

INFORME GALAPAGOS 2013-2014

MANEJO MARINO

ESPECIES MARINAS INVASORAS EN LA RESERVA MARINA DE GALÁPAGOS: UN CASO PARA INVESTIGACIÓN ADICIONAL, MEJORAMIENTO DEL MANEJO Y REVISIÓN DE POLÍTICAS

Inti Keith, Terence Dawson, Ken Collins y Stuart Banks

Para citar este artículo

Keith I, T Dawson, K Collins y S Banks. 2015. Especies marinas invasoras en la Reserva Marina de Galápagos: Un caso para investigación adicional, mejoramiento del manejo y revisión de políticas. Pp. 83-88. En: Informe Galápagos 2013-2014. DPNG, CGREG, FCD y GC. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

Se debe citar la fuente en todos los casos. Fragmentos de este producto pueden ser traducidos y reproducidos sin permiso siempre que se indique la fuente.

El contenido y las opiniones expresadas en cada uno de los artículos es responsabilidad de los autores.

*La **Dirección del Parque Nacional Galápagos** tiene su sede principal en Puerto Ayora, isla Santa Cruz, Galapagos y es la institución del Gobierno del Ecuador responsable de la administración y manejo de las áreas protegidas de Galápagos.*

*El **Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos** tiene su sede principal en Puerto Baquerizo Moreno, isla San Cristóbal, y es el organismo del Gobierno del Ecuador responsable de la planificación y administración de la provincia.*

*La **Fundación Charles Darwin**, una organización no gubernamental registrada en Bélgica, opera la Estación Científica Charles Darwin en Puerto Ayora, Isla Santa Cruz, Galápagos.*

***Galapagos Conservancy** tiene su sede en Fairfax, Virginia, EE.UU. y es la única organización en los EE.UU. sin fines de lucro enfocada exclusivamente en la protección a largo plazo del Archipiélago Galápagos.*



Foto: © Macarena Parra

Especies marinas invasoras en la Reserva Marina de Galápagos: Un caso para investigación adicional, mejoramiento del manejo y revisión de políticas

Inti Keith^{1,2}, Terence Dawson², Ken Collins³ y Stuart Banks¹

¹Fundación Charles Darwin, ²Universidad de Dundee, RU, ³Universidad de Southampton, Centro Nacional Oceanográfico, RU

Introducción

Las invasiones biológicas ocurren cuando una especie entra a un ambiente nuevo, se establece y ejerce un impacto sobre las poblaciones de especies nativas, disturbando el equilibrio de las comunidades de plantas y animales (Emerton & Howard, 2008; Williamson & Fitter, 1996). La introducción de especies foráneas ha sido identificada en todo el mundo como la segunda razón más importante para la pérdida de la biodiversidad después de la destrucción de hábitats; en islas oceánicas es, sin discusión alguna, la primera causa (IUCN, 2011). Actualmente, las invasiones marinas son comúnmente un problema generalizado en los océanos del mundo que dejan huellas significativas en el ambiente, la economía y la salud (Campbell & Hewitt, 2013).

La tasa de invasiones biológicas se ha incrementado en las últimas décadas, debido en su mayoría al incremento del comercio, transporte y turismo a nivel global, lo que permite una dispersión acelerada de especies al poder vencer barreras naturales, tales como corrientes, masas de tierra y gradientes de temperatura (Seebens *et al.*, 2013; Hilliard, 2004). El cambio climático y eventos climáticos extremos pueden alterar aspectos vitales del ambiente generando transformaciones sustanciales en la temperatura y precipitación; si el sistema permaneciera estable sería más resistente a la invasión y no permitiría el establecimiento y la fácil dispersión de especies invasoras. Los eventos de El Niño Oscilación del Sur (ENOS) pueden por lo general tener efectos devastadores sobre la flora y fauna de un área facilitando el transporte y/o la invasión de especies que no son nativas. Las algas y los corales pueden morir, abriendo nichos que las oportunistas especies invasoras ocuparán en menos tiempo que el que las especies nativas necesitan para recuperarse. La conectividad de las corrientes oceánicas combinada con una falta de medidas de control hace muy fácil que ocurran nuevas invasiones.

