencias

- **Aguilar-Perera, A. y A. Tuz-Sulub. 2010.** Non-native, invasive red lionfish (*Pterois volitans* (Linnaeus, 1758): Scorpaenidae), is first recorded in the southern Gulf of Mexico, off the northern Yucatan Peninsula, Mexico. *Aquatic Invasions*, 5 (Suppl. 1): S9-S12.
- **Albins, M.A. y M.A. Hixon. 2008.** Invasive Indo-Pacific lionfish (*Pterois volitans*) reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 367: 233-238.
- **Chevalier, P.P., Gutiérrez, E., Ibarzabal, D. Romero, S., Isla, V., Calderín, J. y E. Hernández. 2008.** Primer registro de *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae) para aguas cubanas. *Solenodon*, 7: 37-40.
- **Froese, R. y D. Pauly. (Ed) 2008.** FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (Fecha de consulta: 10/2008).
- **Global Invasive Species Database, 2008.** *Pterois volitans*: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1050&fr=1&sts=sss&lang=EN> (Fecha de consulta: 11/2008).
- **Guerrero, K.A. y A.L. Franco. 2008.** First record of the Indo-Pacific red lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) for the Dominican Republic. *Aquatic Invasions*, 3(2): 255-256.
- **González, J., Grijalba-Bendeck, M., Acero, A. y R. Betancur. 2009.** The invasive red lionfish, *Pterois volitans* (Linnaeus 1758), in the southwestern Caribbean Sea. *Aquatic Invasions*, 4(3): 507-510.
- **Lasso-Alcalá, O.M. y J.M. Posada. 2010.** Presence of the invasive red lionfish, *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758), on the coast of Venezuela, southeastern Caribbean Sea. *Aquatic Invasions*, 5 (Suppl. 1): S53-S59.
- **Schofield, P.J. 2009.** Geographic extent and chronology of the invasion of non-native lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758] and *P. miles* [Bennett 1828]) in the Western North Atlantic and Caribbean Sea. *Aquatic Invasions*, 4(3): 443-449.
- **Schofield, P.J., Langston, J.N. y P.L. Fuller. 2009.** *Pterois volitans/miles*. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL. <<http://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.asp?speciesID=963>> (Fecha de consulta: 03/2009).
- **Whitefield P.E., Gardner, T., Vives, S.P., Gilligan, M.R., Courtenay Jr., W.R., Ray, G.C. y J.A. Hare. 2002.** Biological invasion of the Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* along the Atlantic coast of North America. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 235: 289-297.

Autores ficha: Elizabeth Taylor Jay, Johanna Medellín, Adriana Gracia y Diego L. Gil

Listado preliminar de especies criptogénicas

Tal y como se puede encontrar en el capítulo de DEFINICIONES del presente libro, una especie criptogénica es aquella que presenta una amplia distribución (cosmopolita) y tanto el lugar de origen, como tiempo de llegada son dudosos; en ausencia de registros históricos, para los organismos marinos, es difícil determinar si la especie es autóctona o ha sido introducida. En Colombia se han identificado las siguientes especies criptogénicas marinas:

Taxón	Nombre científico	Lugar de origen	Registrado para Colombia	Referencias	Comentarios
Plantae	<i>Pelliciera rizophorae</i> ¹	Endémica del Pacífico tropical de las costas de América	Desde Bolívar hasta el Urabá chocono. Se conoce en Colombia, Panamá, Costa Rica, Nicaragua y Cuba	Tomlinson 1986; Spalding <i>et al.</i> , 1997.	
Cnidaria Hydrozoa	<i>Bythotiar drygalski</i> ²	Región antártica	Zona de surgencias en el Pacífico	Alvariño, 1978; Alvariño, 1999	
Crustacea Decapoda	<i>Hippolite zostericola</i> ³	Atlántico occidental	Túmaco (Nariño)	Wicksten, 1989; Carton y Geller, 1993	Se presume que su llegada fue por aguas de lastre
Crustacea Amphipoda	<i>Caprella cf. penantis</i> ⁴	Inglatera, océanos Atlántico, Índico, Pacífico y Mar Mediterráneo	Bahía Concha (Magdalena)	Guerra-García <i>et al.</i> , 2007	
Crustacea Amphipoda	<i>Caprella danilevskii</i> ⁵	Mar Negro y Mediterráneo. Sur África, costas de Arabia del sur, Bermuda, Venezuela, Brasil, Hawái, Pacífico noreste y Australia	Bahía Concha, playa oriental cerca a Punta Gayraca y Bahía Nenguangue (Magdalena)	Guerra-García <i>et al.</i> , 2007	
Briozoa	<i>Bugula neritina</i>	Mar Mediterráneo	Santa Marta*, Portete, Gispatá y San Andrés Isla (Com. Pers. P. Flórez. Invermar, 2009)	Delgadillo y Flórez, 2007*; Hawaii Biological Survey, 2002; NIMPIS, 2002	Se conoce que causa biofouling en los artes de pesca de bivalvos
Briozoa	<i>Schizoporella cf. pungens</i> ⁶	Mediterráneo	La Guajira a 152 m. de profundidad	Flórez <i>et al.</i> , 2007	Biofouling en los artes de pesca de bivalvos
Briozoa	<i>Chlidonia pyriformis</i>	Mediterráneo, África y Australia	Encontrada sobre plástico en el departamento del Magdalena a 20 m. de profundidad	Flórez <i>et al.</i> , 2007; Montoya <i>et al.</i> , 2007	Biofouling, compite con otras especies
Chordata Ascidiacea	<i>Didemnum</i> sp.	Desconocido, Posiblemente del Indo-Pacífico	Magdalena	Nieto, 2004	Biofouling, compite con otras especies

1 El estado de esta especie es confuso, ya que Tomlinson (1986) y Spalding *et al.* (1997) sostienen que a pesar de que fósiles de *Pelliciera* indican su presencia en el Caribe durante el Eoceno, las poblaciones presentes de *Pelliciera thizophorae* en la costa Caribe de Panamá y Colombia son de origen cuestionable (tipo introducción) o pueden corresponder a relictos de una distribución más amplia en el pasado. Por lo tanto su estado de introducción es aún dudoso.

2 Se han encontrado también en aguas de América Central, lo cual indica la progresión de poblaciones de procedencia austral hacia otras latitudes.

3 Para esta especie no es claro su carácter exótico, Wicksten (1989) la registra para el Pacífico colombiano, mientras que Carton y Geller (1993) la categorizan como no nativa sin describir las motivaciones que tuvieron para ello.

4 Las muestras recolectadas en aguas colombianas son muy cercanas a *C. penantis*, sin embargo se consideró como *C. cf. penantis* ya que no se encontraron diferencias morfológicas constantes entre los ejemplares de Colombia, el Mediterráneo y el Atlántico. Esta especie es considerada dudosamente cosmopolita.

5 Al igual que la especie anterior, hay dudas sobre su carácter cosmopolita.

6 El estado de confirmación a nivel específico se encuentra en discusión. Sin embargo se cree que *S. pungens* está presente en Colombia (Com. Pers. P. Flórez, Invermar, 2009).

Referencias

- Álvarez-León, R. y F. Gutiérrez-Bonilla. 2007. Situación de los invertebrados acuáticos introducidos y transplantados en Colombia: Antecedentes efectos y perspectivas. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 31(121): 557-574.
- Alvariño, A. 1978. El zooplancton del Pacífico colombiano y las pesquerías. Memorias 1er Seminario sobre el Pacífico suramericano. Universidad del Valle, Cali, Colombia. p: 206-271.
- Alvariño, A. 1999. Hidromedusas: abundancia batimétrica diurna-nocturna y estacional en aguas de California y Baja California, y estudio de las especies en el Pacífico oriental y otras regiones. *Rev. biol. mar. oceanogr.*, 34(1): 1-90.

- **Carlton, J.T. y J.G. Geller. 1993.** Ecological roulette: The global transport of nonindigenous marine species. *Science*, 261: 78-82.
- **CDB. 1992.** Convenio sobre la Diversidad Biológica, 5 de Junio de 1992. Río de Janeiro, Brasil.
- **Darrigran, G. y C. Damborenea (Eds). 2006.** Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano. La Plata: Univ. Nacional de La Plata, 226 p.
- **Delgadillo, O. y P. Flórez. 2007.** Bryozoans associated to artificial collectors in Santa Marta region Colombian Caribbean. 12. En: Hageman, S. y F. McKinney (Eds). Abstracts with program: 14th. Meeting of the International Bryozoology Association. Boone, North Carolina EE.UU.
- **Flórez-Romero, P., Montoya-Cadavid, E., Reyes-Forero, J. y N. Santodomingo. 2007.** Briozoos cheilostomados del Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 36: 229-250.
- **Guerra-García, J.M., Krapp-Schickel, T. y H.G. Müller. 2007.** Caprellids from the Caribbean coast of Colombia, with description of three new species and a key for species identification. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 35: 149-194.
- **Gutiérrez, F. 2006.** Estado del conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamiento para el control de los impactos. Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt, Bogotá, D.C., Colombia. 156 p.
- **Hawaii Biological Survey. 2002.** http://www2.bishopmuseum.org/HBS/invertguide/species/bugula_neritina.htm. (Fecha de consulta: 4/3/2009).
- **Matthews, S. 2005.** Programa mundial sobre especies invasoras. GISP. 80 p.
- **Montoya-Cadavid E., Flórez P. y J.E. Winston. 2007.** Checklist of the marine Bryozoa of Colombian Caribbean. *Biota Colombiana*, 8(2): 159-184.
- **Nieto, R. 2004.** Evaluación del patrón de sucesión temprano de invertebrados sésiles en refugios artificiales en la bahía de Taganga, Caribe colombiano. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 136 p.
- **NIMPIS. 2002.** *Bugula neritina* species summary. National introduced marine pest information system. Hewit, C. L., R. Martin, C. Sliwa, F. McEnnulty, N. Murphy, T. Jones y S. Cooper (Eds). Disponible online: <http://crimp.marine.csiro.au/nimpis>.
- **Ojasti, J. 2001.** Especies exóticas invasoras. Estrategia regional de biodiversidad para los países del Trópico Andino. Convenio de Cooperación Técnica ATN/JF-5887-RG CAN-BID. Venezuela. 63 p.
- **Sánchez, S., 1992.** Informe final de actividades: Programa de piscicultura. Fundación Pro-Sierra Nevada de Santa Marta. Santa Marta, 45 p.
- **Shine, C., Williams, N. y L. Gündling. 2000.** A guide to designing legal and institutional frameworks on alien invasive species. IUCN, Gland, Suiza, Cambridge y Bonn. 16 + 138 p.
- **Spalding, M., Blasco, F. y C. Field (Eds). 1997.** World mangrove atlas. The International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japón. 178 p.
- **Tomlinson, P.B. 1986.** The botany of mangroves. Cambridge University Press, Cambridge, Nueva York, USA. 419 p.
- **Wedler, E. 1996.** El cultivo de la tilapia roja en lagunas costeras bajo condiciones de salinidad fluctuante: Experimentos de engorde intensivo en jaulas en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. Curso y Seminario Internacional de Acuicultura (1: Mayo 8-31 de 1996). Universidad del Magdalena, Santa Marta, p. 21-30.
- **Wedler, E. 2000.** Maricultura artesanal en Colombia. *Colombia Ciencia y Tecnología*, 18 (3): 30-37.
- **Wicksten, M.K. 1989.** *Hippolite zostericola* (Crustacea: Decapoda) in the Eastern Pacific. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 102(3): 644-645.
- **Wittenberg, R. y M. Cock (Eds). 2001.** Especies exóticas invasoras: Una guía sobre las mejores prácticas de prevención y gestión. CAB Internacional, Wallingford, Oxon, Reino Unido, 17 + 228 p.

Casos de Estudio



Enrique Javier Peña Salamanca y Martha Lucia Palacios Peñaranda

Caso de Estudio 1

Introducción del alga roja *Kappaphycus alvarezii* (Doty) en Colombia y experiencias de cultivo en la Península de La Guajira, Caribe Colombiano



Introducción

El alga roja *Kappaphycus alvarezii* (Solariaceae, Rhodophyta) es considerada una de las algas de mayor importancia económica en las regiones tropicales y es la principal fuente de carragenina, polisacárido de la pared celular en algas rojas, de amplio uso comercial en la industria alimenticia y farmacéutica (FAO, 2004; Muñoz *et al.*, 2004). El cultivo de *K. alvarezii* se desarrolló en sus inicios en Filipinas, durante los años 60 usando variedades locales que fueron seleccionadas de poblaciones naturales (Parker, 1974; Ask *et al.*, 2003). La literatura reporta una serie de líneas fenotípicas de la especie, cuya diferencia básica reside en

el tipo de pigmentación, en las propiedades fisiológicas y en las tasas fotosintéticas y de crecimiento (Dawes *et al.*, 1994; Peña y Zingmark, 2001; Aguirre von Wobeser *et al.*, 2001).

La especie ha sido introducida en varias regiones tropicales y subtropicales del mundo, principalmente para el desarrollo de cultivos de interés comercial. Particularmente, en países del área del Indopacífico, como Filipinas, Indonesia, Malasia y Tanzania, se producen alrededor de 1100 toneladas métricas de *Kappaphycus* y se estima que los ingresos de esta actividad beneficia a más de 85000 familias de pescadores de la región (Hurtado *et al.*, 2001; Ask y Azanza, 2002; FAO, 2004). En Latinoamérica, los primeros reportes de la introducción de *Kappaphycus* para su cultivo se inician con las experiencias de Cuba (Areces, 1995), Venezuela (Rincones y Rubio, 1999), Brasil (Paula y Pereira, 2003) y México (Muñoz *et al.*, 2004).

En Colombia, la especie *K. alvarezii* es considerada una especie introducida (Bula-Meyer, 1989; Díaz-Pulido, 2003), ya que fue traída en el marco de las estrategias del aprovechamiento sostenible de recursos promisorios, desarrollada por el Instituto von Humboldt, para implementar ensayos de cultivo, como actividades productivas alternativas con comunidades locales en la península de La Guajira (Gallo y Rincones, 2003; Díaz y Díaz, 2004; Peña *et al.*, 2005). Experiencias de cultivos experimentales de macroalgas en Colombia, han sido documentadas por Bula (1989), Peña (1995) y Peña y Álvarez-León (2007), donde se hace un análisis de las potencialidades del cultivo de algas para el Caribe y Pacífico Colombiano. Se destacan algunos ensayos en el aprovechamiento de este recurso en el país, tales como Bula-Meyer y Newball (1993), quienes realizaron ensayos con el alga roja *Grateulopia filicina* (CRIPTONEMIALES) en área de Santa Marta, Caribe Colombiano. Peña *et al.* (2006) reportan resultados preliminares de ensayos de crecimiento de *Gracilaria mamilaris* en sistema de cuerdas en Providencia y Santa Catalina, en el marco de la estrategia de desarrollo sostenible de la Corporación CORALINA y el acompañamiento de la Fundación Arboles y Arrecifes con pescadores locales de la isla. Delgadillo y Newmark (2008) adelantaron experiencias de cultivos de *Gracilaria* sp. en bahía Portete, alta Guajira. En el Pacífico colombiano, Peña *et al.* (2006) registraron resultados de ensayos preliminares de cultivo de las algas rojas *Catenella impudica* (GIGARTINALES) y *Bostrychia calliptera* (RHODOMELACEAE), especies altamente promisorias por la abundancia de sus poblaciones naturales en los esteros de la región y por las características de pureza y gelificación del polisacárido carragenina tipo kappa y la presencia de bioactividad en sus extractos (Peña *et al.*, 1996; Lenis *et al.*, 2007; Peña y Álvarez-León, 2007; Peña, 2008). Estos ensayos han sido en su mayoría a escala experimental, utilizando métodos convencionales y usados ampliamente en el continente asiático, tales como la propagación vegetativa de las frondes en soportes artificiales y la dispersión de esporas sobre cuerdas en sistemas flotantes (Peña y Álvarez-León, 2007).

El presente trabajo documenta las experiencias de la introducción y cultivo de *K. alvarezii* en Colombia y analiza igualmente las implicaciones de su establecimiento como una especie exótica en el país.

Sinopsis de la especie

Kappaphycus alvarezii (Doty) es un alga roja de distribución tropical (Fig. 1). Su apariencia es de tipo carnosa, con ramificaciones irregulares, sin espinas en verticilos, con algunas espinas dispersas en las ramas no agrupadas (Díaz-Pulido y Díaz, 2004). El talo del alga puede presentar variedad de coloración, marrón claro o verde, dependiendo de las líneas fenotípicas presentes. Puede alcanzar una talla hasta de 100 cm de longitud y se encuentra cerca de las áreas coralinas hasta los 17 m de profundidad. Fragmentos de la planta pueden flotar en aguas superficiales sin necesidad de fijar su talo a un sustrato (Doty, 1985).



Figura 1. Hábito natural y apariencia de material fresco de *Kappaphycus alvarezii*.

La situación taxonómica de *Kappaphycus* es más bien compleja. Doty (1985) propuso la formación de una nueva tribu, la Eucheumatoideae, la cual está constituida por dos géneros *Eucheuma* y *Kappaphycus*. Algunos de los cambios propuestos incluyen la consideración de *Eucheuma alvarezii* Doty como *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P.C. Silva. *Eucheuma striata* F. Schmitz considerada como *Kappaphycus striatum* (F. Schmitz) Doty ex P.C. Silva y *Eucheuma cottonii* Weber-van Bosse como *Kappaphycus cottonii* (Weber-van Bosse) Doty ex P.C. Silva. Por su parte, *Eucheuma isiforme* (C. Agardh) J. Agardh mantiene su nombre original.

Kappaphycus alvarezii se encuentra distribuida en el Caribe debido a su introducción en otros países, pero hasta el momento en Colombia no había sido registrada (Díaz-Pulido y Díaz 2004). Actualmente es considerada una especie introducida en el país, por tanto la información respecto al tema de su introducción como especie exótica representa un potencial impacto para los recursos bióticos locales (Peña *et al.*, 2005). Especies del género *Eucheuma* y *Kappaphycus* tienen una alta capacidad de regeneración que permite su reproducción por fragmentación y pueden crecer libremente en la columna de agua sin necesidad de sustrato. Producen además sustancias alelopáticas que las protegen contra los herbívoros (Barrios, 1999).

Usos

El aprovechamiento de *K. alvarezii* radica en su papel como materia prima para la extracción de carragenina, polisacárido presente en la pared celular, cuya principal aplicación es como espesante y gelificante en la industria alimenticia y farmacológica (Mc Hugh, 2003; Peña *et al.*, 2006). En la actualidad, la mayor parte de las algas utilizadas para producir carragenina son cultivadas, aunque sigue habiendo una pequeña demanda de poblaciones naturales (FAO, 2004). Existen otras fuentes de extracción del producto, especialmente algas rojas del orden Gigartinales, que habitan aguas templadas como *Chondrus crispus*, *Chodracanthus chamissoii*, *Mazaella* sp. y *Gigartina stellata*. Estas especies las extraen principalmente de bancos naturales en Chile, Europa y Marruecos. *C. chamissoii* y *Mazaella* sp. son productoras de carragenina tipo kappa II. Para el 2004, la producción mundial de *K. alvarezii* fue de 170.805,30 toneladas valoradas en US\$ 133'228.134. Esta especie abastece alrededor del 85% del mercado mundial de materia prima para la extracción de carragenina tipo kappa (Mc Hugh, 2003; Muñoz *et al.*, 2004). El mercado internacional de carragenina es de aproximadamente US\$ 450 millones, y es dominado principalmente por Estados Unidos, Francia y Filipinas. En los últimos años se registra una gran expansión de los centros de cultivo de *Kappaphycus* en América

latina, con especial referencia México y Brasil, así como de la industria procesadora, lo que ha aumentado la demanda nacional de materias primas a base de algas (Tabla 1).

Tabla 1. Principales empresas importadoras de derivados de algas en Colombia.

Empresa	Procedencia de la importación
Nabisco Royal Inc.	Chile y Estados Unidos
Firmenich S.A.	Estados Unidos
Deltagen Ltda.	Singapur
Ingredientes y Productos Funcionales Ltda.	Alemania
Unikert de Colombia S. A.	Filipinas
Quimerco Ltda.	Dinamarca
Givaldan Colombia S.A.	Francia
Bindustrial Mar Polo Ltda.	Francia
Colgate Palmolive	Filipinas y Estados Unidos
Nestlé de Colombia S. A.	Dinamarca
Danisco Ingredientes Colombia Ltda.	Brasil
Smithkline Beechan Colombia S.A.	Estados Unidos
Rhodia Colombia Ltda.	Chile
G & G Sucesores Ltda.	Estados Unidos
Pineda Serpa Ltda.	Estados Unidos
Química MG Ltda.	Portugal
Parke Davis & Company	Estados Unidos

La introducción de *Kappaphycus*

Con relación a la cronología de la introducción de *Kappaphycus* y *Euचेuma* en Latinoamérica, Argentina, Brasil, México y Venezuela han sido los países pioneros en el cultivo de la especie (Peña *et al.*, 2006). Esta situación ha estado favorecida por las condiciones ecológicas y ambientales de la línea de costa, que provee características apropiadas para el crecimiento de los talos. A pesar de estas ventajas naturales, el desarrollo de industrias basadas en este recurso no ha traído los beneficios esperados, en especial por ausencia de inversión local y extranjera en la región. Para el caso de México, se ha identificado la falta estudios más detallados sobre especies silvestres, así como técnicas de cultivo más productivas. Este hecho ha promovido la introducción de *Kappaphycus* particularmente en la zona de Mérida donde se han establecido resultados prometedores para la expansión de la actividad acuícola de algas (Muñoz *et al.*, 2004). Para el caso de Venezuela, los intentos de establecer la industria de *Kappaphycus* se inició a principios de los 90 cuando algunas empresa muy activas en el fomento del cultivo de algas, promovieron la instalación de granjas, especialmente en el área de la Península de Araya (Barrios, 1999). Sin embargo, el cultivo de la especie generó polémicas ya que existía información previa sobre daños ambientales a ecosistemas coralinos por la invasión de varias especies de *Kappaphycus* en otras zonas costeras del mundo. De acuerdo con Barrios (1999), la prohibición del cultivo de estas especies en Venezuela no impidió que se dispersara *K. alvarezii* en la región nororiental, pudiendo observarse en varias partes de las islas de Margarita, Coche y Costa Norte del estado Sucre, ejemplares saludables de esta alga arrastrados por las corrientes y depositados en las playas. Según FAO (2004), el establecimiento de una industria de algas en Latinoamérica a partir de especies introducidas debe estar acompañado de programas que promuevan el uso de programas tecnológicos ambientalmente viables, lo que significa contar con el aval de las autoridades ambientales nacionales sobre la introducción de

especies exóticas. Igualmente, la FAO (2004) sugiere que para el establecimiento de una industria de algas en la región, se debe considerar la cooperación técnica de países con experiencia en el cultivo y la participación de inversionistas, que de lugar a los proyectos de cultivo como una actividad comercial.

La preocupación por la introducción de especies de algas exóticas en Colombia ha sido muy poco documentada, y se desconoce su impacto potencial en los ecosistemas locales. Entre los principales problemas detectados en el proceso de introducción de un alga exótica se puede mencionar el abandono de las aéreas de cultivo de la especie sin una planificación ni mantenimiento; su rápida tasa de crecimiento trae como consecuencia que las plantas se desarrollan de manera silvestre en las áreas marinas adyacentes a los cultivos. Además, el material vegetativo de *Kappaphycus* puede convertirse en material reproductivo y su posterior dispersión por esporas dependiendo de las condiciones ambientales del área de cultivo (Paula y Pereira, 2003).

Para el caso del material algal utilizado en las experiencias del proyecto de introducción y cultivo de algas marinas en la Península de La Guajira, el trabajo de reconocimiento taxonómico de la especie introducida se desarrolló a partir de plantas adultas con presencia de material vegetativo no sexuado (Díaz-Pulido y Díaz, 2004; Palacios y Peña, 2004). Se sugirió en un principio de que la especie presente en las granjas pudiera corresponder al alga roja *Eucheuma isiformis* (Gallo y Rincones, 2003), la cual había sido registrada para el Caribe (Littler y Littler, 2000) pero no había sido registrada en aguas del Caribe Colombiano (Díaz-Pulido y Díaz, 2003). Sin embargo, las observaciones de los caracteres morfológicos de las plantas vistas en campo correspondieron en su mayoría a la especie *K. alvarezii* (Palacios y Peña, 2004). Sobre la identificación de la especie cultivada, se recomendó en su momento la recolección de nuevo material para su reconocimiento a nivel molecular a corto plazo. La sistemática y la taxonomía de las especies de la tribu Eucheumatoideae y Betaphycus, a la cual pertenecen los géneros *Kappaphycus* y *Eucheuma* es difícil y confusa, debido en gran parte a su plasticidad fenotípica y morfológica (Zucarello *et al.*, 2002). Por tal razón se hacía prioritario definir claramente y con herramientas moleculares, la especie presente en las granjas (Palacios y Peña, 2004).

Con base en observaciones de algunas variables ambientales recopiladas durante el estudio del establecimiento de la especie introducida en el Cabo de La Vela (Palacios y Peña, 2004), se recomendó la elaboración de un plan de manejo ambiental para el manejo de cultivo de algas marinas en la zona del proyecto que permitiera definir las buenas prácticas sostenibles en el uso del recurso algas. Este plan se enmarcó en los criterios que propone el Instituto von Humboldt para el diseño de los planes de uso y aprovechamiento del recurso de la biodiversidad y que se basan en medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales promoviendo como marco de referencia: 1. La Conservación de la biodiversidad y 2. El Buen uso de los recursos naturales. Con base en la revisión de casos similares de introducción de *Kappaphycus* en otras regiones se recomendó seguir pasos descritos por Paula y Pereira (2003) para la introducción de algas exóticas, los cuales se detallan a continuación:

- Revisión de literatura con relación a los atributos biológicos, ecológicos y de cultivo de la especie, incluyendo los reportes de introducción previa, enfermedades relacionadas, dispersión, reproducción y consecuencias para el ambiente.
- Seleccionar una rama fuerte y estéril de plantas propágalo para evaluar su dispersión vía sexual o asexual.
- La propuesta de introducción debe iniciar con un cultivo unialgal con ramas simples e 2,5 g en condiciones normales en un laboratorio localizado cerca de la costa.
- Una vez se reproduzcan in vitro las ramas, después de varios meses (por lo menos 10 meses) pueden ser transportadas a su sitio definitivo de cultivo.

El protocolo se inicia con la evaluación de la introducción voluntaria o involuntaria de la especie, es decir los criterios establecidos para su introducción (Fig. 2). Esta introducción debe tener en cuenta el análisis de las características biológicas de la especie y las relaciones causa-efecto que se derivan de la introducción de la especie y su interacción con la comunidad vegetal propia de la zona. Estas interacciones con las especies locales pueden derivar en sucesos ecológicos benéficos para el ambiente local, lo que permite un control de la especie durante el proceso de su establecimiento para cultivo u otro aprovechamiento en particular. Por el contrario, si las relaciones causa-efecto no representan una adaptación de la especie exótica a las condiciones locales, se considera que la introducción está fuera de control y trae como consecuencia desastres ecológicos tales como competencia, predación y desplazamiento de especies, entre otras. Como casos de introducción de algas con un suceso de fuera de control se registra la invasión de *Caulerpa taxifolia* (Caulerpales, Chlorophyta), introducida accidentalmente en el Mar Mediterráneo (Paula y Pereira, 2003); su dispersión causó desastres ambientales por varios países como la destrucción de amplias zonas de praderas de pastos marinos y la desaparición de numerosas especies de peces. Particularmente, las especies de *Kappaphycus* se han considerado un problema ambiental por su capacidad de invadir zonas coralinas, como lo acontecido en aguas de Hawái (Bulboa *et al.*, 2008). Su éxito como invasora se debe a su plasticidad fenotípica y su estrategia de reproducción asexual por fragmentación que incrementa las probabilidades para su dispersión.

Con base en las observaciones preliminares sobre el establecimiento de las granjas de cultivo en el Cabo de La Vela realizadas por Palacios y Peña (2004), la posible introducción de *K. alvarezii* u otra especie de la tribu Eucheumatoideae para fines de cultivo y aprovechamiento en la región, debe estar supeditada de manera previa a realizar los estudios pertinentes sobre la introducción de especies exóticas en el país, bajo el marco jurídico ambiental que maneja el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y los protocolos internacionales sobre experiencias de introducción de algas exóticas.

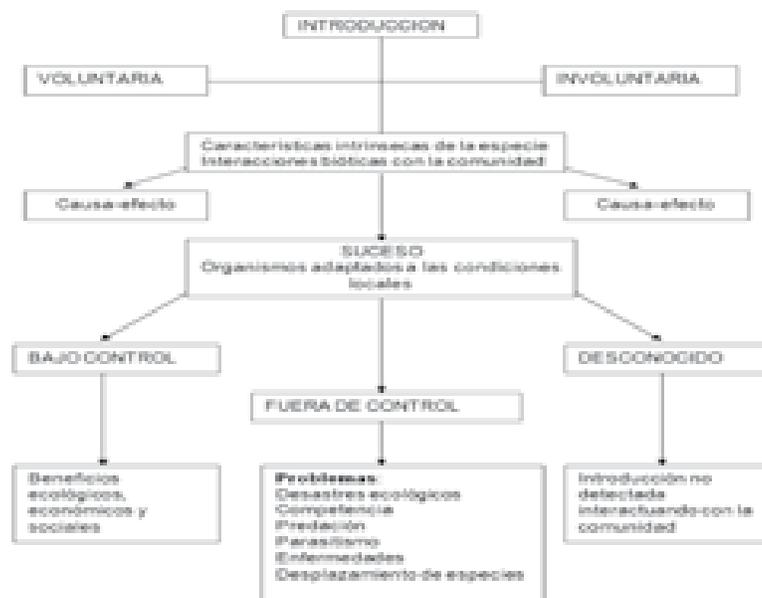


Figura 2. Diagrama general para la introducción de especies exóticas para el caso de estudio de *Kappaphycus alvarezii* en la península de La Guajira (adaptado de Paula y Pereira, 2003).

Experiencias del cultivo de *K. alvarezii* en Colombia

El cultivo de *Kappaphycus* en Colombia se inició en el marco de los proyectos de uso sostenible de la biodiversidad promovido por el Instituto von Humboldt. El instituto ha promovido este tipo de iniciativas como alternativa de actividades productivas alrededor del uso sostenible de los recursos de la biodiversidad local. Para el caso del Cabo de La Vela, alta Guajira, el aprovechamiento de algas surgió como una alternativa para disminuir la presión de la caza de la tortuga carey por parte pescadores locales de la comunidad Wayuu (Palacios y Peña, 2004). El cultivo se desarrolló mediante granjas marinas directamente en el mar. La técnica de cultivo utilizada fue el sistema de cuerdas flotantes (Fig. 3). Los métodos comerciales empleados en el cultivo de *Kappaphycus* tienen la característica de ser sencillos y requieren de poca inversión, y todos ellos se basan en la propagación vegetativa del alga (Trono, 1993). Entre las consideraciones para su cultivo en la zona de estudio fue su propagación utilizando fragmentos vegetativos y características de uso comercial, tales como rápido crecimiento, alto rendimiento, alta calidad y resistencia a condiciones adversas (Gallo y Rincones, 2003). La unidad básica del cultivo fueron las granjas familiares, las cuales consistían en el sistema de cuerdas flotantes. Las cuerdas se sembraron con aproximadamente 1,5 kg. de algas por cuerda (5 m de longitud), provenientes de la unidad piloto implementada por el proyecto, la cual generaba los implantes para el resto de las granjas de la comunidad local. La tasa de crecimiento promedio de *Kappaphycus* en la zona de estudio osciló $5,1 \% \text{ día}^{-1}$ y $6,5 \% \text{ día}^{-1}$.

Uno de los hechos notorios durante el periodo de cultivo, estuvo relacionado con los testimonios de los pescadores locales, quienes evidenciaron la pérdida del material de cosecha de las granjas, como producto del fenómeno de mar de leva y vientos fuertes que son frecuentes entre los meses de septiembre a diciembre en la península de La Guajira. Por lo tanto, se concluye que la información bioclimática (patrón de vientos, temperaturas y lluvias) e hidrológica (patrón de corrientes y oceanografía) es una información fundamental para definir las épocas de siembra, crecimiento y cosecha del alga (Palacios y Peña, 2004). El proceso de cultivo y las actividades propias de cada paso se resumen en la Tabla 2.



Figura 3. Sistema de cuerdas flotantes usado en el Cabo de la Vela para el cultivo de *K. alvarezii*.

Tabla 2. Procesos del sistema de cultivo de algas implementado en la zona del Cabo de La Vela, península de La Guajira.