La Fundación Charles Darwin (FCD) en colaboración cercana con la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG), la Agencia de Bioseguridad para Galápagos (ABG) y la Armada del Ecuador a través de su centro oceanográfico INOCAR, iniciaron en 2012 el proyecto Especies Marinas Invasoras, con el apoyo de la Universidad de Dundee y la Universidad de Southampton en el Reino Unido. El objetivo del proyecto es minimizar el impacto de las especies invasoras en la Reserva Marina de Galápagos (RMG) mediante la creación de herramientas de valoración de riesgo para la prevención, detección temprana y manejo de las especies marinas invasoras junto con ágiles protocolos de respuesta.

Especies marinas invasoras establecidas en la RMG

Se revisó toda la literatura existente, así como los estudios submarinos realizados por el equipo de investigación de especies marinas invasoras de la Fundación Charles Darwin (FCD, 2013). Se elaboró una lista preliminar que indica que seis especies invasoras ya están establecidas en la RMG (Tabla 1).

Potenciales especies marinas invasoras para la RMG

Datos recogidos alrededor del planeta sobre especies marinas invasoras resaltan 18 especies de alto riesgo (especies que pudieran afectar negativamente a la biodiversidad de la RMG) con potencial para arribar a Galápagos a través de varios vectores (Tabla 2).

Tabla 1. Lista de las especies invasoras establecidas en la Reserva Marina de Galápagos.

Nombre científico	Nombre común
<i>Cardisoma crassum</i>	Cangrejo azul
<i>Bugula neritina</i>	Briozoo café
<i>Pennaria disticha</i>	Hidroide árbol de Navidad
<i>Caulerpa racemosa</i>	Alga uva
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	Pluma de mar roja
<i>Acanthaster planci</i>	Corona de espinos

Tabla 2. Lista de potenciales especies invasoras para la Reserva Marina de Galápagos.

Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Asteria amurensis</i>	Estrella de mar del Pacífico norte	<i>Hypnea musciformis</i>	Hierba de Hook
<i>Chthamalus proteus</i>	Balano del Caribe	<i>Acanthophora spicifera</i>	Alga espinosa
<i>Mytilopsis sallei</i>	Mejillón con estrías negras	<i>Chama macerophylla</i>	Joyero escamoso
<i>Undaria pinnatifida</i>	Alga japonesa "Wakame"	<i>Diadumene lineata</i>	Anémona verde con estrías anaranjadas
<i>Carijoa riisei</i>	Coral copo de nieve	<i>Didemnum candidum</i>	Didémido blanco
<i>Caulerpa racemosa var. cylindracea</i>	Alga uva	<i>Haliclona caerulea</i>	Esponja azul del Caribe
<i>Codium fragile</i>	Esponja tipo hierba	<i>Carcinus maenas</i>	Cangrejo verde europeo
<i>Asparagopsis armata</i>	Hierba harpón	<i>Lutjanus kasmira</i>	Pargo con estrías azules
<i>Gracilaria salicornia</i>	Alga roja	<i>Pterois volitans</i>	Pez león

El alga uva (*Caulerpa racemosa*; Foto 1) y la pluma de mar roja (*Asparagopsis taxiformis*; Foto 2) son ejemplos de especies invasoras con alto potencial que ya están establecidas en la RMG.

Varias especies con un alto potencial de ser introducidas a las islas, como el coral copo de nieve (*Carijoa riisei*; Foto 3), ya han sido reportadas en el Ecuador continental y en la isla Malpelo, Colombia (Sánchez *et al.*, 2011).



Foto 1. Alga ulva (*Caulerpa racemosa*), Fernandina. Foto: © Noemi d'Ozouville



Foto 2. Pluma de mar roja (*Asparagopsis taxiformis*), Cabo Douglas, Fernandina. Foto: © Inti Keith

Varias especies con un alto potencial de ser introducidas a las islas, como el coral copo de nieve (*Carijoa riisei*; Figura

3), ya han sido reportadas en el Ecuador continental y en la isla Malpelo, Colombia (Sánchez *et al.*, 2011).



Foto 3. Coral copo de nieve (*Carijoa riisei*). Foto: ©Fernando Rivera.

Tráfico marino

Los organismos marinos se han dispersado desde sus regiones naturales mediante el transporte humano y han logrado establecer poblaciones en diferentes partes del planeta (Cohen & Carlton, 1998). Se piensa que el tráfico marino es la principal causa para la transportación de especies en el mundo (Kolar & Lodge, 2001; Hulme, 2009), y se estima que cada día 10 000 especies se trasladan por el globo terrestre en el agua de lastre, debido al consistente

incremento de buques de carga de mayor tamaño y más veloces (De Poorter, 2009; Hutchings *et al.*, 2002; Bax *et al.*, 2003). La gran cantidad de tráfico que ya existe combinada con la rápida expansión de esta industria aumenta el peligro de que especies estén siendo movilizadas y que ocurran invasiones.