Procesos	Actividad
1. SELECCIÓN DE LA ESPECIE A CULTIVAR	
2. SELECCIÓN DEL ÁREA DE CULTIVO	1. Protección de la costa 2. Buen recambio de agua 3. Profundidad adecuada 4. Sustrato fango – arenoso
3. SIEMBRA	Sistema flotante (de cuerdas)
4. MANTENIMIENTO DE LA GRANJA	1. Limpieza de las cuerdas (otras algas, organismos predadores, sedimento) 2. Sustitución de la semilla perdida 3. Debe estar siempre sumergida
5. COSECHA	Tiempo: entre 4 y 5 semanas
5.1.1 RESIEMBRA	Peso: entre 12 y 16 kilos por cuerda
5.1.2 SECADO	Guardar en sacos de malla de 200 kilos
5.1.2.1. ALMACENADO	Secaderos de 30 X 2 m. 10 kilos, rotación por 2 días y limpieza
5.2 VENTA	Guardar en sacos, protegido del sol y del sereno Material seco puesto en playa

El proceso de cultivo con las comunidades locales logró involucrar 38 familias con un rango de 20 y 50 cuerdas por granja, además de la motivación por parte de otros núcleos familiares para participar en el cultivo. El cultivo se convirtió en una actividad complementaria a la pesca, que promovió la posibilidad de ingresos adicionales y trabajo permanente, y sin peligros que conllevan las faenas pesqueras. En algunas de las granjas se presentó el problema de herbivoría, lo que trajo como consecuencia el desmonte de algunas de las cuerdas establecidas en los cultivos, fenómeno que permaneció por varios meses (Fig. 4).



Figura 4. Presencia de herbívoros en las cuerdas establecidas en el sistema de cultivo de cuerdas flotantes en el Cabo de La Vela, península de La Guajira.

Según los cálculos realizados por Gallo y Rincones (2003), la unidad básica de producción establecida en las granjas familiares (0,25 Ha) llegaría a producir cerca de 1000 kg de alga seca. De acuerdo a esta proyección, el promedio de ingresos de todos los comités evaluados podría llegar a \$ 723667 por mes. Los beneficios

generados por las granjas marinas mejorarían así considerablemente la calidad de vida de la mayoría de los miembros. Sin embargo, sin estudios previos de la capacidad de carga de las zonas de cultivo, sin el soporte de la zonificación y sin un plan de manejo ambiental del proceso productivo sería arriesgado exponer el área del Cabo a un sistema de cultivo semi-intensivo de algas (Palacios y Peña, 2004).

Se recomienda entonces, que antes de iniciar una actividad de cultivo con especies exóticas, tener en cuenta aspectos tales como, solicitud de permiso ante las autoridades ambientales para el establecimiento de las granjas, zonificación de las áreas de cultivo, y un plan de manejo ambiental para el establecimiento del proyecto productivo.

Es esencial llevar a cabo un análisis de riesgo formal específico para macroalgas o al menos para plantas acuáticas y establecer planes HACCP (Un enfoque sistemático para identificar, evaluar y controlar los peligros que pueden afectar la seguridad de los alimentos) para evitar la dispersión de especies invasoras como los que se vienen implementando en México y los Estados Unidos (com. pers. R. Mendoza-Alfaro).

Referencias

- **Aguirre von Wobeser, E., Figueroa, F. y A. Cabello-Pasini. 2001.** Photosynthesis and growth of the red and green *morphotypes* of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta) from the Philippines. *Mar. Biol.*, 138: 679-686.
- **Ask, E. y V. Azanza. 2002.** Advances in cultivation of commercial eucheumatoid species: A review with suggestions for future research. *Aquaculture*, 206: 257-277.
- **Ask, E., Batibasaga, A., Zertuche-González, J. A. y M. de San. 2003.** Three decades of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta) introduction to non-endemic locations. En: Chapman, A., Anderson, R.J., Vreeland, V. y I. Davison. (Eds) *Proceedings of the XVII International Seaweed Symposium*. Oxford University Press, New York, pp. 49-57.
- **Barrios, J. 1999.** La introducción de *Eucheuma denticulatum* y *Kappaphycus alvarezii* (Gigartinales, Rhodophyta) en Venezuela, una revisión crítica. *Fontus*, 4: 135-153.
- **Bula-Meyer, G. 1989.** Las macroalgas bénticas marinas como recurso potencial económico en Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 17 (65): 383-387.
- **Bula-Meyer, G.A. 1998.** Estado actual de la taxonomía de las macroalgas marinas de Colombia. *UBJTL-Bol. Ecológica*, 33: 1-14.
- **Bula-Meyer, G. y S. Newball. 1993.** Cultivo experimental en el mar del alga béntica *Grateloupia filicina* (Cryptonemiales, Rhodophyta). Proyecto UTM / COLCIENCIAS. Santa Marta Informe. Final, 45 p.
- **Bulboa, C., de Paula E.J. y F. Chow. 2008.** Germination and survival of tetraspores of *Kappaphycus alvarezii* var. *alvarezii* (Solieriaceae, Rhodophyta) introduced in subtropical waters of Brazil. *Phycol. Research*, 56: 39-45.
- **Dawes, C.J., Lluisma A.O. y G.C. Trono. 1994.** Laboratory and field growth studies of commercial strains of *Eucheuma denticulatum* and *Kappaphycus alvarezii* in the Philippines. *J. Appl. Phycol.*, 6: 21-24.

- **Delgadillo O. y F. Newmark. 2008.** Cultivo piloto de macroalgas rojas (Rhodophyta) en Bahía Portete, La Guajira, Colombia. Bol. Inv. Mar. Cost., 37(2): 7-26.
- **Díaz-Pulido G. y M.C. Díaz-Ruíz. 2003.** Diversity of benthic marine algae of the Colombian Atlantic. Biota Colombiana, 4(2): 203-246.
- **Díaz-Pulido, G. y M.C. Díaz-Ruíz. 2004.** Informe sobre la taxonomía, biología y ecología del alga cultivada en el Cabo de La Vela, Península de La Guajira. INVEMAR-MHNM. Informe. Técnico, 55 p.
- **Doty, M.S. 1985.** *Euचेuma alvarezii*, sp. nov. (Gigartinales, Rhodophyta) from Malaysia. En: Abbot, I.A. y J.N. Norris. (Eds) Taxonomy of Economic Seaweeds: With Reference to Some Pacific and Caribbean Species. California Sea Grant College Program 12, La Jolla, 37-45.
- **FAO. 2004.** El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Departamento de pesca de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. 168 p.
- **Gallo, H.M. y R. Rincones. 2003.** Factibilidad del cultivo de algas marinas. Proyecto. CORPOGUAJIRA / IIRBAVH / FAO Fortalecimiento para el Desarrollo de Empresas Rurales a partir de Productos de la Biodiversidad en el Cabo de La Vela, Departamento de La Guajira. Consultoría Fase II. Bogotá D. C. Colombia. Inf. Final, 55 p.
- **Hurtado, A.Q., Agbayani, R.F., Sanares, R. y M.T.R. Castro-Mallare. 2001.** The seasonality and economic feasibility of cultivating *Kappaphycus alvarezii* in Panagatan Cays, Caluya, Antique Philippines. Aquaculture, 199: 295-310.
- **Lenis L.A., Benítez, R., Peña, E.J. y D.M. Chito. 2007.** Eextracción, separación y elucidación estructural de dos metabolitos secundarios del alga marina *Bostrychia calliptera* (Rhodomelaceae) Scientia Et Technica, 13(33): 97-102.
- **Littler, D. y M.M. Littler. 2000.** Caribbean reef plants. Offshore Graphics. Washington (USA), 542 p.
- **McHugh, D. 2003.** A guide to the seaweed industry. FAO Fish. Tech. Paper, 441. Roma, 105 p.
- **Muñoz, J., Freile-Pelegrin, Y. y D. Robledo. 2004.** Mariculture of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) color strains in tropical waters of Yucatan, Mexico. CINVESTAV-IPN Unidad Mérida A.P. 73 Cordemex Mérida Yucatán, México.
- **Palacios, M.L. y E.J. Peña. 2004.** Interventoría sobre el cultivo de algas marinas en el Cabo de La Vela, Península de La Guajira. Proyecto FAO-Instituto von Humboldt TCP/COL/2901 "Fortalecimiento para el Desarrollo de Empresas Rurales a partir de Productos de la Biodiversidad en el Cabo de La Vela, Departamento de La Guajira". Bogotá D.C. Colombia. Informe. Final, 71 p.
- **Parker, H.S., 1974.** The culture of the red algal genus *Euचेuma* in the Philippines. Aquaculture 3: 425-439.
- **Paula, E. J., Pereira R.T. y M. Ohno. 2002.** Growth rate of the carrageenophyte *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) introduced in subtropical waters of Sao Paulo State, Brazil. Phycol. Res., 50: 1-9.
- **Paula, E.J. y R.T. Pereira. 2003.** Factors affecting growth rates of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P. Silva (Rhodophyta, Solieriaceae) in subtropical waters of Sao Paulo, Brazil. Proc. Int. Seaweed Symp., 17: 381-388.

- **Peña, E.J. 1995.** Algas marinas como recurso económico en las islas de San Andrés y Providencia. En, Borrero, J.M (eds.) Estrategia de conservación y sostenibilidad en las islas de San Andrés, Old Providence y Santa Catalina (Caribe Occidental): 239-243.
- **Peña, E.J. 2008.** Dinámica espacial y temporal de la biomasa algal asociada a las raíces de mangle en la Bahía de Buenaventura, Costa Pacífica de Colombia. Bol. Inv. Mar. Cost., 37: 21-29.
- **Peña, E.J. y R. Zingmark. 2001.** Spatial and temporal dynamics of pigments and biomass of algal flora associated with mangrove habitats. Phycologia, 40(4): 63-74.
- **Peña, E.J., Palacios, M.L. y N. Ospina-Álvarez. 2005.** Algas como indicadores de contaminación. Editorial Universidad del Valle, 123 p.
- **Peña, E.J., Palacios, M.L. y H. Marín. 2006,** Manual práctico para el cultivo de algas rojas. Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Corporación Coralina. Pg. 13. Santiago de Cali.
- **Peña, E.J. y R.A. Álvarez, 2007.** Experiencias en el cultivo experimental de algas rojas en el Caribe y Pacífico de Colombia. Revista Luna Azul, 12-15 Universidad de Caldas.
- **Rincones, R. y R. Rubio. 1999.** Introduction and commercial cultivation of the red alga *Eucheuma* in Venezuela for the production of phycocolloids. World Aquaculture Magazine, 30: 57-61.
- **Trono, G. 1993.** *Eucheuma* and *Kappaphycus*: Taxonomy and Cultivation. En: Ohno, M. y A. Critchley, (Eds), Seaweed cultivation and marine ranching. Kanagawa International Fisheries Training Center. Japan International Cooperation Agency (JICA). Capítulo 8: 75-88.
- **Zuccarello, G., Sandercock, B. y J.A. West. 2002.** Diversity within red algal species: variation in world-wide samples of *Spyridia filamentosa* (Ceramiaceae) and *Murrayella pericladus* (Rhodomeleaceae) using DNA markers and breeding studies. European J. of Phycol., 37: 403-17.

Juan Carlos Narváez Barandica, Jacobo Blanco Racedo, Efraín Vilorio
Maestre, Marisol Santos Acevedo y Diego Luis Gil Agudelo

Caso de Estudio 2

La tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Pisces:
Cichlidae) en Ciénaga Grande de Santa Marta y Complejo
de Pajarales



Ciénaga Grande de Santa Marta. Foto: Adriana Gracia C.

Introducción

Oreochromis niloticus (Tilapia del Nilo) es especie nativa de África ampliamente introducida en diferentes países tropicales y subtropicales del mundo fomentando su cultivo (Watanabe *et al.*, 2002). Inicialmente introducida a América a mediados del siglo pasado y a Colombia en 1979 (Castillo, 1996). Fue escogida para un plan de “poblamiento” en ciénagas de la parte baja de la cuenca del río Magdalena, porque la oferta del plancton supuestamente estaba siendo desaprovechada por las especies nativas (Popma y Villanada, 1977). Similarmente, se fomentó su cultivo y por pobres prácticas de manejo y control, escapó al medio

natural donde estableció poblaciones en ciénagas de los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge y Sinú. Hoy en día está establecida en cuencas de otros ríos, en represas y otros cuerpos de agua naturales y artificiales (Gutiérrez, 2001; Alvarado y Gutiérrez, 2002). Investigaciones aisladas han abordado varios aspectos de su biología, ecología, genética y pesquería en poblaciones asociadas a sistemas acuáticos costeros, para valorar su papel de especie invasora y determinar los posibles impactos en aguas colombianas. La población mejor estudiada es la del complejo Ciénaga Grande de Santa Marta y Pajarales (CGSM-CP), gracias a esfuerzos de la academia, investigación y ministeriales que han permitido entender su impacto positivo y negativo. Aquí se presenta una sinopsis de estos estudios que describe el estado del conocimiento de *O. niloticus* en este importante complejo lagunar del Caribe colombiano. Asimismo, se suministran recomendaciones técnicas para su manejo.

Sinopsis de la especie: distribución y ecología

La tilapia del Nilo *O. niloticus* es miembro de la familia Cichlidae original de África, que se distribuye desde Liberia hasta Sudán (Trewavas, 1983). Aunque su hábitat natural son las aguas dulces, puede adaptarse a ambientes eurihalinos con amplios ámbitos de temperatura, salinidad y acidez del agua. Habita ambientes con un mínimo de oxígeno, temperaturas entre 13,5 °C y 33 °C; salinidades entre 0 y 30 unidades (Baliwa, 1998; Costa-Pierce, 2003; Blanco *et al.*, 2007); y puede tolerar variaciones de pH entre 5 y 11 (Baliwa, 1998). Desde el punto de vista trófico, demuestra poca exigencia en la alimentación (Baliwa, 1998; Gutiérrez, 2001). Originalmente se considera omnívora porque se alimenta principalmente de fito y zooplancton (Baliwa, 1998; Santos-Acevedo, 2001); Sin embargo, donde se ha introducido la consideran herbívora por consumir plantas acuáticas (McCrary *et al.*, 2001) y en otros casos, carnívora por alimentarse de organismos asociados al sedimento, tales como nematodos, rotíferos, briozoos e hidrozooos (Peterson *et al.*, 2006). Por otro lado, entre los pescadores se ha especulado que es una especie piscívora, ya que han encontrado pequeños peces en su boca, llevándolos a creer que se trata de depredación sobre juveniles de otras especies de peces, sin saber que ellos crían a sus juveniles en la boca.

Estas características ecológicas, sumadas con las biológicas (reproducción precoz, alta fecundidad, machos polígamos y cuidado parental), son consideradas como las principales razones que determinan su capacidad para adaptarse y colonizar nuevos hábitats (Trewavas, 1983; Kaufman, 1992; Baliwa, 1998).

Antecedentes de su problemática como especie invasora

Las tilapias introducidas al medio natural han sido poco evaluadas (Kaufman, 1992; Fuerst *et al.*, 2000). Sin embargo, una revisión realizada por Canonico *et al.* (2005) cita varios ejemplos. El caso mejor documentado es el del Lago Victoria, en África, cuya pesca se basaba en 177 especies de peces nativas, pasando su producción de 61.000 a 30.000 ton año⁻¹ después de la introducción de *O. niloticus* y *Lates nilotica* (Ogutu-Ohwayo, 1990; Kaufman, 1992; Baliwa, 1998; Agnès *et al.*, 1999). La competencia por espacio y alimento de *O. niloticus* con las especies nativas y la depredación de *L. nilotica* sobre éstas causó una de las catástrofes ambientales más importantes del mundo (Kaufman, 1992). Aunque recientes estudios describen el descenso de las abundancias de estas dos especies y la recuperación de las especies nativas, los efectos causados a la fauna íctica del lago todavía son evidentes (Baliwa *et al.*, 2003).

Otros ejemplos bien documentados provienen de EEUU y Nicaragua. En este último, se documentó de su interacción con especies de la misma familia causando un efecto negativo, por sacar ventaja en las competencias por alimento y espacio necesario para realizar sus desoves (McCrary *et al.*, 2007). Así mismo, es considerada responsable de la introducción de parásitos que también probablemente enferman a los ciclidos nicaragüenses (McKaye *et al.*, 1995).

En Colombia, los efectos ecológicos de la introducción de *O. niloticus* son desconocidos. Sin embargo, después de su liberación al medio natural, estudios experimentales en cautiverio documentaron comportamientos agresivos de *O. niloticus* sobre las especies nativas *P. magdalenae* y *Caquetia kraussi* (Rodríguez, 1981). En el caso de CGSM, Leal *et al.* (2008) evaluaron el impacto negativo de *O. niloticus* sobre la composición y abundancia de peces nativos de la laguna, sin hallar suficientes evidencias para demostrarlo. No obstante, lograron describir su capacidad para responder a la variabilidad ambiental de CGSM, observándose cambios importantes en su abundancia y efecto sobre la composición y estructura del ensamblaje de peces en CGSM.

Caso de estudio: *Oreochromis niloticus* en Ciénaga Grande de santa Marta y Complejo de Pajarales (CGSM-CP)

La CGSM-CP, considerada el sistema lagunar más importante de Colombia por su gran interés ecológico y socioeconómico, hace parte del plano deltaico del río Magdalena (10° 45'-11° 00' N y 74° 15'- 74° 30' W; IGAC, 1973; Fig. 1). Su pesquería artesanal multiflota aprovecha comercialmente cerca de 96 especies de peces, siendo las más importantes las de las familias Mugilidae, Ariidae, Gerreidae, Megalopidae, Clupeidae, Cichlidae, Sciaenidae y Centropomidae (Santos-Martínez *et al.*, 1998; Sánchez y Rueda, 1999).

Por los bienes y servicios naturales, la CGSM-CP ha sido declarada como un sistema estratégico para la conservación de la biodiversidad mundial y designada como Reserva de la Biosfera y Humedal Ramsar (UNESCO, 2000). Sin embargo, esta situación contrasta con las intervenciones antropogénicas que ha sufrido por décadas y con la presencia de especies introducidas desde otros continentes, como *Oreochromis niloticus* y *Trichogaster pectoralis*, y desde la cuenca del Amazonas y Orinoco, como *Colossoma macropomum*.

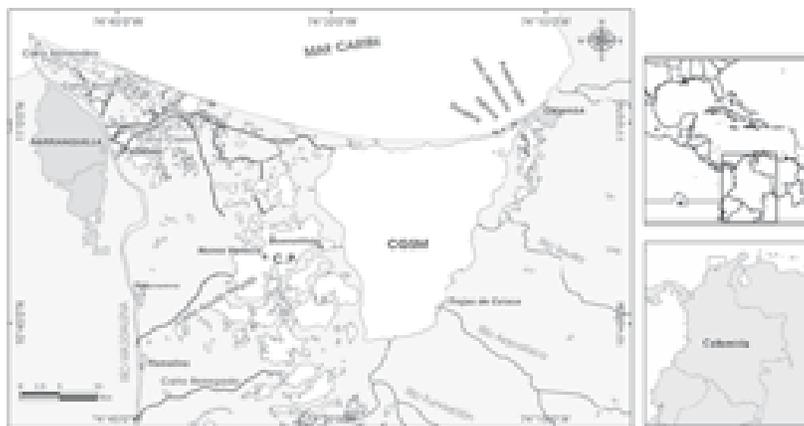


Figura 1. Ecorregión Ciénaga Grande de Santa Marta. Los puntos indican los sitios de desembarque del monitoreo pesquero.

Con respecto a *O. niloticus*, introducida en la cuenca del río Magdalena desde fines de los años 70, su presencia en CGSM-CP coincidió con los ensayos de reapertura del caño Clarín en 1995, aunque sin ser muy abundante (Santos-Martínez *et al.*, 1998). Cuando por el caño Clarín se introdujo gran cantidad de agua dulce del río Magdalena a este sistema en 1996, *O. niloticus* invadió y se estableció principalmente en el sistema lagunar del Complejo de Pajarales (Bateman, 1998). Sin embargo, la mayor salinidad en la CGSM, evitó su establecimiento inmediato en este cuerpo de agua.

Efecto de la salinidad sobre su distribución y abundancia

Aunque no hubo monitoreo pesquero en CGSM-CP durante 1997, 1998 y parte de 1999, se presume que la población de esta especie debió crecer rápidamente, como para convertirse en el primer recurso pesquero en 1999-2000 (Fig. 2). Sin embargo, cuando la salinidad promedio subió por encima de 10 en el sistema CP en junio-julio de 2000, ocurrió un brote de furunculosis severo, que sólo afectó a la población de *O. niloticus*. Después de agosto de 2000, cuando la salinidad media descendió de 10 en CP, las tilapias adultas afectadas por el brote epizoótico se recuperaron, pero no así los juveniles, que seguramente sufrieron un incremento inusitado en su mortalidad natural, que no fue posible estimar por métodos convencionales.



Figura 2. Ejemplares de *Oreochromis niloticus* capturados por la pesquería artesanal de la Ciénaga Grande de Santa Marta y Complejo Pajarales. Fuente: E. Vilorio.

Blanco *et al.* (2006) demostraron que esos cambios en la salinidad de CGSM-CP se dieron como respuesta a la variabilidad climática global (ENOS), que afectó su régimen hidrológico y su condición ambiental. En los años de La Niña (1999-2000), cuando la salinidad tendió a cero, la abundancia de *O. niloticus* fue la mayor. Sin embargo, al manifestarse el fenómeno de El Niño (2001-2003), afectó negativamente su abundancia. Blanco *et al.* (2007) afirmaron que la abundancia de *O. niloticus* en el sistema CGSM-CP, dependió inversamente de su salinidad ($r = -0,80$; Fig. 3) y directamente de los valores del Índice de Oscilación Sur (IOS) ($r = 0,79$), indicativos del fenómeno.

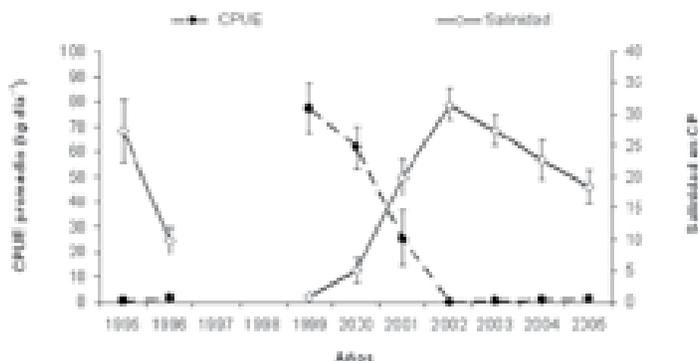


Figura 3. Variación anual de la salinidad del Complejo de Pajarales y de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de *O. niloticus* capturada con atarraya. Fuente: Blanco et al. (2007).

El tipo de alimento limita su abundancia

Otra razón que contribuyó con la disminución de su abundancia fue el tipo de alimento ofertado en CGSM-CP cuando la salinidad se incrementó en junio-julio de 2000, el cual estuvo constituido principalmente de cianobacterias, incluyendo especies tóxicas (Hernández, 2001). Para esa misma época, Santos-Acevedo (2001) estudió el contenido estomacal de estas tilapias y observó que el 96% correspondió a fitoplancton (*Chlorophyceae* y diatomeas) y el resto a zooplancton (únicamente Cladóceros). En ninguno de los casos encontró cianobacterias en el contenido estomacal (Fig. 4).

Variación ecológica y aspectos genéticos

Estas condiciones ambientales en CGSM-CP también han influido en la ecomorfología de *O. niloticus*. Narváez et al. (2005a) observaron que peces capturados en ambientes de agua dulce en CGSM-CP demostraron tener una morfología distinta a los de ambientes estuarinos y alcalinos (Fig. 5) y consideraron al tipo de alimento y a las condiciones fisicoquímicas como principales causas de su variación morfométrica en el norte de Colombia y en CGSM-CP.

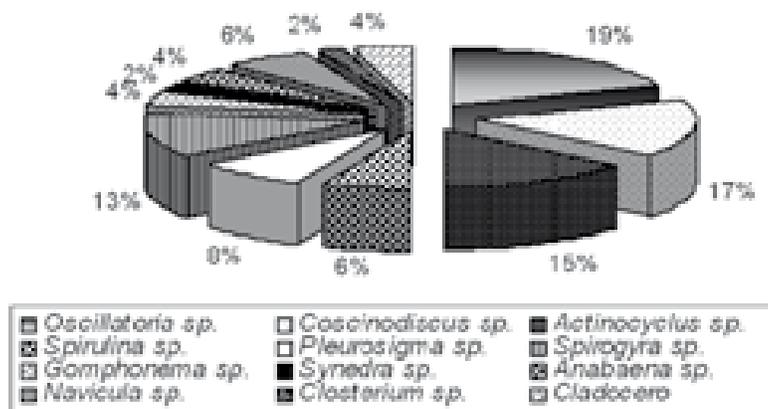


Figura 4. Frecuencia de aparición de los contenidos estomacales de *O. niloticus* en CGSM-CP. Año: 2001. n= 12. Talla: 18-23 cm de longitud estándar. Fuente: Santos-Acevedo (2001).

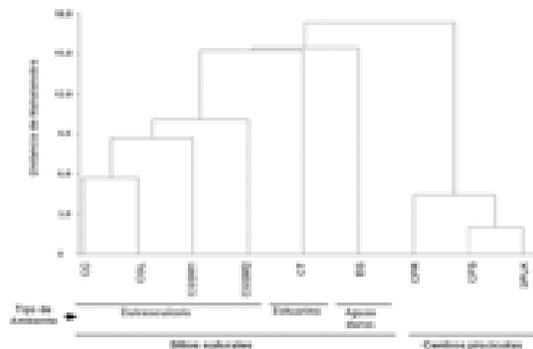


Figura 5. Dendrograma de clasificación jerárquica de sitios de muestreos calculado a partir de las distancias de Mahalanobis entre los centroides obtenidos del análisis discriminante libre del efecto del tamaño. El método de agrupación fue el promedio aritmético no ponderado (UPGMA). Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM1 y CGSM2); Ciénaga Grande de Lorica (CGL) (Córdoba); Ciénaga de Cotocá (CC) (Córdoba); Embalse de Guájaro (EG) (Atlántico); Ciénaga de Totumo (CT) (Atlántico); Centro de Investigación Piscícola de Repelón (CPRE) (Atlántico); Centro Piscícola del SENA Agropecuario (CPSE) (Magdalena); Granja piscícola “La Katia” (GPLK) (Magdalena). n= 392. Fuente: Narváez et al. (2006).

A pesar de lo anterior, desde el punto de vista genético sus poblaciones no demostraron tener variación. Narváez *et al.* (2006a) documentaron con marcadores moleculares microsatélites específicos que *O. niloticus* en el norte de Colombia, incluyendo CGSM-CP, presenta una diversidad genética muy baja ($H_o < 0,07$) y una alta endogamia ($F_{is} > 0,916$). Esto quizás fue una de las razones que limitó su tolerancia a los altos valores de salinidad. También determinaron una leve subestructuración entre las localidades ($F_{st} > 0,021$; Tabla 1). Con respecto a esto último, argumentaron que de las tres localidades estudiadas en CGSM-CP [influencia del Caño Clarín (CGSM1), del Caño Renegado (CGSM2) y de los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta (CGSM3)], sólo una presentó la mayor diferencia genética (CGSM3). Entre las razones explicadas, está el tiempo y origen de los peces que colonizaron la CGSM-CP. La alta relación genética con los centros piscícolas demuestra el efecto que tuvieron las actividades acuícolas en la cuenca y desembocadura de los ríos de la SNSM (Sánchez, 1992; Wedler, 2000) y en caños que tributan a la CGSM-CP (Fig. 6) sobre el origen de la *O. niloticus* establecida.

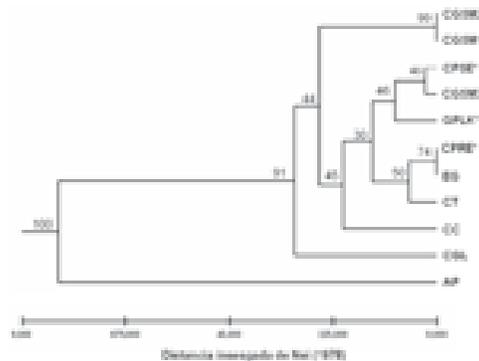


Figura 6. Relaciones genéticas entre las poblaciones naturalizadas y domesticadas de *O. niloticus* en el norte de Colombia, basadas en la distancia genética insesgada de Nei (Nei, 1987). El método de agrupación usado fue el UPGMA. Las poblaciones con asterisco son las domesticadas. El valor en los nodos indica los porcentajes de los “bootstrap” estimados de 1000 réplicas. Fuente: Narváez et al. (2006).

Impactos negativos sobre la fauna nativa

El establecimiento y el incremento en la abundancia de *O. niloticus* en CGSM-CP estuvieron asociados con la disminución de la abundancia de *E. plumieri* y *C. mapale*, pero existen razones para suponer que esta especie no tuvo que ver con esto. Para el caso de *E. plumieri*, su principal alimento fue *Mytilopsis sallei* (Arenas y Acero, 1992), un bivalvo que habitó los bancos de ostras (*Crassostrea rhizophorae*) en CGSM-CP. Se presume que al desaparecer los bancos, también desapareció su alimento. Esto afectó su supervivencia y su abundancia, sin descartar el efecto de la pesca. Con respecto a *C. mapale*, en los dos grandes episodios de mortandad masiva de peces en los 90 fue la principal especie afectada, como consecuencia disminuyó su abundancia.

No se descarta la posibilidad de impacto que ocasione *O. niloticus* a la fauna íctica nativa. Leal *et al.* (2008) lo demostraron sobre la composición y estructura del ensamblaje de peces. Además está el posible efecto sobre especies asociadas al bentos (ej. *Ariopsis* sp., *Caquetaia kraussi*, *C. mapale*, *M. incilis*, *Prochilodus magdalenae*, *Pseudoplatystoma magdaleniatum*, *Sorubim cuspicaudus*, entre otras) debido a su necesidad del hábitat bentónico para reproducirse. Aquí pueden ocurrir interacciones, como la competencia por espacio y alimento, que deben ser investigados.

Impacto económico

Si bien no es claro el impacto de *O. niloticus* sobre las especies nativas, si lo ha sido en el comportamiento de los pescadores y en sus beneficios económicos. Producto de su alta abundancia, los pescadores introdujeron el arte de pesca Chinchorro para capturarla con más eficiencia que con los artes tradicionales (atarrayas y trasmallos). Este arte también es usado en otros cuerpos de agua del río Magdalena para el mismo objetivo. Sin embargo, al cambiar las condiciones ambientales y disminuir su abundancia, la mayoría de pescadores regresan a sus artes tradicionales.

Desde el punto de vista económico, Zamora *et al.* (2007) demostraron que los ingresos económicos dependieron de la participación de las especies nativas y de *O. niloticus* en sus capturas, y a la variabilidad ambiental en CGSM-CP. Con respecto a lo primero, Rueda *et al.* (2003) demostraron que los valores económicos de las capturas de *O. niloticus* nunca alcanzaron los niveles de las especies nativas en 1994 y 1995. Los precios por kilogramo mostraron que *E. plumieri* con 1,24 \$US kg⁻¹ y *M. incilis* con 0,40 \$US kg⁻¹ en 1995, fueron mayores a los obtenidos por *O. niloticus* en 1999-2000 (0,26 \$US kg⁻¹), cuando ésta mostró sus mayores capturas. Destacaron el papel ambiguo que la introducción de especies tiene en la socioeconomía de una pesquería, ya que aun generando mayores capturas para los pescadores, éstas no compensan los ingresos económicos obtenidos en el pasado con especies nativas. Sin embargo, a partir de 2006 la demanda del mercado incrementó su precio en más del 100%.

Tabla 1. Número de alelos, heterocigocidad observada (H_o) y esperada (H_e), índice de endogamia (Fis) y diferencias genéticas (Fst) en grupos de *O. niloticus* asociados a tres localidades de CGSM-CP. CGSM1: influencia del Caño Clarín; CGSM2: del Caño Renegado; CGSM3: de los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta. Fuente: Narvéz (2006).