El estudio realizado por Seebens *et al.* (2013) identifica las principales rutas de tráfico marino y el número de viajes que realizaron alrededor del planeta en 2007 (Figura 1).

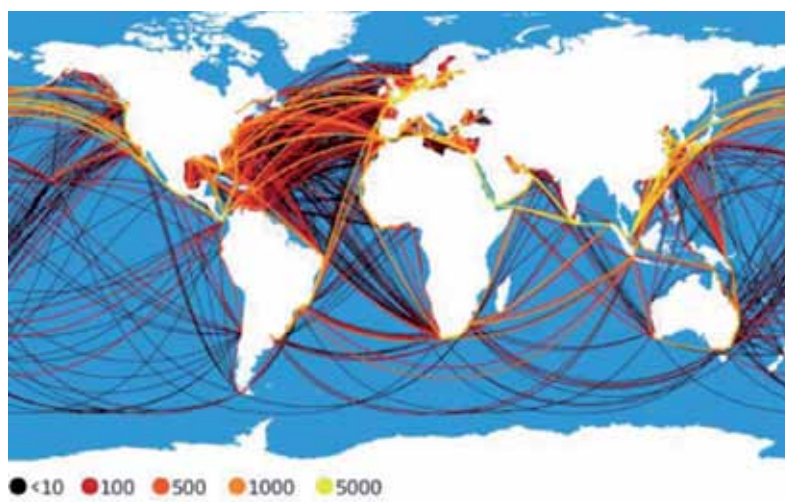


Figura 1. Tráfico marino a nivel mundial en 2007 (Seebens *et al.*, 2013).

La historia del tráfico marítimo en la RMG es extensa, lo cual hace más difícil saber con certeza si algunas especies existen naturalmente o han sido introducidas por los humanos en el pasado. Tras su accidental descubrimiento en 1535 y a lo largo de los siglos 17 y 18, las islas Galápagos se convirtieron en un refugio para piratas. Luego, en el siglo 19, los balleneros llegaron atraídos por la riqueza del mar que las rodea. Las primeras introducciones de animales domésticos e invertebrados terrestres ocurrieron durante estos siglos. Varias especies marinas también pudieron venir en esa época. Un posible ejemplo es *Bugula neritina*,

un briozoo café que existe en todo el planeta, el cual se piensa fue transportado en cascos de madera (Eldredge & Smith, 2001) y pudiera haber arribado a Galápagos por medio de este mecanismo en siglos anteriores. Los barcos pesqueros industriales llegaron en las décadas de 1940 y 1950 (Cruz *et al.*, 2007), y en 1942, durante la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos de América construyó una base naval en la isla Baltra, con lo que se incrementó el número de embarcaciones en el área.

Hoy en día el tráfico marítimo que navega regularmente

en las aguas de la RMG incluye las siguientes categorías: turismo, transporte, carga, pesca, privado, científico, embarcaciones de patrullaje y tanqueros de combustible (Figura 2). El movimiento de estos barcos aumenta la amenaza de que entren especies marinas invasoras y se dispersen por la RMG. En las islas Galápagos, el turismo es la base económica principal (Piu & Muñoz, 2008); 61% de los turistas visita a bordo de embarcaciones de turismo. Existen varios itinerarios y rutas que son manejadas por la DPNG y el Ministerio de Transporte. El número de embarcaciones que opera entre las islas fluctúa de acuerdo a la demanda. Durante el primer semestre de 2007, se hicieron aproximadamente 1 900 viajes entre las islas habitadas (Cruz *et al.*, 2007). Un estudio realizado entre febrero y noviembre de 2012 (un período de solo diez meses) contabilizó 8 685 zarpes y arribos de lanchas de cabotaje registrados en la isla Santa Cruz por la Armada

del Ecuador (Parra *et al.*, 2013), mostrando un marcado incremento. Los barcos de pesca, privados, científicos y de patrullaje son más difíciles de enumerar, ya que no cuentan con itinerarios o rutas fijas.