Sítios muestreados	n	Número de alelos	H_e	H_o	Fis (\hat{f}) (IC al 95%)	Comparación de $Fst(\theta)$ entre sítios CGSM2 CGSM3	
CGSM1	42	50 (8,3±2,8)	0,817 (0,046)	0,065 (0,057)	0,917 (0,854-0,970)	-0,0167 ^{n.s.}	0,0242 ^{**}
CGSM2	38	44 (7,3±2,0)	0,800 (0,045)	0,070 (0,036)	0,916 (0,839-0,973)	-	0,0297 ^{**}
CGSM3	16	31 (5,2±1,0)	0,790 (0,059)	0,052 (0,025)	0,938 (0,834-1,000)	-	-

(**) $p < 0,001$; n.s. = no significativo

Recomendaciones para su manejo en CGSM-CP

Existen muchos vacíos del conocimiento sobre el impacto de la introducción de *O. niloticus* a la CGSM-CP y otros cuerpos de agua naturales del país, como sobre la fauna y flora acuática nativa. Es necesario seguir estudiando la biología reproductiva y la ecología de la especie. Con respecto a las interacciones con las especies nativas es imperativo estudiar las competencias por alimento, espacio y otras importantes características que determinarán en últimas su impacto ecológico.

Hoy es claro que la especie es regulada por el ambiente y éste a su vez por la variabilidad climática global. Mientras esto suceda, el posible impacto sobre las especies nativas se amplificará o se restringirá espacial y temporalmente, dependiendo de la manifestación e intensidad del ENOS. Predecir o analizar el fenómeno de La Niña podrá proyectar el uso de medidas más contundentes.

Referente a las perspectivas sobre las comunidades de pescadores, es importante monitorear los impactos socio-económicos en la CGSM-CP, incluyendo los cambios en los ingresos de los pobladores, en los valores tradicionales (métodos de pesca, uso de recursos, alimentación, etc.) y en los mercados. La bonanza creada por *O. niloticus* hizo que muchos pescadores invirtieran en artículos que no poseían antes (arte, canoas, motores fuera de borda, entre otros); al caer la captura y el precio del mercado (2000-2001), los pescadores se vieron con nuevas necesidades, creando problemas sociales y económicos en CGSM-CP.

Las experiencias de otros países hacen suponer que *O. niloticus* también podría estar causando impactos en la fauna silvestre. Una de las medidas de control de abundancia implementadas es el uso de artes de pesca selectivos. En el caso de CGSM-CP, el uso del chinchorro podría controlarla, dado que este arte dirige su esfuerzo a *O. niloticus*. De la captura total desembarcada, el 80% corresponde a tilapia (Narváez *et al.*, 2006b) y la mayoría de los peces son capturados desde los 8,5 cm de longitud total (Narváez *et al.*, 2008).

También es necesario controlar las actividades de fomento sobre los sistemas naturales. Los repoblamientos arbitrarios pueden afectar la genética de las poblaciones de *O. niloticus* ya establecidas (Agnèse *et al.*, 1999; Fuerst *et al.*, 2000; Narváez, 2006), trayendo como consecuencia la magnificación del problema.

Dado que *O. niloticus* es una especie con excelente rendimiento en la acuicultura (Watanabe *et al.*, 2002), no se descarta la posibilidad de que se promueva su cultivo a pequeña, mediana y gran escala a través de decisiones políticas regionales o nacionales. Es importante que las entidades encargadas de la administración de los recursos naturales exijan planes de manejo ambiental donde se garantice un buen uso en su cultivo.

Agradecimientos

Queremos agradecer a la Bióloga Adriana Gracia por motivarnos a escribir este documento. La gran mayoría de la información suministrada aquí fue producto de la financiación de varias investigaciones. Agradecemos por el apoyo de estos procesos al INVEMAR, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, COLCIENCIAS, GTZ, CORPAMAG, Universidad Nacional de Colombia y Universidad del Magdalena. Así mismo, expresamos un especial agradecimiento a las comunidades de pescadores de CGSM-CP por apoyar los trabajos en campo.

Referencias

- **Agnèse, J.F., B. Adèpo-Gourène, Pouyaud, L. y R. Aman. 1999.** Genetic characterization of a pure relict population of *Oreochromis esculentus*, an endangered tilapia. *Journal of Fish Biology*, 54: 1119-1123.
- **Alvarado, H. y F. Gutiérrez. 2002.** Especies hidrobiológicas introducidas y trasplantadas, y su distribución en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente-RAMSAR-Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Bogotá, Colombia. 180 p.
- **Arenas G.P. y A. Acero. 1992.** Organización trófica de las mojarra (Pisces: Gerreidae) de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Caribe Colombiano). *Revista de Biología Tropical*, 40(3): 287-302.
- **Balirwa, J.S., 1998.** Lake Victoria wetlands and the ecology of the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* Linné. PhD. Dissertation. Wageningen University. Balkema Publishers, Rotterdam, Netherlands. 260 p.
- **Balirwa, J.S., Chapman, C.A., Chapman, L.J., Cowx, I.G., Geheb, K., Kaufman, L., Lowe-McConnell, R.H., Seehausen, O., Wanink, J.H., Welcomme, R.L. y F. Witte. 2003.** Biodiversity and fishery sustainability in the Lake Victoria Basin: an unexpected marriage? *Bioscience*, 53: 703-715.
- **Bateman, N. 1998.** Variación temporal y espacial de la estructura de la comunidad íctica de algunas ciénagas del Complejo Pajárales - Delta exterior Derecho del Río Magdalena. B.Sc. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá y Santa Marta, Colombia.
- **Blanco, J.A., Viloria E.A. y J.C. Narváez. 2006.** ENSO and interannual salinity changes in the Ciénaga Grande de Santa Marta coastal lagoon system, Colombian Caribbean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66: 157-167.
- **Blanco, J.A., Narváez-B., J.C. y E.A. Viloria. 2007.** ENSO and the rise and fall of a tilapia fishery in northern Colombia. *Fisheries Research*, 88: 100-108.
- **Canonico, G.C., Arthington, A., McCrary, J.K. y M.L. Thieme. 2005.** The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15: 463-483.
- **Castillo, L.F. 1996.** Historical and technical aspects of the introduction of tilapia culture in Colombia, p. 538. En: R.S.V. Pullin, J. Lazard, M. Legendre, J.B. Amon Kothias y D. Pauly (Eds.). *The Third International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. ICLARM conf. Proc. 41, 575 p.
- **Costa-Pierce, B.A. 2003.** Rapid evolution of an established feral tilapia (*Oreochromis* spp.): the need to incorporate invasion science into regulatory structures. *Biological Invasion*, 5: 71-84.
- **Fuerst, P.A., Mwanja, W.W. y L. Kaufman. 2000.** The genetic history of the introduced Nile tilapia of Lake Victoria (Uganda- E. Africa): The Population Structure of *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae) revealed by DNA microsatellite markers. En: Abstracts and papers submitted to ISTA 5. Río de Janeiro, Brasil (September 3-7, 2000).
- **Gutiérrez, F. 2001.** La introducción de especies como un fenómeno global y las especies hidrobiológicas continentales introducidas y/o trasplantadas en Colombia. *Medio Ambiente*, 14: 3-32.
- **Hernández, C. 2001.** Monitoreo de los procesos indicadores de recuperación de ecosistemas en el delta exterior derecho del Río Magdalena. Informe Final. Universidad del Magdalena/COLCIENCIAS/GTZ/CORPAMAG/UAESPNN. Código 117-09-040-98. Santa Marta, Colombia. 243 p.

- **IGAC. 1973.** Monografía del departamento del Magdalena. Inst. Geogr. Agustín Codazzi, Bogotá. 163 p.
- **Kaufman, L. 1992.** Catastrophic change in species-rich freshwater ecosystems: The lessons of Lake Victoria. *BioScience*, 42(11): 846-858.
- **Leal-Flórez, J., Rueda, M. y M. Wolff. 2008.** Role of the Non-Native Fish *Oreochromis niloticus* in the long-term variations of abundance and species composition of the native ichthyofauna in a Caribbean estuary. *Bulletin of Marine Science*, 82(3): 365-380.
- **McCrary, J.K., van den Berghe, E.P., McKaye, K.R. y L.J. López-Pérez. 2001.** Tilapia cultivation: a threat to native fish species in Nicaragua. *Encuentro* 58: 3-19.
- **McCrary, J.K., Murphy, B.R., Stauffer Jr., J.R. y S.S. Hendrix. 2007.** Tilapia (Teleostei: Cichlidae) status in Nicaraguan natural waters. *Environmental Biology of Fishes*, 78: 107-114.
- **McKaye, K.R., Ryan, J.D., Stauffer Jr., J.R., Lopez Perez, L.J., Vega, G.I. y E.P. van den Berghe. 1995.** African tilapia in Lake Nicaragua: Ecosystem in transition. *BioScience*, 45: 406-411.
- **Narváez-B., J.C., Acero, A. y J.A. Blanco. 2005a.** Variación morfométrica en poblaciones naturalizadas y domesticadas de la Tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (TELEOSTEI: CICHLIDAE) en el Norte de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Ciencias Naturales*, 29(112): 383-394.
- **Narváez-B., J.C., Rueda, M., Viloria-M., E. y J. Blanco R. 2005b.** Manual del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR (SIPEIN V3.0): una herramienta para el diseño de sistemas de manejo pesquero. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR, Santa Marta, Colombia. 128 p.
- **Narváez-B., J.C. 2006.** Evaluación de la estructura genética y morfométrica de las poblaciones de Tilapia (Pisces: Cichlidae: *Oreochromis*) en algunas ciénagas del norte de Colombia. MSc. thesis. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá y Santa Marta, Colombia. 124 p.
- **Narváez-B., J.C., J. Blanco, Acero, A. y C. Burbano. 2006a.** Especies exóticas en Colombia: Evaluación de la estructura genética y morfométrica de las poblaciones naturalizadas y domesticadas de *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae) en el Norte de Colombia (p. 290-299). En: INVEMAR. Informe del estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: año 2005. (Serie de publicaciones periódicas INVEMAR; no. 8) Santa Marta, Colombia. 360 p.
- **Narváez-B., J.C., Blanco, J., Viloria, E. y M. Rueda. 2006b.** Efectos sobre la biodiversidad debidos a la pesca (Captura Incidental): Pesca Artesanal (p. 288-290). En: INVEMAR. Informe del estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: año 2005. (Serie de publicaciones periódicas INVEMAR; no. 8) Santa Marta, Colombia. 360 p.
- **Narváez-B., J.C., Herrera, F. y J. Blanco, 2008.** Efectos de los artes de pesca sobre el tamaño de los peces en una pesquería artesanal del Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 37(2): 163-187.
- **Ogutu-Ohwayo, R. 1990.** The decline of the native fishes of lakes Victoria and Kyoga (East Africa) and the impact of introduced species, especially the Nile perch, *Lates niloticus*, and the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Environmental Biology of Fishes*, 27: 81-96.

- **Peterson, M.S., Slack, W.T., Waggy, G.L., Finley, J., Woodley, C.M. y M.L. Partyka. 2006.** Foraging in non-native environments: comparison of Nile tilapia and three co-occurring native centrarchids in invaded coastal Mississippi watersheds. *Environmental Biology of Fishes*, 76: 283–301.
- **Popma, T. y A. Villanada. 1977.** Sustentación de la introducción de *Sarotherodon (Oreochromis niloticus)* (Tilapia nilótica) en Colombia. Informe Técnico. INDERENA, Bogotá, Colombia. 18 p.
- **Rodríguez, D.G. 1981.** Determinación del efecto de la “Mojarra Africana” Tilapia nilotica sobre un policultivo de 13 especies de peces nativas del área del bajo Magdalena. INDERENA, Bogotá, Colombia. 25 p.
- **Rueda, M., Blanco-R., J., Narváez-B., J.C., Viloria-M., E., Newmark-U., F. y M. Santos-Acevedo, 2003.** Capítulo IV. Recursos sometidos a explotación. En: INVEMAR, Informe del estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: año 2002 (Eds). Medellín: Servigráficas. (Serie de publicaciones periódicas INVEMAR; no. 8). Santa Marta, Colombia. 178 p.
- **Sánchez, S., 1992.** Informe final de actividades: Programa de piscicultura. Fundación Pro-Sierra Nevada de Santa Marta. Santa Marta, Colombia. 45 p.
- **Sánchez, C. y M. Rueda. 1999.** Diversity and abundance variation of dominant fish species on the Magdalena river delta, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 47: 1067-1079.
- **Santos-Acevedo, M. 2001.** Relaciones tróficas de los recursos pesqueros de la Ciénaga Grande de Santa Marta y Complejo de Pajarales. En: Informe final del proyecto “Monitoreo pesquero en la Ciénaga Grande de Santa Marta y Complejo de Pajarales”. GTZ-PROCIENAGA. Santa Marta, Colombia. 26 p.
- **Santos-Martínez, A., Viloria, E.A., Sánchez, C., Rueda, M., Tijero, R., Grijalba, M. y J.C. Narváez-B. 1998.** Evaluación de los principales recursos pesqueros de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Costa Caribe Colombiana. Informe Final, COLCIENCIAS, INVEMAR y GTZ-PROCIENAGA. 2 Vol + 3 disquete. Santa Marta, Colombia.
- **Trewavas, E. 1983.** Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. Cornell. Ithaca, Nueva York, 583 p.
- **UNESCO. 2000.** List of biosphere reserves: The Ciénaga Grande de Santa Marta. The MAB programme. <http://www.unesco.org/mab/br/brdir/directory/col4.htm>. 22/06/07.
- **Viloria, E.A. 2009.** El colapso de la pesquería de la Mojarra Rayada *Eugerres plumieri* (PISCES: GERREIDAE) en la Ciénaga Grande de Santa Marta ¿causas pesqueras, ambientales o biológicas?. MSc. tesis. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá y Santa Marta, Colombia. 124 p.
- **Watanabe, W.O., Losordo T.M., Fitzsimmons, K. y F. Hanley. 2002.** Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trends and challenges. *Reviews in Fisheries Science*, 10 (3-4): 465-498.
- **Wedler, E. 2000.** Maricultura artesanal en Colombia. *Colombia Ciencia y Tecnología*, 18 (3): 30-37.
- **Zamora, A.P., Narváez-B., J.C. y L.M. Londoño. 2007.** Evaluación económica de la pesquería artesanal de la Ciénaga Grande de Santa Marta y Complejo de Pajarales, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 36: 31-46.

Leonardo Herrera Orozco, Pilar Alzate Guerrero, Jaime Cantera Kintz

Caso de Estudio

3

Alitta succinea Frey y Leuckart 1847 (Nereididae: Polychaeta), una especie invasora en el Pacífico colombiano

Introducción

Las zonas costeras son propensas a la introducción de especies que, por presentar adaptaciones que les permiten colonizar y proliferar en ambientes extraños, son peligrosas para la fauna local. Establecer la presencia de una especie potencialmente invasora e identificar aspectos de su ecología, permite planificar el manejo y control de sus poblaciones, e incluso, limitar la introducción de más especies de este tipo. Es tal la preocupación actual por su impacto, que cada vez son más comunes los catálogos de organismos marinos invasores, pero la falta de información sobre la biodiversidad y ecología a escala local los hace incompletos. El Pacífico colombiano congrega una alta biodiversidad pero son pocos los trabajos que identifiquen con certeza cuáles especies están presentes, dónde lo están, o si son nativas o introducidas, esto limita el desarrollo de investigación sobre especies invasoras y el diseño de acciones respecto a este problema. En este documento se presenta el caso de *Alitta succinea*, un poliqueto catalogado como invasor en varias costas del mundo, presente en el Pacífico colombiano. Este trabajo fue desarrollado con el objetivo de aportar información base sobre aspectos ecológicos de este poliqueto, que permita la planificación de estrategias para su manejo y control, y la introducción de otras especies potencialmente invasoras.

Sinopsis

Descripción: *Alitta succinea* es un nereidido con alta variabilidad morfológica y fisiológica que le permiten establecerse en diferentes ambientes costeros y acondicionarse a cambios ambientales de diferente índole. Su reproducción es planctónica mediante epítocos e inicia su vida bentónica al desarrollar 4 ó 6 segmentos, llega a desarrollar unos 160 segmentos y una longitud de 190 milímetros. Un representante típico de la especie presenta un par de antenas y palpostilos cónicos en su parte frontal, manchas oculares y cuatro pares de cirros tentaculares que se extienden hasta el setígero 5; es común que los parapodios presenten formas foliosas que le facilitan la natación. Presenta paragnatos cónicos en los anillos maxilar y oral y carece de papilas. Su coloración va del caramelo al café oscuro en el dorso y el prostomio, y amarillo ocre a caramelo en la parte lateral. En la zona V se presentan 4 a 6 paragnatos, en la zona VI el número es variable (2 a 8), agrupados en un parche semicircular.

Distribución: Localidad tipo: Helgoland, Alemania. Especie nativa del Atlántico Norte oriental y del Mar del Norte en Europa, pero su ámbito de distribución se ha ampliado hasta el Mar Negro, el Pacífico oriental y occidental, el Atlántico occidental y la Antártida (Hewitt *et al.*, 2002; ISSG, 2007).