El número y la frecuencia de los cargueros y otras embarcaciones navegando entre el Ecuador continental y las islas Galápagos también se han acrecentado en los últimos años, como lo ha hecho el número de yates privados que llegan desde diferentes partes del globo. Entre 2002 y 2006, cuatro barcos de carga transportaban productos hacia las islas aproximadamente 68 veces al año. En 2006, un barco adicional empezó a operar completando un total de cinco cargueros (Cruz *et al.*, 2007). Durante 2011, debido a las nuevas regulaciones, solo cuatro barcos de carga hacían el recorrido desde y hacia las islas con un total de 224 viajes (Bigue *et al.*, 2013).

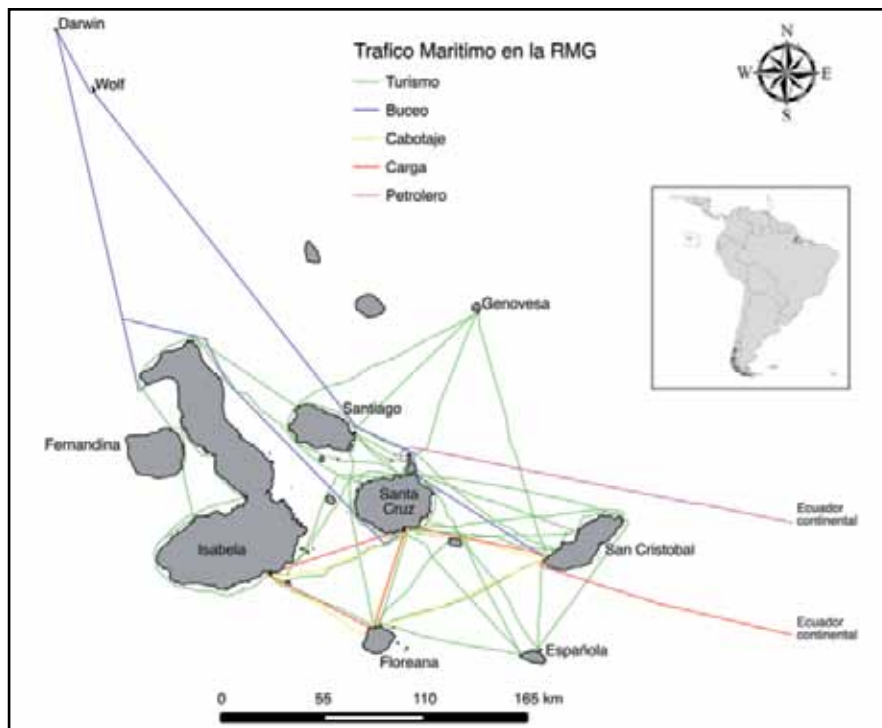


Figura 2. Principales rutas de tráfico marino en la RMG en 2014.

Reduciendo el riesgo de invasiones marinas

La posible invasión de especies marinas a la RMG dada la conectividad que existe entre el Pacífico Tropical Oriental (PTO), el aumento del tráfico marítimo y el cambio climático, es una realidad que no debería ser ignorada. Las especies invasoras y el cambio climático son dos de los asuntos más prevalentes que la biodiversidad está enfrentando (Rahel & Olden, 2008). En un hábitat alterado, por ejemplo debido al cambio climático, las especies invasoras pueden a menudo establecerse y dispersarse más fácilmente que en un sistema estable; las especies nativas a menudo luchan para adaptarse a las nuevas condiciones, mientras que muchas de las invasoras son excelentes para adaptarse rápidamente (Emerton & Howard, 2008). En casos extremos, las invasiones ocasionadas por el clima pueden

transformar por completo a los ecosistemas en los que especies no nativas dominarían los procesos ecológicos, la abundancia de especies o ambos, conduciendo a una reducción en la diversidad de las especies nativas (Mack *et al.*, 2000; Walther *et al.*, 2009).

Los estudios demuestran que los ecosistemas marinos en Galápagos no están bien adaptados a secuelas relacionadas con la temperatura (Edgar *et al.*, 2010). Ya sea que uno hable de cambio climático o eventos de El Niño, queda claro que cambios en la temperatura superficial del mar pueden perturbar a los ecosistemas en la RMG. El comprender cómo afectan las presiones de los humanos a la RMG es de alta prioridad para proteger a la biodiversidad del archipiélago. Las corrientes oceánicas influyen fuertemente en la dispersión transoceánica, a

menudo moviendo especies entre áreas separadas de manera bastante amplia, en especial especies cuyas larvas son capaces de trasladarse grandes distancias (Hickman, 2009). El aislamiento geográfico histórico de las islas Galápagos alguna vez representó un límite para la inmigración de nuevas especies, permitiendo que aquellas establecidas evolucionaran ante unos pocos pero fuertes competidores y depredadores. Debido a la conectividad oceanográfica que tiene el archipiélago con el resto del Pacífico Tropical Oriental (PTO), es importante mejorar nuestro entendimiento sobre los varios factores humanos que ejercen influencia en la RMG. La pérdida potencial de biodiversidad y los riesgos sobre los procesos de los ecosistemas principalmente se deben a factores como el clima, la pesca, el tráfico marítimo, la contaminación y extremos eventos naturales (Banks, 2002). El tráfico marítimo en constante crecimiento en la RMG y el PTO está poniendo a las islas Galápagos bajo mayor y mayor presión a medida que éstas se vuelvan geográficamente más accesibles y se intensifique el potencial para que se den invasiones biológicas marinas.

El crecimiento del turismo y de la inmigración asociados a las islas en los últimos 20 años, ha llevado a un dramático incremento en el número de especies exóticas introducidas (CDF & WWF, 2002). La mayoría son especies terrestres pero algunas también son marinas; un ejemplo es el cangrejo azul (*Cardisoma crassum*), introducido a las islas para ser cocinado para el capitán de una embarcación de turismo en un hotel en Puerto Ayora de donde varios individuos escaparon (Hickman, 2000). El número de barcos privados que llegan a Galápagos desde diferentes partes del mundo ha aumentado en años recientes. Mientras más yates arriben a las islas, es más alto el riesgo de invasión de una especie marina. Una política eficiente para apoyar a la conservación y la sostenibilidad social debe actuar sobre las conexiones entre Galápagos, el Ecuador continental y el resto del planeta, para reducir los flujos que entran y salen del archipiélago (Grenier, 2010).

Recomendaciones

La Fundación Charles Darwin, en fuerte colaboración con autoridades locales, está trabajando para minimizar los impactos negativos que las especies marinas invasoras

pueden causar a la biodiversidad marina, los servicios de los ecosistemas y la salud de la RMG. Las recomendaciones basadas en este análisis incluyen:

- Implementar sistemas de monitoreo y detección temprana para invasores marinos en los puertos principales de las islas habitadas con ágiles protocolos de respuesta.
- Crear un equipo multiinstitucional de buzos para realizar las inspecciones de especies marinas invasoras en áreas sensibles y en los puertos principales.
- Crear un comité multiinstitucional de coordinación para establecer una red de profesionales que puedan abordar el problema de especies marinas invasoras en la RMG y en el Ecuador continental.
- Estudiar las regulaciones existentes para el Pacífico Tropical Oriental (PTO) y establecer la documentación necesaria para la inspección de las embarcaciones en Galápagos.
- Realizar estudios sobre la distribución, abundancia e interacciones de las especies marinas introducidas y su potencial de dispersión usando un modelaje oceánico.
- Diseminar la información sobre las probables amenazas e impactos de las especies marinas invasoras, y las medidas de prevención que pueden ser puestas en práctica junto con ágiles protocolos de respuesta.
- Trabajar dentro de los alcances de la Convención para la Diversidad Biológica como el punto focal del Ministerio del Ambiente.

Agradecimientos

Nos gustaría agradecer a Darwin Initiative en el Reino Unido, Galapagos Conservancy, Lindbland Expeditions y la Rufford Foundation por su gran apoyo para esta investigación.

Referencias

- Banks S. 2002. Ambiente Físico. *En: Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad* (Danulat E & GJ Edgar, eds.), pp. 29-42. Fundación Charles Darwin/Servicio del Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.
- Bax N, A Williamson, M Aguero, E Gonzalez & W Geeves. 2003. Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine policy* 27(4):313-323.
- Bigue M, O Rosero, I Brewington & K Cervantes. 2013. The quarantine chain: establishing an effective biosecurity system to prevent the introduction of invasive species into the Galapagos Islands. Wildaid, 2013.
- Campbell ML & CL Hewitt. 2013. Protecting high-value areas from introduced marine species. *Management of Biological Invasions*, Vol 4, en prensa.