Ecología: Es considerada como estuarina, pero no se restringe a este ambiente; se encuentran en la infauna de planos lodosos, masas de esponjas o algas, o en la epifauna de bancos de bivalvos o cirripedios; en general, ambientes que permiten la acumulación de material orgánico y bacterias (Pardo y Dauer, 2003). Se alimenta de bacterias extraídas de depósitos y puede depredar microinvertebrados. En la red trófica enlazan el flujo energético entre depósitos detríticos y niveles superiores (Detwiler *et al.*, 2002). Su abundancia se relaciona directamente con la concentración de carbono en áreas de descarga de aguas de desecho; puede alterar la disponibilidad de nutrientes y modificar la biogeoquímica del sedimento al promover la actividad bacteriana o transferir contaminantes hacia la biota (Eliás *et al.*, 2006).

Antecedentes como especie invasora

Hewitt *et al.* (2002) e ISSG (2007) catalogan a *Alitta succinea* como introducida en el Pacífico Norte oriental (EUA y México), Pacífico Norte central (Hawái) y Australia, donde se presume como potencial invasora. En el Pacífico Centro oriental (Costa Rica, Panamá), Atlántico Norte occidental, Mar Caribe y Antillas, Atlántico Sur occidental (Brasil, Uruguay, Argentina), Atlántico Sur oriental y la Antártida, es catalogada como especie criptogénica.

En Australia fue catalogada entre las 15 especies no nativas establecidas y con potencial de invasión, aunque no se logró obtener información sobre aspectos de manejo y control; se cree que la llegada a este país se debió al mal manejo de aguas de lastre o asociado al casco de naves (Hayes *et al.*, 2005). En Mar del Plata (Argentina), la población de este nereidido presenta un modelo de picos, asociando los máximos a la temporada turística y el aumento de carga orgánica (Eliás *et al.*, 2006).

Alitta succinea en Colombia

No hay datos que permitan establecer como entró *Alitta succinea* a Colombia, pero su introducción puede catalogarse como accidental. Este poliqueto se encuentra en masas de esponjas o algas, planos lodosos de estuarios y manglares del Caribe y Pacífico. Báez y Ardila (2003), lo registran para el Caribe en la región de influencia del río Magdalena, Parque Nacional Natural Tayrona, golfo de Morrosquillo y Darién antioqueño. Londoño-Mesa *et al.* (2003), lo registran en San Andrés Isla. Para el Pacífico, Laverde-Castillo (1986), lo registró en bahía Málaga, algunos especímenes fueron encontrados en 1996 en Buenaventura y consignados en la Colección de Referencia de Biología Marina de la Universidad del Valle (CRBMUV), finalmente Alzate (2009), lo registró en Buenaventura.

Área de estudio y métodos

Este estudio se desarrolló en cuatro boyas del canal de navegación de la bahía de Buenaventura y en tres planos lodosos al interior de bahía Málaga (Fig. 1). En la primera, la fauna asociada a las boyas está influenciada por el flujo de naves del puerto comercial y la descarga de residuos orgánicos de la ciudad de Buenaventura (360.000 habitantes aprox., fuente: www.dane.gov.co, búsqueda: 02-05-2011). En la segunda, aunque hay flujo de naves y algunas poblaciones pequeñas el impacto es mínimo, por lo que en general es un área muy bien conservada.

Las boyas estudiadas se encuentran en la boca (20 y 21, externas) y cerca a la ciudad de Buenaventura (33 y 36, internas). Las externas presentan influencia de aguas oceánicas y están cubiertas de esponjas, las internas presentan influencia de aguas salobres y están cubiertas por algas. La boya 36, está sometida a la descarga directa de aguas servidas. El tiempo de exposición de las boyas se presenta en la tabla 2.

Los sitios de estudio en bahía Málaga, La Plata, Naidizal y Mayordomo, son planos lodosos sometidos a procesos biogeoquímicos típicos de un estuario pero presentan condiciones diferenciales: La Plata recibe los residuos humanos de unos 50 habitantes, Naidizal está influenciado por los procesos ecológicos de un manglar; estos sitios están separados por una playa de gravas de 300 metros aprox. Mayordomo se encuentra aislado de otros sistemas y a unos 2 Km de los sitios anteriores.

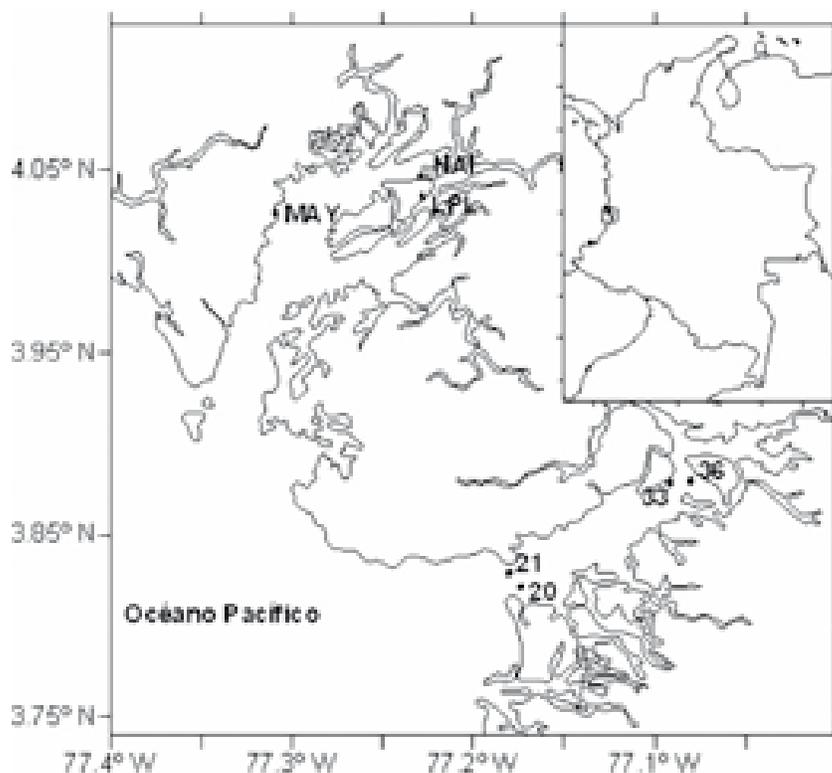


Figura 1. Bahía de Buenaventura y bahía Málaga. A pesar de la cercanía, estas bahías presentan condiciones ambientales muy diferentes. Se indican los puntos de muestreo: 20, 21, 33, 36 (boyas en canal de navegación de Buenaventura); La Plata (LPL), Naidizal (NAI), Mayordomo (MAY), en bahía Málaga.

Las muestras en las boyas se tomaron mediante raspado de cuatro cuadrantes de 0,0625 m², entre Septiembre-2007 y Febrero-2008. Los muestreos en bahía Málaga se desarrollaron entre Febrero-2008 y Febrero-2009 mediante el tamizado de 1500 cm³ de lodo. Las muestras fueron preservadas en formalina y conservadas en etanol al 70%.

Resultados y análisis

Se encontraron dos morfotipos (mt-I y mt-II) de *Alitta succinea* cohabitando en las boyas de Buenaventura y uno (mt-I) en bahía Málaga; estos morfotipos se pueden identificar por su coloración y distribución de paragnatos (Fig. 2). Los especímenes de la CRBMUV (colectados en 1996), correspondieron a mt-I. Hay diferencias en las tallas máximas de mt-I entre las dos bahías (ANOVA, $p < 0,05$; $n = 37$), pero no entre los dos morfotipos en Buenaventura (ANOVA, $p > 0,05$; $n = 39$) (Tabla 1).



Figura 2. Morfotipos de *A. succinea* encontrados en el Pacífico Colombiano. La disposición de los paragnatos permite identificarlos, por ejemplo, en la zona V mt-II (izq.) están dispuestos en medialuna abierta hacia la izquierda, en mt-I (der.) están dispuestos en medialuna abierta hacia la derecha. Longitud entre anillo oral y segmento 7: 6mm.

Tabla 1. Tallas de los morfotipos de *Alitta succinea* en bahía Málaga (B. M) y la bahía de Buenaventura (B. B). Los morfotipos de Buenaventura presentan mayor longitud y porcentaje de individuos con talla máxima, indicando condiciones para el desarrollo más favorables que en Málaga.

Morfotipo (Localidad)	mt-I (B. M)	mt-I (B. B)	mt-II (B. B)
Rango máximo de talla (cm)	0,80 – 1,22	1,60 – 2,25	1,60 – 2,31
Individuos medidos	16	21	18
Individuos con talla máxima (%)	50,00	71,43	72,22
Coficiente de variación de tallas (%)	23,30	20,45	22,05

Tabla 2. Datos generales de la abundancia de *Alitta succinea* en la bahía de Buenaventura. El ambiente salobre al interior de la bahía favorece las poblaciones de este nereidido, especialmente en la boya 36 donde además hay descarga de aguas servidas.

Número de Boya	20	21	33	36
Tiempo de establecimiento (meses)	11	27	22	24
Abundancia <i>A. succinea</i> (ind/m ²)	584	660	328	1248
Coficiente Variación de abundancia (%)	21,75	38,14	41,68	36,26
Nº familias y Nº especies	4 6	6 9	1 1	1 1
Abundancia relativa <i>A. succinea</i> (%)	42,20	73,33	100	100
Salinidad (Rango)	25-30	25-30	10-20	10-20
Sustrato	Esponjas	Esponjas	Algas	Algas

Tabla 3. Datos generales de abundancia de *Alitta succinea* en bahía Málaga. Este nereidido no presenta abundancia alta en esta zona, a pesar de ser un ambiente estuarino; aunque el plus de carga orgánica -por el asentamiento humano y el manglar-, puede explicar los mayores valores en La Plata y Naidizal respecto a Mayordomo.

Localidad	La Plata		Naidizal		Mayordomo	
Abundancia <i>A. succinea</i> (ind/500 cm ²)	7		7		2	
Nº familias y Nº especies	8	11	9	14	8	13
Abundancia relativa <i>A. succinea</i> (%)	8,23		7,61		2,77	
Salinidad (Rango)	5 - 18		5 - 18		4 - 15	

En las boyas internas, la única especie de poliqueto es *A. succinea*, demostrando su capacidad de impacto sobre la biodiversidad en ambientes salobres (Tabla 2). Ésta situación se potencia en Buenaventura, donde los niveles de carga orgánica varían fuertemente en escalas temporales de días por efecto de mareas y desembocadura de ríos (Cantera y Blanco, 2001). En la boya 36, sumado a lo anterior, el impacto directo de la descarga de aguas servidas de la ciudad favorece la proliferación de este poliqueto, al aumentar la concentración de compuestos orgánicos -y la carga bacteriana-, sobre el sustrato de la boya; resultado afín con Elías *et al.* (2006).

En Buenaventura, en la boya 20, *Alitta succinea* y *Haplosyllis* sp. (Syllidae) son codominantes (Abundancia relativa: 42,20% y 38,73%, respectivamente). En la boya 21, *A. succinea* es dominante, aunque *Haplosyllis* sp. también es importante (Abundancia relativa: 73,33% y 14,22%, respectivamente). Este último, es un taxón común en esponjas, con adaptaciones especiales para este ambiente (Lattig y Martin, 2009). Es probable que se presente competencia entre estas especies por colonizar y establecerse sobre las esponjas, pero conforme pasa el tiempo, se favorece *A. succinea*.

En los planos lodosos de bahía Málaga la abundancia de *Alitta succinea* se ve favorecida por la carga orgánica, pero su presencia aparentemente no afecta el establecimiento de otros poliquetos (Tabla 3); en los tres sitios la riqueza específica de poliquetos es similar y hay codominancia de dos especies de Capitellidae, (abundancia relativa =72%), resultado común en planos lodosos del Pacífico colombiano (Herrera, 2003; Lucero *et al.*, 2004).

Las condiciones espaciales en las boyas de Buenaventura y planos lodosos de bahía Málaga llevan a procesos diferenciales de competencia. En las primeras, el espacio es limitado y los microambientes están restringidos a un solo tipo de sustrato; por otro lado, en los planos hay mayor espacio y número de microambientes. Esto explica las diferencias en riqueza de especies para los sitios con menor salinidad. Las características morfológicas y reproductivas, le permiten a *A. succinea* colonizar ambientes asociados a zonas portuarias, que por el mantenimiento a sus estructuras detienen abrupta y continuamente la sucesión ecológica, conllevando a repetidos procesos de colonización. Pero en zonas estuarinas con procesos ecológicos continuos, aunque hay presencia de este nereidido, su proliferación es controlada de forma natural.

Conclusiones y recomendaciones

La condición de especie invasora de *A. succinea* se ejemplifica en el fuerte control sobre el desarrollo poblacional de otros poliquetos, impactando la diversidad ecológica a escala local. La capacidad de acondicionarse

al cambio ambiental, le permite a *A. succinea* competir fuertemente, incluso con poliquetos que presentan relaciones evolutivas con su ambiente, como la relación simbiote *Haplosyllis*-Esponjas. Aunque los datos indican que en ambientes más salinos se favorece la competencia de otras especies, presentando un impacto menor en la diversidad de poliquetos, siendo un mecanismo de control natural.

No hay estrategias de control a nivel local, ni global. Las poblaciones en el Pacífico colombiano están bien establecidas, por lo que su erradicación es poco probable, aunque su proliferación puede controlarse mediante un mantenimiento continuo de las estructuras portuarias y un manejo adecuado de las aguas servidas. No obstante, el establecimiento de esta especie es una alerta para el diseño de estrategias que limiten la introducción de más especies marinas foráneas.

La mayoría de especies de poliquetos son útiles en detección de áreas contaminadas. *Alitta succinea* puede ser usado como bioindicador en el monitoreo de compuestos nitrogenados orgánicos e hidrocarburos, aunque debe desarrollarse más investigación para establecer su sensibilidad a escala local.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Dr. Ildelfonso Liñero, del Instituto Oceanográfico de Venezuela, por sus comentarios, también al Museo Nacional de Historia Natural Marina de Colombia en Santa Marta por permitir la revisión de especímenes, a la Dirección General Marítima (DIMAR) de Buenaventura por su apoyo en los muestreos. Este trabajo fue realizado dentro del proyecto Biodiversidad de Estadios de Vida Vulnerable de Organismos Marinos en Bahía Málaga (Pacífico Colombiano) como criterio de conservación: Evaluación de la heterogeneidad de ambientes en la reproducción y reclutamiento, financiado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Investigación, Colciencias, proyecto 1106-405-20155.

Referencias

- **Alzate, R.P. 2009.** Fauna sésil asociada a boyas del canal de navegación de la bahía de Buenaventura, Costa Pacífica Colombiana. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad del Valle. 41 p.
- **Báez, D.P. y N.E. Ardila. 2003.** Poliquetos (Annelida: Polychaeta) del Mar Caribe colombiano. *Biota colombiana*, 4(1): 89-109.
- **Cantera, J.R. y J.F. Blanco. 2001.** The estuary ecosystem of Buenaventura Bay, Colombia. Págs 265-280 En: U. Seelger y B. Kjerfve (Eds). *Ecological studies: Coastal marine ecosystems of Latin America*. Springer-Verlag. Berlín.
- **Detwiler, P.M., Coe, M.F. y D.M. Dexter. 2002.** The benthic invertebrates of the Salton Sea: distribution and seasonal dynamics. *Hydrobiologia*, 473:139-160.
- **Elías, R., Rivero, M.S., Palacios, J.R. y E.A. Vallarino. 2006.** Sewage-induced disturbance on polychaetes inhabiting intertidal mussel beds of *Brachidontes rodriguezii* off Mar del Plata (SW Atlantic, Argentina) *Scientific advances in Polychaete Research*. Sardá, R., San Martín, G., López, E., Martín, D. y D. George (Eds.) *Scientia Marina*, 70S3: 187-196.
- **Hayes, K., Sliwa, C., Migus, S., McEnulty, F. y P. Dunstan. 2005.** National priority pests, Part II, Ranking of Australian marine pests. CSIRO Marine Research and Australian Government Department of the Environment and Heritage. Australia. 94 p.