- CDF (Charles Darwin Foundation) & WWF (World Wildlife Fund). 2002. A biodiversity vision for the Galapagos Islands: based on international workshop of conservation biologists in Galapagos in May 1999. World Wildlife Fund.
- Cohen AN & JT Carlton. 1998. Accelerating invasion rate in a highly invaded estuary. *Science* 279(5350):555-558.
- Cruz Martínez JD, R Boada & CE Causton 2007. Análisis del riesgo asociado al movimiento marítimo hacia y en el Archipiélago de Galápagos. Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- De Poorter M. 2009. Marine menace: Alien invasive species in the marine environment. IUCN, Gland, Switzerland. 30 pp.
- Edgar GJ, SA Banks, M Brandt, RH Bustamante, A Chiriboga, SA Earle, LE Garske, PW Glynn, JS Grove, S Henderson, CP Hickman, KA Miller, F Rivera & GM Wellington. 2010. El Niño, grazers and fisheries interact to greatly elevate extinction risk for Galapagos marine species. *Global Change Biology* 16(10):2876-2890.
- Eldredge LG & CM Smith. 2001. A guidebook of introduced marine species in Hawaii. Bishop Museum Technical Report, 21 pp.
- Emerton L & G Howard. 2008. A toolkit for the economic analysis of invasive species. Global Invasive Species Programme, Nairobi.
- FCD (Fundación Charles Darwin). 2013. Especies invasoras marinas. Informe de avances del proyecto FCD-Darwin Initiative: Período 2012-2013.
- Greiner C. 2010. La apertura geográfica de Galápagos. *En: Informe Galápagos 2009-2010*. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Hickman CP. 2000. Crustaceans of Galapagos: a field guide to the common barnacles, shrimp, lobsters and crabs of the Galapagos Islands. Lexington, USA. 76 pp.
- Hickman CP. 2009. Evolutionary responses of marine invertebrates to insular isolation in Galapagos. *Galapagos Research* 66:32-42.
- Hilliard R. 2004. Best practice for the management of introduced marine pests: A review. GISP: the Global Invasive Species Program, GISP Secretariat. 173 pp.
- Hulme PE. 2009. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology* 46:10-18.
- Hutchings PA, RW Hilliard, & SL Coles. 2002. Species introductions and potential for marine pest invasions into tropical marine communities, with special reference to the Indo-Pacific. *Pacific Science* 56(2):223-233.
- IUCN. 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <http://www.iucnredlist.org>. Revisado 1 abril 2013.
- Kolar CS & DM Lodge. 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in Ecology & Evolution* 16(4):199-204.
- Mack RN, D Simberloff, WM Lonsdale, H Evans, M Clout & FA Bazzaz. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological applications* 10(3): 689-710.
- Parra DM, M Andrés, J Jiménez, S Banks & JP Muñoz. 2013. Evaluación de la incidencia de impacto de embarcaciones y distribución de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en Galápagos. Documento Técnico. Fundación Charles Darwin. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Piu M & E Muñoz. 2008. General characteristics of the tourist fleet in Galapagos and its compliance with environmental standards. *En: Galapagos Report 2007-2008*. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Rahel FJ & JD Olden. 2008. Assessing the effects of climate change on aquatic invasive species. *Conservation Biology* 22(3):521-533.
- Sánchez AJ, CE Gómez, D Escobar & LF Dueñas. 2011. Diversidad, abundancia y amenazas de los Octocorales de la Isla Malpelo, Pacífico Oriental Tropical, Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 40:139-154.
- Seebens H, M Gastner & B Blasius. 2013. The risk of marine bioinvasion caused by global shipping. *Ecology Letters* 16(6):782-790.
- Walther GR, A Roques, PE Hulme, MT Sykes, P Pyšek, I Kuhn, M Zobel, S Bacher, Z Botta-Dukat, H Bugmann, B Czucz, J Dauber, T Hickler, V Jarošík, M Kenis, S Klotz, D Minchin, M Moora, W Netwig, J Ott, VE Panov, B Reineking, C Robinet, V Semenchenko, W Solarz, W Thuiller, M Vila, K Vohland & J Settele. 2009. Alien species in a warmer world: risks and opportunities. *Trends in Ecology & Evolution* 24(12):686-693.
- Williamson M & A Fitter. 1996. The varying success of invaders. *Ecology* 77(6):1661-1666.