- **Herrera, L. 2002.** Temporal dynamics of the macroinvertebrate communities associated with the mangrove and sand ecosystems at Pianguita (Bay of Buenaventura, Colombian Pacific) from October 1999 to March 2001. *Investigaciones marinas*, 30(1): 146-148.
- **Hewitt, C.L., Martin, R.B., Sliwa, C., McEnulty, F.R. Murphy, N.E., Jones, T. y S. Cooper (Eds). 2002.** *Alitta succinea* species summary. National Introduced Marine Pest Information System. CSIRO. Disponible en: <http://crimp.marine.csiro.au/nimpis>; (Fecha de consulta: 08/2008).
- **ISSG. 2007.** Ecology of *Alitta succinea*. Global Invasive Species Database. Disponible en: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1068&fr=1&sts=&lang=EN>; (Fecha de consulta: 04/2009).
- **Lattig, P. y D. Martin. 2009.** *Haplosyllis* (Annelida, Polychaeta): un ejemplo de diversidad biológica y variabilidad morfológica en especies crípticas. Centro de Estudios Avanzados de Blanes, España. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10261/12012>; (Fecha de consulta: 06/2009).
- **Laverde-Castillo, J.J. 1986.** Lista anotada de los Poliquetos (Annelida) registradas para el Pacífico colombiano, con notas preliminares sobre su zoogeografía. *Actualidades biológicas*, 15(58): 123-130.
- **Londoño-Mesa, M., Polanía, J. y I. Vélez. 2002.** Polychaetes of the mangrove-fouling community at the Colombian Archipelago of San Andrés and Old Providence, Western Caribbean. *Wetlands Ecology and Management*, 10: 227-232.
- **Lucero, C., Cantera, J. y I. Romero. 2006.** Variability of macrobenthic assemblages under abnormal climatic conditions in a small scale tropical estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 68 (1-2): 17-26.
- **Pardo, E.V. y D.M. Dauer. 2003.** Particle size selection in individuals from epifaunal versus infaunal populations of nereidid polychaete *Neanthes succinea* (Polychaeta: Nereididae). En: Sigvaldadottir, E., Mackie, A.S.Y., Helgason, G.V., Reish, D.J., Svavarsson, S. y G. Guomundsson (eds). *Advances in Polychaete Research. Hydrobiologia*, 496: 355-360.
- **Wilson, R. 2008.** Nereidid worm (*Alitta succinea*), Pest and diseases image library (PaDIL). Disponible en: <http://www.padil.gov.au>; (Fecha de consulta: 11/2008).

Andrea Polanco Fernández, Arturo Acero Pizarro y Nacor Bolaños Cubillos

Caso de Estudio

4

El pez león (*Pterois volitans*) en el Caribe colombiano



Pez león. Foto: Juan Felipe Lazarus

Introducción

El pez león (*Pterois volitans*) pertenece a la familia Scorpaenidae, que incluye especies conocidas como rascacios o peces roca. Es un pez ornamental nativo del Indo-Pacífico que, a partir de su introducción en aguas de La Florida, se ha dispersado rápidamente en el Atlántico occidental (AO), siendo este caso un claro ejemplo de la problemática causada por las especies invasoras, las cuales representan una amenaza a la salud ecosistémica y a la biodiversidad (Ruiz *et al.*, 1997). Desde la introducción supuestamente accidental del pez león en aguas tropicales del AO, se inició un proceso progresivo de invasión y establecimiento de la

especie llegando hacia el norte hasta Rhode Island en el Atlántico noroccidental y a las Bermudas (USGS-NAS, 2011) y hacia el sur dispersándose a las Bahamas y por todo el Gran Caribe hasta su registro más meridional en el Archipiélago de Los Frailes, al noreste de la Isla de Margarita en Venezuela (CBM, 2011) en el área cercana a la costa y en Martinica el registro ubicado en la longitud más este en el Caribe insular (USGS-NAS, 2011).

En Colombia la especie *Pterois volitans* fue registrada por primera vez en diciembre de 2008, en la isla de Providencia. El siguiente año, fue registrada para el área continental colombiana. A partir de ese momento la frecuencia de registros ha ido incrementando en todo el territorio nacional, desde Urabá hasta La Guajira.

Este pez alcanza diferentes localidades geográficas y ámbitos de profundidad, presentando un amplio espectro de adaptación a variadas condiciones ambientales. A diferencia de otros peces invasores, que pueden ser relativamente inocuos (ej. *Omobranchus punctatus*), es una especie que aumenta la probabilidad del desequilibrio ecosistémico. Su condición de depredador activo que compite con otros piscívoros, sumado a que no tiene un depredador conocido en Colombia y a su condición ponzoñosa, lo constituyen en un riesgo para bañistas, buzos y pescadores (Myers, 1991; Albins y Hixon, 2008). A pesar de ser un pez ornamental con gran mercado, es poca la información que se tiene acerca de su biología y ecología antes de su aparición en el trópico americano (Morris *et al.*, 2009), lo cual plantea una urgente necesidad de ahondar esfuerzos en la generación de conocimiento sobre la información relacionada con su abundancia, distribución, hábitos alimentarios, depredadores y procesos reproductivos.

Cronología de la invasión



Figura 1. Pez león Bahía de Gayraca. Foto: Juan Felipe Lazarus

Pterois volitans (Fig. 1) es el primer pez marino invasor que se establece ampliamente en el Atlántico occidental y el Caribe, dispersándose en corto tiempo (Whitfield *et al.*, 2007; Schofield, 2009), ilustrando así la velocidad con la cual una especie es capaz de invadir nuevos sistemas costeros (Schofield, 2010).

Con base en la información generada a partir de la base de datos de especies invasoras de la Unidad de Servicio Geológico de los Estados Unidos - USGS (por sus siglas en inglés) (Schofield, 2009, 2010), a continuación se presenta la cronología y extensión de la invasión. Inicialmente se documentan avistamientos de

la especie hacia 1985 en Dania, Florida (Morris y Akins, 2009). Posteriormente se habla de su introducción al medio por la liberación de especímenes de acuario (Courtenay, 1995), que según las pruebas genéticas que se tienen hoy en día (Betancur *et al.*, 2011) debieron ser múltiples eventos de liberaciones en La Florida. Esto desencadenó una rápida dispersión y posterior establecimiento, iniciando en la costa Atlántica norte de Estados Unidos desde Miami hasta Cabo Hatteras en Carolina del Norte en 2001 (Whitfield *et al.*, 2002, 2007; Meister *et al.*, 2005 y Ruiz-Carus *et al.*, 2006). Aunque se han registrado algunos individuos en localidades más al norte (Rhode Island), no se considera el establecimiento de la especie en esta área ya que se cree que no sobrevive a las aguas frías del invierno (Kimball *et al.*, 2004). Para esta misma época (2001), se observaron los primeros registros en las Bermudas (Whitfield *et al.*, 2002), donde para el año 2004 ya se registraban numerosos avistamientos. En 2004 se registra en Nassau, Bahamas, y en 2005 se establece en las islas de Andros, Eleuthera, Exumas y San Salvador (Schofield, 2009). En el 2007 se conocen los primeros registros confirmados de la especie para las Islas Turcas y Caicos (Schofield, 2009) y Cuba (Chevalier *et al.*, 2008), con su posterior establecimiento en el transcurso de los dos años subsecuentes. En Jamaica, las Islas Caimán (Schofield, 2009), República Dominicana (Guerrero y Franco, 2008), Belice y Puerto Rico se registra la especie por primera vez en el 2008, alcanzando numerosas observaciones el siguiente año (Schofield, 2009). En este mismo periodo se observan individuos en Haití, islas Vírgenes, otras localidades del Golfo de México y Panamá. En el año 2009 se registran avistamientos en México, Honduras y Costa Rica. Actualmente la especie se encuentra establecida en el Caribe sur, llegando hasta el Archipiélago de Los Frailes, al noreste de la Isla de Margarita en Venezuela y en Martinica en el Caribe insular (USGS-NAS, 2011).

En Colombia la especie *Pterois volitans* fue registrada por primera vez a finales del año 2008, por buzos recreativos en la isla de Providencia quienes informaron a la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA), que como autoridad ambiental del Departamento reportó el avistamiento en la base de datos del Servicio Geológico de EE.UU. (USGS) con el fin de aportar la información al mapa de dispersión de la invasión del pez león en el Gran Caribe (USGS-NAS, 2011). Posteriormente, González *et al.* (2009) registraron la especie por primera vez para el área continental colombiana, en el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT). Actualmente, se sabe que se encuentra a lo largo de toda la extensión de la costa Caribe colombiana y sus aguas insulares.

Avances 2008-2011



Figura 2. Cacería Pez león, San Andrés Isla 2010. Foto: Alfredo Abril Howard, CORALINA.

A partir de su incursión en aguas territoriales colombianas se genera la iniciativa desde las entidades gubernamentales de diseñar un plan de manejo y control de la misma (Fig. 2). En este sentido se aborda como estrategia la inclusión en este plan de tres programas específicos, un programa de investigación y monitoreo que busque generar conocimiento puntual de la adaptación biológica y ecológica de la especie a las condiciones del Caribe colombiano. Un programa de manejo y control que tenga como objetivos generales controlar el incremento de la abundancia de la especie y generar instrumentos de gestión que den lineamientos para el manejo y control de este mismo incremento. Por último, se contempla un tercer programa de educación y concienciación, transversal a las estrategias y actividades de los dos programas anteriores, con el fin de dar apoyo y soporte en la divulgación y buen entendimiento de la información sobre el tema, ante los diferentes actores involucrados. En febrero de 2010 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAV-DT), declaró la especie como invasora en nuestro territorio y posteriormente en agosto de 2010 decretó un protocolo de extracción de pez león en las zonas de Parques Nacionales Naturales de Colombia (Decretos No. 0207 de 3 de febrero y 0132 de 4 de agosto de 2010, respectivamente).

Investigación

Dentro del programa de investigación y monitoreo se suman los esfuerzos realizados por parte de las diferentes entidades dedicadas a la investigación con el fin de generar el conocimiento básico necesario para el adecuado manejo y control de la especie. En esta línea, Betancur *et al.* (2011) realizan la reconstrucción de la invasión por medio de análisis genéticos, respondiendo varias preguntas específicas sobre la naturaleza y procedencia de la misma, esclareciendo la estructura poblacional de la especie. Se inició con la problemática de saber cuál es la distribución real de las dos especies del género, *Pterois volitans* y *P. miles*, que fueron liberadas en el AO. Estas dos especies, son difícilmente diferenciables a simple vista ya que presentan una morfología muy similar, variando en los conteos modales de las aletas dorsal y anal (Schultz, 1986), lo que genera una incertidumbre de la presencia de una o ambas especies a lo largo del AO. Frente a esto y basados en el análisis del ADN mitocondrial de 755 ejemplares de pez león provenientes de seis localidades diferentes, los autores concluyen que los individuos de la especie *P. miles* tienen una distribución restringida al Atlántico noroccidental, mientras que la especie *P. volitans* es ubicua a todas las localidades muestreadas a lo largo del Atlántico noroccidental y el Caribe. Determinan mayores valores de abundancia para *P. volitans*, incluso en coocurrencia con *P. miles* y una disminución en la diversidad genética de ambas especies entre su lugar de origen y el AO de 38:1 haplotipos respectivamente en *P. miles* y 36:9 en *P. volitans*, ocurriendo un efecto fundador. Posteriormente como segundo objetivo de su investigación, los autores determinaron si la progresión de la invasión del pez león es consecuencia de una o varias introducciones de la especie en diferentes localidades del AO. Para lo cual, partiendo de los resultados de los patrones de diversidad del ADN mitocondrial evidencian que la expansión de la especie a lo largo del Atlántico noroccidental y el Caribe es proveniente de la dispersión de una población inicial introducida. Sumado a esto, la homogeneidad genética obtenida y el efecto fundador que se observó, sugieren que las poblaciones de *P. volitans* a lo largo del AO, en vez de provenir de múltiples introducciones comparten un origen geográfico común de introducción. Por último exploraron los diferentes escenarios posibles de la dispersión de la especie, analizando la cronología de la invasión en conjunto con los datos genéticos, con el fin de obtener una evaluación real de seis hipótesis biogeográficas planteadas en estudios previos, en cuanto a la conectividad del Gran Caribe y barreras filogeográficas presentes.

En cuanto a la ecología trófica de la especie, Muñoz (2010) realizó un estudio en el PNNT y la región de Santa Marta, aportando información proveniente de la evaluación del contenido estomacal de 37 individuos.

De esta manera, la autora infiere que la especie se está alimentando en el área de especímenes de peces pertenecientes a dos familias de importancia económica Serranidae y Clupeidae. Sumado al consumo de individuos que aportan al equilibrio y salud arrecifal como son los peces de las familias Apogonidae, Gobiidae y Pomacentridae. Finalmente, se observó también la presencia de decápodos en la dieta de los especímenes examinados. Santos-Martínez *et al.* (2010), en un trabajo similar realizado en la isla de San Andrés, registraron peces pertenecientes a los grupos de serránidos y lábridos como parte del material hallado en los contenidos estomacales, así como crustáceos, destacándose los portúnidos, ermitaños, galatéidos y estomatópodos. Estos resultados están acordes con la descripción general de la dieta de la especie registrada por Morris y Whitfield (2009), quienes afirman que la especie se alimenta de peces forrajeros como son los pequeños góbidos, lábridos, grammátidos, apogónidos y pomacéntricos, así como de juveniles de grandes serránidos, múllidos y lutjánidos entre otros, compitiendo con los pargos y los haemúlidos, para quienes estos grupos constituyen una base importante de su dieta (Morris y Akins, 2009).

A nivel de sus preferencias de hábitat, en las Bahamas ya se había detectado la presencia de esta especie en varios ecosistemas, no solo en típicos arrecifes de coral, sino también en áreas de manglar, praderas de pastos, fondos arenosos de playa y eventualmente en hábitats de canal (Schofield, 2009). En Colombia inicialmente el avistamiento en el Caribe continental fue sobre parches coralinos cercanos a fondos arenosos, posteriormente se observó en toda clase de ecosistemas, desde raíces de manglar (Arbeláez y Acero, en prensa), sustrato rocoso, arrecifes, praderas de pastos, fondos blandos, hasta estructuras artificiales sumergidas.

En su distribución vertical existen registros para la especie *P. volitans* de avistamientos en las Bahamas en profundidades menores a un metro, con una profundidad máxima registrada de 175 m (USGS-NAS, 2011). En Colombia ha sido observada en profundidades menores de un metro, como el registro realizado en la Bahía de Chengue en la transición del manglar y la pradera de pastos (<http://cinto.invemmar.org.co/invasoresmarinos/reports/view/30020>) hasta 70 m de profundidad en la Isla de San Andrés (com. pers. con buzos del área).

Control, Manejo y Divulgación

Paralelo a la investigación, enmarcado dentro del plan de manejo y control y con el fin de realizar un seguimiento de la problemática de la especie *P. volitans* en el Caribe colombiano, se implementa el 'Sitio Web del Pez León', una herramienta dirigida a la comunidad académica, científica y demás interesados en el tema. Creada con el objetivo de ofrecer un instrumento de trabajo cooperativo que recopile y divulgue información relacionada con esta especie; su comportamiento; distribución espacio temporal en el área marina colombiana; los esfuerzos investigativos que actualmente se realizan sobre el tema y la legislación al respecto, de tal forma que se contribuya al entendimiento de la amenaza y a la aplicación de las medidas de control pertinentes. Por medio de este sitio web es posible registrar las observaciones en vida libre, capturas, accidentes, manutención en acuarios o cualquier avistamiento del pez león en Colombia. El sitio tiene acceso a través del siguiente enlace: <http://cinto.invemmar.org.co/invasoresmarinos/>.

En temas de control y manejo, desde 2009 se han adelantado de manera independiente iniciativas de educación, divulgación y socialización de la presencia de la especie ante la comunidad y entes de salud por parte de CORALINA, la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia - UAESPNN y algunas instituciones académicas, y se han iniciado procesos de seguimiento y registro de las observaciones y capturas, por parte de las instituciones, datos que actualmente se recopilan en el portal web antes mencionado.

En agosto de 2010, gracias al apoyo la Administración Oceanográfica y Atmosférica Nacional de los EE.UU. (NOAA), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México (CONANP), la Fundación para la Educación Medioambiental sobre Arrecifes (REEF), el Centro Regional de Actividades para el Protocolo sobre Fauna y Áreas Especialmente Protegidas (SPAW-RAC), así como la Iniciativa Internacional para los Arrecifes de Coral (ICRI), CORALINA tuvo la oportunidad de participar en el primer Taller de Estrategia Regional para la atención del pez león, desarrollado en Cancún (México). Este taller tuvo como objetivo avanzar en la elaboración de una estrategia regional conjunta de control y atención del pez león para el Gran Caribe. En él, se compartieron diversas experiencias de todos los países, observando que la mayoría de ellos han afrontado la problemática de la invasión de diferentes maneras. Se concluye que el primer paso para enfrentar la problemática regional, debe ser resolver la dudas y diferencias locales, por lo cual parece sumamente valioso estar de acuerdo a nivel de país y en este sentido se viene trabajando en Colombia.

Por la magnitud del problema y pese a los esfuerzos que hasta el momento se han desarrollado, se hace necesario seguir trabajando de manera conjunta entre instituciones locales y nacionales para el control del pez león. El esfuerzo mancomunado incluye a las entidades que ejercen control en la zona costera del Caribe colombiano desde el golfo de Urabá hasta Punta Gallinas (MAVDT, Corporaciones Autónomas Regionales, UAESPNN), junto con el apoyo de gobernaciones departamentales, institutos de investigación, universidades, instituciones públicas y privadas como centros de buceo y ONGs y la comunidad en general, con el objetivo de buscar las mejores opciones para el control de esta invasión, así como realizar esfuerzos en el desarrollo de programas de educación y comunicación para la creación de una conciencia colectiva sobre la protección de la biodiversidad. Este mismo esfuerzo debe replicarse a escala regional, con entidades internacionales como NOAA, CONANP, REEF, SPAW-RAC e ICRI entre otros.

Referencias

- **Albins, M.A. y M.A. Hixon. 2008.** Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series*, 367: 233-238.
- **Arbeláez, N. y A. Acero. 2011.** Presencia del pez león *Pterois volitans* (Linnaeus) en el manglar de la Bahía de Chengue, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. En prensa.
- **Betancur, R., Hines, A., Acero, A., Ortí, G., Wilbur, A.E. y D.W. Freshwater. 2011.** Reconstructing the lionfish invasion: insights into Greater Caribbean biogeography. *Journal of Biogeography*, 38(7): 1281-1293.
- **CBM. 2011.** Centro de Biodiversidad Marina - Pez león en Venezuela. Desarrollado y mantenido por Julio Castillo. <http://pezleon.cbm.usb.ve/avistamientos/> (Fecha de consulta: 01/08/2011).
- **Chevalier, P.O., Gutiérrez, E., Ibarzabal, D., Romero, S., Isla, V., Calderín, J. y E. Hernández. 2008.** Primer registro de *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae) para aguas cubanas. *Solenodon*, 7: 37-40.
- **Courtenay, W.R. 1995.** Marine fish introductions in southeastern Florida. *American Fisheries Society Introduced Fish Section Newsletter*, 14: 2-3.
- **González, J., Grijalba-Bendeck, M., Acero, A. y R. Betancur. 2009.** The invasive red lionfish, *Pterois volitans* (Linnaeus 1758), in the southwestern Caribbean Sea. *Aquatic Invasions*, 4(3): 507-510.

- **Guerrero, K.A. y A.L. Franco. 2008.** First record of the Indo-Pacific red lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) for the Dominican Republic. *Aquatic Invasions*, 3: 255-256.
- **Kimball, M.E., Miller, J.M., Whitfield, P.E. y J.A. Hare. 2004.** Thermal tolerance and potential distribution of invasive lionfish (*Pterois volitans/miles* complex) on the east coast of the United States. *Marine Ecology Progress Series*, 283: 269-278.
- **Meister H.S., Wyanski, D.M., Loefer, J.K., Ross, S.W., Quattrini, A.M. y K.J. Sulak. 2005.** Further evidence for the invasion and establishment of the *Pterois volitans* (Teleostei: Scorpaenidae) along the Atlantic coast of the United States. *Southeastern Naturalist*, 4: 193-206.
- **Morris, J.A. y J.L. Akins. 2009.** Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Bahamian archipelago. *Environmental Biology of Fishes*, 86: 389-398.
- **Morris, J.A. y A.K. Whitfield. 2009.** Biology, ecology, control and management of the invasive Indo-Pacific lionfish: an updated integrated assessment. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS, No. 99. NOAA, Beaufort, NC. 57 p.
- **Morris, J., Akins, J., Barse, A., Cerino, D., Freshwater, D., Green, S., Muñoz, R., Paris, C. y P. Whitfield. 2009.** Biology and ecology of the invasive lionfishes, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. 61st Gulf and Caribbean Fisheries Institute - GCFI. Guadalupe, 6.
- **Muñoz, L. 2010.** Composición dietaria del pez invasor, complejo *Pterois volitans/miles* (Pisces: Scorpaenidae) en Santa Marta y el Parque Nacional Natural Tayrona. Trabajo de grado. Universidad Javeriana. Bogotá. 26 p.
- **Myers, R.F. 1991.** Micronesian reef fishes. Coral Graphics, Barrigada, Guam. 298 p.
- **Ruiz, G.M., Carlton, J.T., Grosholz, E.D. y A.H. Hines. 1997.** Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extent, and consequences. *American Zoologist*, 37: 621-632.
- **Ruiz-Carus, R., Matheson, R.E., Roberts, D.E. y P.E. Whitfield. 2006.** The western Pacific red lionfish, *Pterois volitans* (Scorpaenidae), in Florida: Evidence for reproduction and parasitism in the first exotic marine fish established in state waters. *Biological Conservation*, 128: 384-390.
- **Santos-Martínez, A., Acero, A. y O. Sierra-Rozo. 2010.** Aspectos tróficos y reproductivos del pez león *Pterois volitans* en la reserva de biosfera Seaflower- Caribe colombiano. 63rd Gulf and Caribbean Fisheries Institute - GCFI. San Juan de Puerto Rico, 48.
- **Schofield, P.J. 2009.** Geographic extent and chronology of the invasion of non-native lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758] and *P. miles* [Bennett 1828]) in the Western North Atlantic and Caribbean Sea. *Aquatic Invasions*, 4(3): 473-479.
- **Schofield, P.J. 2010.** Update on geographic spread of invasive lionfishes (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758] and *P. miles* [Bennett, 1828]) in the Western North Atlantic Ocean, Caribbean Sea and Gulf of Mexico. *Aquatic Invasions*, 5(1): 117-122.
- **Schultz, E.T. 1986.** *Pterois volitans* and *Pterois miles*: two valid species. *Copeia*, 3: 686-690.
- **USGS-NAS. 2011.** United States Geological Survey - Nonindigenous Aquatic Species database (USGS-NAS). <http://nas.er.usgs.gov> (Fecha de consulta: 01/08/2011).

- Whitfield, P.E., Gardner, T., Vives, S.P., Gilligan, M.R., Courtenay, W.R., Ray, G.C. y J.A. Hare. 2002. Biological invasion of the Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* along the Atlantic coast of North America. *Marine Ecology Progress Series*, 235: 289-297.
- Whitfield, P.E., Hare, J.A., David, A.W., Harter, S.L., Muñoz, R.C. y C.M. Addison. 2007. Abundance estimates of the Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans/miles* complex in the Western North Atlantic. *Biological Invasions*, 9: 53-64.

Glosario

Autores

Agradecimientos

GLOSARIO

El glosario se elaboró a partir de la información publicada por los siguientes autores: CDB (1992), Shine *et al.* (2000), Ojastí (2001), Wittenberg y Cock (2001), Matthews (2005), Darrigran y Danborenea (2006) y Gutiérrez (2006).

- **Biofouling:** incrustaciones biológicas.
- **Especie alóctona:** Natural de otro lugar diferente al que se encuentra.
- **Especie autóctona:** Natural del lugar donde se encuentra.
- **Especie criptogénica:** Cuando presenta una amplia distribución (cosmopolita) y el lugar de origen y tiempo de llegada son dudosos. En ausencia de registros históricos, para los organismos marinos, es difícil determinar si una especie es autóctona o ha sido introducida.
- **Especie endémica:** Especie propia y exclusiva de determinadas regiones o localidades.
- **Especie establecida:** Aquella que se encuentra en poblaciones autosostenibles pero aparentemente no causa daño a especies, ecosistemas o a la economía humana. Otros autores la denominan como especies presentes que se han reproducido en los últimos 30 años, o en los últimos diez años o, al menos, en dos años consecutivos. Son sinónimos: Naturalizada y Aclimatada.
- **Especie introducida:** Especie, subespecie, taxón inferior o híbridos obtenidos por métodos tradicionales, que se encuentran fuera de su área de distribución natural (pasada o presente); incluye cualquier parte, gametos o propágulos que pueden sobrevivir y luego reproducirse con potencial de distribución fuera del área que ocupa naturalmente o que no pudiera ocupar sin introducción directa o cuidado por parte del hombre. Son sinónimos Exótica, Alóctona, Foránea, No Nativa y Exógena.
- **Especie fouling:** Especies que llegan a otras regiones del planeta por medio de las incrustaciones en el casco de los buques.
- **Especie invasora:** El término "invasivo" no tiene una definición estándar. Esto es interpretado algunas veces con el término plaga o maleza, que puede aplicarse a especies introducidas que comienzan a establecerse en ecosistemas o hábitats naturales o semi-naturales formando poblaciones autosostenibles; son agentes de cambio, amenazando la biodiversidad biológica. El común denominador es a menudo el concepto de impacto negativo en forma de daño causado sobre las especies residentes en el sitio, ecosistema o la salud humana (con daños económicos y ambientales).
- **Especie nativa:** Especie que se encuentra en su ámbito natural de distribución, pasado o presente (los habitantes y ecosistemas donde viven o vivieron) o su potencial natural de dispersión.

- **Foráneo:** Forastero, extraño, extranjero.
- **Introducción accidental:** Ingreso de especies a países o territorios escapando a los controles establecidos y de manera no intencional. La mayoría de los invertebrados (incluidos los organismos marinos) y las introducciones microbianas han sido accidentales, a menudo vinculadas a otras especies introducidas intencionalmente. Describe una acción que marca una deficiencia en las instituciones que se encargan de la normatividad, control y prevención (esto último se aplica también para Introducciones intencionales).
- **Introducción de especies:** Es la acción, en forma deliberada o accidental, por la cual las especies son ubicadas por el hombre y colonizan nuevas regiones diferentes a las de su ámbito de distribución original.
- **Introducción intencional:** Se refiere a una acción planeada o deliberada de establecimiento de especies, usualmente con un objetivo específico a cumplir.
- **Organismos genéticamente modificados (OGM):** Cualquier organismo vivo que ha sido modificado en su ADN mediante tecnologías que permiten la transferencia de material genético. La biotecnología moderna, por lo tanto, hace posible la introducción de una mayor diversidad de genes en organismos vivos que los métodos tradicionales de cría y selección, para obtener una combinación nueva de material genético.
- **Trasplante de especies hidrobiológicas:** Toda liberación de ejemplares o productos de especies nativas que pueda dar origen a una población natural ajena a la fauna del lugar en donde se realizó la liberación. Se asimilar al término traslocación, internacionalmente utilizado para este tipo de actividades.
- **Vectores:** Son las formas o los materiales con los que éstas especies son transportadas, el vector más destacado de las especies biológicas marinas invasoras es el barco, ya sea en su agua de lastre, sedimentos, agua de sentina, incrustaciones en el casco y otras partes de la embarcación. Los vectores de la propagación después de la introducción inicial se centran en las estructuras humanas (puentes y carreteras) y en las alteraciones de los hábitats naturales que facilitan o permiten la propagación de especies dentro de un país o desde un país a sus países vecinos.
- **Vías de entrada:** Son rutas en todo el mundo de transporte aéreo, fluvial, marítimo y por carretera que facilitan el desplazamiento de especies invasoras. Las introducciones accidentales son una importante vía de entrada de invertebrados terrestres, de agua dulce y de agua salada.

AUTORES

(Citados en orden alfabético)

- **ARTURO ACERO PIZARRO PhD.**
Docente - Universidad Nacional de Colombia sede Caribe- CECIMAR/INVEMAR, Santa Marta.
- **PILAR ALZATE GUERRERO**
Grupo ECOMANGLARES. Universidad del Valle, Cali-Valle del Cauca.
- **JACOBO BLANCO RACEDO MSc.**
Programa de Ingeniería Pesquera, Universidad del Magdalena, Santa Marta.
- **NACOR BOLAÑOS CUBILLOS BSc.**
Funcionario Coordinador de áreas protegidas, CORALINA, San Andrés Isla.
- **JAIME CANTERA KINTZ PhD.**
Grupo ECOMANGLARES. Universidad del Valle, Cali-Valle del Cauca.
- **MARY LUZ CAÑÓN PÁEZ MSc.**
Investigadora - Dirección General Marítima- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas - CIOH. Cartagena.
- **MARTHA DÍAZ RUÍZ MSc.**
Investigadora Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR, Santa Marta.
- **FLAVIO DA COSTA FERNANDES PhD.**
Jefe División de Biología - Instituto de Estudios del Mar Almirante Paulo Moreira de Brasil.
- **DIEGO LUIS GIL AGUDELO PhD.**
Coordinador Biología y Estrategias de Conservación - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR, Santa Marta.
- **MARÍA ADRIANA GRACIA CLAVIJO MSc.**
Investigadora Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR, Santa Marta.
- **LUIS GÓMEZ LEMOS Cand. MSc.**
Investigador Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR, Santa Marta.
- **FRANCISCO DE PAULA GUTIÉRREZ BONILLA PhD.**
Docente – Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá D.C.
- **LEONARDO HERRERA OROZCO PhD.**
Grupo ECOMANGLARES. Universidad del Valle, Cali-Valle del Cauca.
- **JENNY LEAL FLÓREZ Dr. rer. nat.**
Directora Seccional Urabá - Coordinadora GISMAC - Universidad de Antioquia.
- **JOHANNA MEDELLÍN MORA B.Sc.**
Investigadora Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR, Santa Marta.
- **JUAN CARLOS NARVÁEZ BARANDICA MSc.**
Docente - Programa de Ingeniería Pesquera, Universidad del Magdalena, Santa Marta.
- **GABRIEL NAVAS SUÁREZ MSc.**
Coordinador Museo de Historia Natural Marina de Colombia - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR, Santa Marta.
- **MARTHA LUCIA PALACIOS PEÑARANDA MSc.**
Profesora, Programa de Administración del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Autónoma de Occidente.

- **ENRIQUE JAVIER PEÑA SALAMANCA PhD.**
Profesor Asociado - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biología. Universidad del Valle.
- **ANDREA POLANCO FERNÁNDEZ MSc.**
Investigadora Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, INVEMAR, Santa Marta.
- **MARISOL SANTOS ACEVEDO Cand. MSc.**
Investigadora Programa de Valoración de Recursos - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR, Santa Marta.
- **ELIZABETH TAYLOR JAY**
Directora de la Corporación para el Desarrollo Sostenible de San Andrés, Providencia y Santa Catalina - CORALINA-
- **EFRAÍN VILORIA MAESTRE MSc.**
Investigador Programa de Valoración de Recursos - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR, Santa Marta.

AGRADECIMIENTOS

- Agradecimiento especial al Curador General del Museo de Historia Natural Marina de Colombia GABRIEL RODOLFO NAVAS SUÁREZ por la motivación y apoyo en la realización del libro.
- Al Dr. ROBERTO E. MENDOZA ALFARO Universidad Autónoma de Nuevo León (México), quien muy amablemente contribuyó a la revisión del documento.

Los autores desean expresar su agradecimiento a las personas que colaboraron e hicieron posible la consecución de la información:

- Dr. ARTURO ACERO PIZARRO, Universidad Nacional de Colombia.
- Dr. NESTOR HERNANDO CAMPOS CAMPOS, Universidad Nacional de Colombia.
- MSc. MARÍA VIRGINIA DE LA HOZ, Instituto Latinoamericano de Ciencias Marinas y del Ambiente.
- Biol. Mar. PAOLA FLÓREZ ROMERO, INVEMAR.
- Cand. PhD. NÉSTOR ENRIQUE. ARDILA ESPITIA, Universidad de Los Andes.
- Biol. Mar. ISRAEL CAICEDO, estudiante pregrado Universidad Jorge Tadeo Lozano – INVEMAR.
- MARTHA PRADA TRIANA Consultora CORALINA, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
- En la elaboración de las salidas gráficas de los mapas a los Ingenieros catastrales DANIEL MAURICIO ROZO GARZÓN y RENÉ PINZÓN CORREDOR, Laboratorio SIG - INVEMAR.
- Agradecimientos por el empleo de los mapas a UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library. Gracias al cartógrafo, diseñador y autor: HUGO AHLENIUS, UNEP/GRID-Arendal. En el mapa: Major pathways and origins of invasive species infestations in the marine environment se agradece igualmente a las fuentes.



Libertad y Orden
**Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible**
República de Colombia



inwamar